

# Tercer Encuentro Académico

**SEDATU**  
SECRETARÍA DE  
DESARROLLO AGRARIO,  
TERRITORIAL Y URBANO



**CONAVI**  
COMISIÓN NACIONAL  
DE VIVIENDA



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Noviembre 2016

Los datos y las opiniones incluidas en la presente publicación derivan de trabajos de investigación científica y/o tecnológica, son responsabilidad exclusiva de sus autores y no representan una posición institucional del Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico para el Fomento de la Producción y Financiamiento de la Vivienda y el Crecimiento del Sector Habitacional, de la Comisión Nacional de Vivienda y/o del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delitos contra la propiedad intelectual y el derecho de autor.

# Presentación

**N**os encontramos en un mundo globalizado donde todo cambia, la información viaja rápidamente, surgen nuevas ideas, existe mayor competencia y siempre se busca crear nuevas oportunidades para impulsar el conocimiento y con ello el crecimiento de la nación.

En México, el Sector de la Vivienda ha reflejado estas características de cambio, mismas que le han permitido posicionarse como uno de los principales motores de la economía nacional.

Estamos conscientes de la gran capacidad y creatividad que existe entre los mexicanos, especialmente en los jóvenes, quienes son pilares estratégicos para el presente y futuro de la sociedad; porque tienen una gran fuerza, nuevas visiones, grandes metas y deseos orientados a impulsar a que México sea un mejor país y un lugar más próspero para todos.

En este sentido, cotidianamente los actores de la vivienda contribuyen a lograr un entorno adecuado para el desarrollo de una vida digna para todos los mexicanos mediante la producción de soluciones habitacionales

adecuadas a sus necesidades, teniendo como referente la Nueva Política Nacional de Vivienda, impulsada por el Lic. Enrique Peña Nieto como Presidente de la República, la cual se basa en cuatro grandes ejes:

- Coordinación Interinstitucional
- Vivienda Digna
- Desarrollo Urbano, Sustentable e Inteligente
- Reducir el Rezago Habitacional

Su implementación requiere de nuevos conocimientos y que permitan diagnósticos más precisos, el desarrollo de innovaciones que contribuyan a mejorar la habitabilidad y sustentabilidad de las viviendas, a la vez de incrementar la competitividad del sector.

Para atender esta necesidad, el Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico para el Fomento de la Producción y Financiamiento de Vivienda y el Crecimiento del Sector Habitacional, CONAVI – CONACYT, se constituye como un instrumento más de esta Política Nacional de Vivienda que permite vincular las necesidades del sector con la capacidad

de investigación e innovación de las instituciones de educación superior y los centros de investigación.

A 15 años de su constitución en 2001, el Fondo CONAVI-CONACYT ha apoyado 73 innovadores proyectos a través de los cuales, se ha logrado beneficiar a las familias mexicanas que se encuentran en situación vulnerable, dando cumplimiento a uno de los derechos sociales que tiene todo ser humano, como lo es: el acceso a una vivienda acorde a sus necesidades, posibilidades, usos y costumbres.

De modo que se han realizado numerosas investigaciones sobre tipos de materiales, sistemas constructivos y eficiencia energética; aunque la variedad de temas abordados se extiende a la producción social de vivienda y al ordenamiento territorial, entre otros. Asimismo, el Fondo también ha contribuido a la construcción de capacidades y de capital humano a nivel regional, impulsando el desarrollo económico de las comunidades y fortaleciendo la cadena de valor de la industria, a través de diversos proyectos en 22 estados.

En esta publicación, conmemorativa del Tercer Encuentro Académico, se presentan 21 trabajos agrupados en seis temas.

En el campo de la investigación en materiales y sistemas constructivos para el sector habitacional, dos

trabajos estudian el comportamiento de materiales alternativos para muros, mostrando la posibilidad de mejorar el desempeño térmico de la vivienda e incluso obtener ahorros por costo de materiales.

Otros dos proyectos aportan criterios de diseño constructivo para mejorar el comportamiento estructural de las edificaciones, los cuales pueden ser aplicados para impulsar la construcción de vivienda vertical y con ello contribuir de forma segura a la densificación de nuestras ciudades.

El desempeño térmico de las viviendas también es analizado en cuatro trabajos desde las perspectivas del diseño bioclimático y la eficiencia energética. En este sentido, se presentan distintas propuestas de diseño arquitectónico tendientes a minimizar el incremento de la temperatura al interior de las viviendas en climas cálidos, mejorando con ello el confort térmico de sus habitantes y reduciendo el consumo de energía asociado a los sistemas de enfriamiento.

Esta línea de investigación es complementada con tres estudios sobre otras alternativas energéticas aplicables en las viviendas, como los calentadores solares, o en su entorno, como los sistemas de iluminación fotovoltaicos y la generación de energía a partir de residuos sólidos urbanos.

En otras palabras, la innovación en la vivienda constituye una importante palanca en la conformación de un modelo de desarrollo sostenible con beneficios compartidos desde cada hogar hasta la escala global mediante la reducción de gases de efecto invernadero.

Para el sector también es importante ampliar la comprensión sobre las prácticas sociales que se desarrollan con relación a la vivienda, presentándose tres estudios. El reconocimiento de estas prácticas constituye un elemento adicional para la diversificación de las soluciones habitacionales, de modo que puedan atender a diferentes necesidades.

Las investigaciones que requieren de información sobre las viviendas y sus habitantes constituyen un ámbito propicio para explorar metodologías y herramientas que permitan simplificar el acopio de datos a la vez de prevenir sesgos, y así contribuir a fortalecer los diagnósticos que sirven de fundamento para las políticas públicas. En esta publicación se presentan los resultados de tres experiencias.

De igual forma, el ordenamiento del territorio como inductor del desarrollo habitacional es otro tema de interés para el sector. En este aspecto, se presentan los resultados de cuatro investigaciones relacionadas con la identificación de suelo urbano para el desarrollo habitacional y propuestas para mejorar su aprovechamiento mediante estrategias de ocupación de vacíos urbanos o de densificación en áreas intraurbanas.

Finalmente, cabe destacar la relevancia del Fondo CONAVI – CONACYT como herramienta de innovación para impulsar la Nueva Agenda Urbana establecida en la Declaratoria de la Tercera Conferencia de Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III), recién suscrita en Quito, Ecuador.

Con la presentación de estos trabajos, CONAVI refrenda su compromiso con el desarrollo científico y tecnológico del sector de la vivienda como un medio para promover mejores condiciones habitacionales para los mexicanos.

**María Paloma Silva de Anzorena**

Directora General de la  
Comisión Nacional de Vivienda

Noviembre de 2016

# Contenido

## 1. Investigación en materiales y sistemas constructivos para el sector habitacional

- 02** Diseño, construcción y caracterización de un prototipo de componente constructivo para vivienda sustentable.  
*Instituto Politécnico Nacional / CIIDIR / Unidad Oaxaca*  
*Dr. Rafael Alavez Ramírez*
- 06** Estudio de la aplicación de sistemas constructivo-estructurales a base de acero rolado en frío para la construcción de viviendas en zonas afectadas por agrietamientos asociados al fenómeno de subsidencia.  
*Universidad Autónoma de Aguascalientes*  
*Dr. José Angel Ortiz Lozano*
- 10** Desarrollo de una metodología para estimar la eficiencia energética en viviendas, en base al análisis del desempeño térmico de sistemas constructivos.  
*Universidad de Sonora*  
*Dra. Ana Cecilia Borbón Almada*
- 14** Desarrollo y calibración de modelo analítico para hacer posible una evaluación basada en desplazamiento de edificaciones de mampostería de gran altura.  
*Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C.*  
*Dr. Amador Terán Gilmore*

## 2. Diseño bioclimático y eficiencia energética

- 20** Análisis y propuestas de reducción de los costos de construcción y operación de viviendas intraurbanas para clima cálido seco.  
*Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS)*  
*Dr. Federico Tarcicio Poujol Galván*

- 24 Sistema de cubierta durable y sustentable para viviendas de auto-construcción.  
*Instituto Tecnológico de Chetumal*  
*Dr. José Antonio Domínguez Lepe*
- 28 Confort térmico y ahorro de energía en la vivienda económica en México: regiones de clima cálido, seco y húmedo.  
*Universidad Autónoma de Baja California / UABCS*  
*Dra. Ramona Alicia Romero Moreno /*  
*M. en I. Oscar Reséndiz Pacheco*
- 32 Diseño termo físico de componentes constructivos aligerados con características térmicas para elaborar muros de vivienda de interés social.  
*Universidad de Sonora*  
*Dra. Ana Cecilia Borbón Almada*

### 3. Alternativas energéticas para la vivienda

- 38 Diseño, construcción y parámetros operacionales de una planta de generación de energía eléctrica a partir de residuos sólidos urbanos tratados de un bioreactor anaerobio en zonas habitacionales urbanas, semiurbanas y rurales.  
*Instituto Tecnológico de Durango*  
*Dr. Roberto Valencia Vázquez*
- 42 Esquema financiero para la utilización de calentadores solares en la vivienda.  
*Universidad Nacional Autónoma de México /*  
*Instituto de Ingeniería*  
*Dr. José Luis Fernández Zayas*
- 46 Mecanismos financieros para fomentar el uso de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red en viviendas y para la iluminación de áreas públicas, atendiendo a las regiones bioclimáticas del país y su impacto económico.  
*Universidad Nacional Autónoma de México /*  
*Centro de Investigación en Energía*  
*Dr. Jorge M. Islas Samperio*

#### 4. Prácticas sociales y valor de uso de la vivienda

- 52 La vivienda popular y sus valores de uso: alternativas para la política de vivienda.  
*El Colegio de México AC*  
*Dra. Clara Eugenia Salazar Cruz / Dra. Landy Sánchez Peña*
- 56 Metodología para identificar prácticas sociales dirigidas al aumento del valor del uso de viviendas ocupadas, a través del mejoramiento habitacional. Caso de estudio: Colonia Las Granjas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.  
*Universidad Autónoma de Chiapas*  
*Dra. Teresa del Rosario Argüello Méndez*
- 62 Habitabilidad ambiental en la vivienda construida en serie para ciudades de México, con base en indicadores de beneficios, impactos sociales y calidad de vida.  
*Universidad Autónoma de Yucatán*  
*Dra. Carmen García Gómez*

#### 5. Experiencias de levantamiento de información en viviendas

- 68 Sistema integral para la ubicación de vivienda deshabitada mediante un censo, barrido físico, geoposicionamiento y documentación en un sistema de información geográfica (sig).  
*Universidad de Sonora*  
*Dr. Dagoberto Burgos Flores*
- 74 Propuesta metodológica para encuestar vivienda deshabitada. caso de aplicación: zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.  
*Universidad Autónoma de Chiapas*  
*Dr. Wilder Álvarez Cisneros*
- 80 Registro, análisis, evaluación y proyección de la calidad urbana arquitectónica de los desarrollos habitacionales de vivienda construida en serie en México. caso: Mérida, Yucatán.  
*Universidad Autónoma de Yucatán*  
*Dra. María Elena Torres Pérez*

## 6. Identificación y aprovechamiento de suelo urbano para desarrollo habitacional

- 86 Guía de estrategias para la utilización de suelo baldío en áreas urbanas.  
*Universidad de Colima*  
*Dra. Martha Eugenia Chávez González*
- 90 Densificación y vivienda vertical en zonas de centralidad urbana: estudio de estrategias de desarrollo urbano sustentable para Ciudad Juárez, Chihuahua.  
*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*  
*Dra. Marisol Rodríguez Sosa*
- 94 Identificación de suelo apto para vivienda mediante sistemas de información geográfica y análisis multicriterio.  
*Universidad Nacional Autónoma de México /*  
*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental*  
*Dr. Luis Miguel Morales Manilla*
- 98 Criterios para identificar y caracterizar el suelo apto para vivienda de la población de bajos ingresos, en delegaciones y municipios de la zona metropolitana del Valle de México.  
*Universidad Nacional Autónoma de México /*  
*Facultad de Arquitectura*  
*Arq. Alejandro Emilio Suárez Pareyón*

Los títulos de los artículos mostrados en este índice corresponden al nombre formal de los proyectos apoyados por el Fondo Conavi – Conacyt, sin embargo los mismo pueden variar del nombre sintético elegido por el autor y que se muestran en el interior del libro.

# 1. Investigación en materiales y sistemas constructivos para el sector habitacional



Figura 1

## Componentes de construcción con materiales no convencionales para vivienda social

Investigación para diseñar, construir y caracterizar mecánica y térmicamente, componentes constructivos de mortero armado y suelo para viviendas que brinden seguridad y confort térmico.

**S**i bien es cierto, en la construcción de viviendas de interés social se ha tratado de optimizar el tiempo y economía con la implementación de una variedad de sistemas prefabricados, en la mayoría de los casos no han resultado ser soluciones acordes a las diferentes condiciones del entorno donde se construyen. Por muchos años el sistema predominante ha sido el de muros de mampostería de block de mortero o ladrillos recocidos unidos a castillo o columnas y vigas de concreto armado. Las piezas y morteros empleados con este sistema son los que aumentan en costo una futura modificación,

imposibilitando un buen desarrollo de la misma vivienda con el paso de los años. Hablando específicamente del sistema empleado mayoritariamente para edificar la vivienda de interés social en nuestro país, es necesario retomar el principal propósito de este tipo de edificaciones: el bajo costo, es decir, el máximo ahorro en cualquier proceso que implique la construcción de la vivienda. Es así que muchas de las empresas constructoras de conjuntos residenciales utilizan los materiales más baratos del mercado, sin tomar en cuenta aspectos que brinden una mayor habitabilidad para los usuarios. El sentido de una vivienda social en



Figura 2

México debería de fomentar un cambio en las prácticas comunes del sector, particularmente en los métodos de diseño y materiales de construcción, impulsando una visión bioclimática que permitan garantizar un mayor bienestar a sus habitantes, y por otro lado ser amigables y responsables con el medio ambiente.

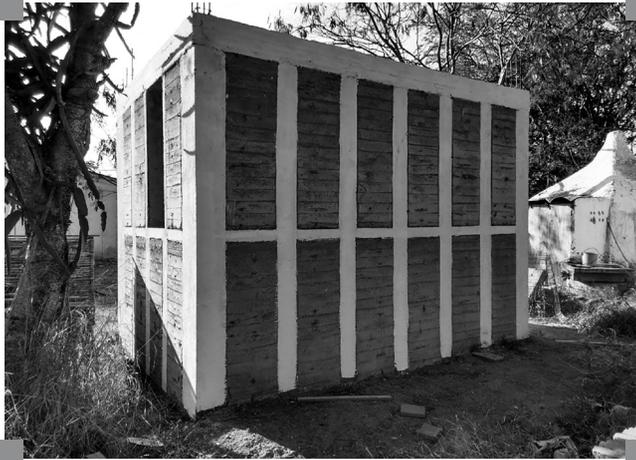
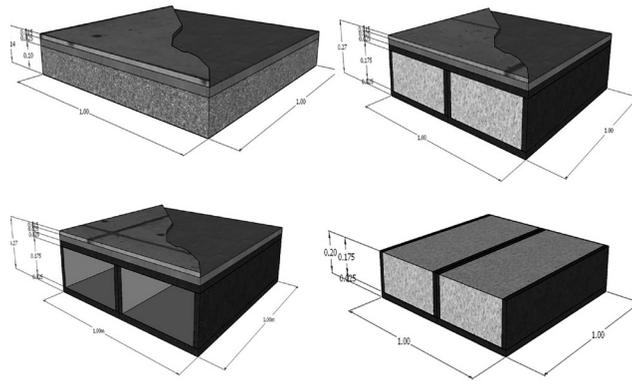
El proyecto de investigación tuvo como objetivo el de diseñar, construir y caracterizar mecánica y térmicamente componentes constructivos prefabricados de mortero armado y suelo para sistemas de muros y techos de viviendas, para aportar soluciones viables y sostenibles que impacten en la solución de la problemática habitacional en particular de los sectores de ingresos medios y bajos.

### Planteamiento y desarrollo de la investigación

El planteamiento conceptual se basó en la demanda específica de la convocatoria CONAVI-CONACYT 2013 en particular de sistemas constructivos para la construcción de vivienda sustentable, este enfoque es el que sirvió de guía para el desarrollo de la tecnología. Fue a partir de esta conceptualización que se establecieron los objetivos y metas.

El desarrollo tecnológico consistió en componentes constructivos prefabricados híbridos de mortero armado y suelo que ofrecen resistencia mecánica y propiedades térmicas para la construcción de viviendas en climas templados. Se diseñaron dos componentes sección “C”, uno para el sistema muro de 0.50 m x 1.35 m x 0.025 m, y otro de 0.50 m x 3.00 m x 0.025 m para losas. El desarrollo tecnológico tuvo un proceso de investigación que abarcó fases de diseño y caracterización de los materiales con los que se construyeron los componentes, con el propósito de garantizar seguridad y confort térmico en las viviendas. Comprendió además estudios ambientales, económicos y de desempeño térmico para validar su aplicación en soluciones de vivienda.

La investigación se llevó a cabo en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) del Instituto Politécnico Nacional en su Unidad Oaxaca, que incluyó trabajo de laboratorio y de experimentación de campo para definir el diseño y la forma de construir los componentes, así como de ensayos en un modelo experimental que se encuentra en el área demostrativa de ecotecnias en dicha institución. ➤



Figuras 3 y 4

### Resultados de la investigación

Desde el punto de vista tecnológico y de generación de conocimientos, se obtuvo el diseño y fabricación de componentes prefabricados de mortero armado y suelo estabilizado para los sistemas muro y techo de viviendas, los cuales se caracterizaron estructuralmente y térmicamente obteniéndose valores de capacidad térmica y propiedades termofísicas que garantizarán el buen funcionamiento de estos elementos en la estructura de las viviendas de hasta dos niveles; ya que los componentes prefabricados alcanzaron valores de resistencia por elemento del orden de 25 toneladas muy por arriba de la capacidad de carga de muros de tabique o ladrillo.

Se realizaron análisis del impacto ambiental de los materiales que emplean estos elementos de construcción y se compararon con los que se usa el sistema convencional, resultando una disminución en el empleo de acero y el cemento en el sistema de construcción desarrollado. De igual forma la evaluación económica que se realizó sobre una vivienda de 60 m<sup>2</sup> con los componentes diseñados permite asegurar una reducción de costos en un 20 % comparado con la construcción con materiales convencionales.

Los componentes diseñados en la construcción de muros y techos de viviendas garantizarán un buen desempeño estructural y térmico, se estima que se podrá tener un retardo térmico de 8 horas comparado con 1

hora y media que presentan las construcciones con materiales convencionales.

### **Potencial de aprovechamiento para el sector de la vivienda**

La aplicación de los componentes en la construcción de un módulo experimental permitió comprobar la sencillez del proceso que evidencia que la tecnología puede ser empleada por constructores, o bien puede ser trasferida mediante talleres de capacitación a las personas, ya que esta tecnología desarrollada satisface los requerimientos de lo que se conoce como la tecnología apropiada, que es totalmente incluyente y con el que se puede mejorar las condiciones de habitabilidad en muchas regiones marginadas del país.

Los componentes no solo permitirían la construcción a nivel masivo de viviendas por las ventajas de ser prefabricado, sino que es una tecnología sencilla que posibilita la participación de personas que con mínima capacitación es posible su involucramiento en algunas actividades de construcción de sus viviendas, abaratando costos de mano de obra e incentivando la apropiación de la misma.

Los componentes desarrollados son compatibles para combinarse con otros sistemas de construcción, así mismo permiten no solo la construcción de viviendas, sino otras edificaciones como escuelas, oficinas, centros de salud, etc.



#### **Rafael Alavéz Ramírez.**

El Dr. Rafael Alavéz Ramírez nació en Puerto Escondido Oaxaca, México. Graduado en la Facultad de Arquitectura "5 de mayo" de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, (Mención honorífica). Realizó estudios de Maestría en la Universidad Autónoma Metropolitana (Se le otorgó la Medalla al Mérito Universitario). Graduado de doctor por el Instituto Tecnológico de Oaxaca. Actualmente es profesor colegiado en el INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, Director en proyectos de investigación del IPN y participante en proyectos Conacyt. Ha publicado 5 artículos científicos indexados, así como participación en congresos nacionales. En 2016 obtuvo mención de honor en el concurso Nacional de Proyectos de Vivienda Rural organizado por la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU) y la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI).

#### **Coautores:**

José Luis Caballero Montes. Maestro en Administración de la Construcción. Profesor- investigador del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) del Instituto Politécnico Nacional Unidad Oaxaca. Fernando Chiñas Castillo. Doctor en Ingeniería Mecánica. Profesor-Investigador del Instituto Tecnológico de Oaxaca. Graduado de "Imperial College de Ciencia, Tecnología y Medicina" en Londres, Reino Unido. Galardonado con un doctorado en ingeniería mecánica especializada en Tribología. Margarito Ortiz Guzmán. Maestro en Ciencias en Ingeniería de la Construcción. Profesor- investigador del CIIDIR del Instituto Politécnico Nacional Unidad Oaxaca. Valentin Juventino Morales Dominguez. Maestro en Ciencias en Ingeniería de la Construcción. Profesor- investigador del CIIDIR del Instituto Politécnico Nacional Unidad Oaxaca.

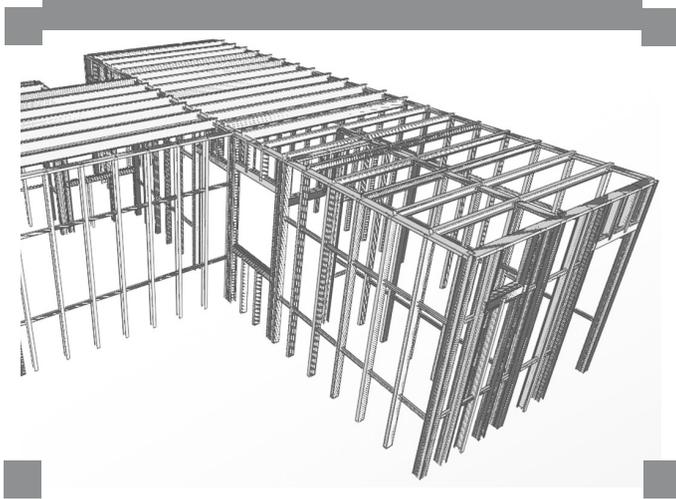


Figura 1

## Sistemas estructurales de acero rolado en frío para viviendas en zonas afectadas por subsidencia

Se tiene como objetivo principal el estudiar la viabilidad técnica de utilizar sistemas estructurales de acero rolado en frío para construir viviendas en zonas afectadas por subsidencia.

**E**l fenómeno de subsidencia se ha generalizado en el territorio mexicano en las últimas décadas en los valles donde el acuífero está formado por materiales no consolidados tales como depósitos aluviales, lacustres o volcano-sedimentarios geológicamente recientes.

Las zonas de fracturamiento activas asociadas a subsidencia, inducen deformaciones en las construcciones en forma de asentamientos diferenciales, provocando graves daños estructurales en las obras civiles en general y en las viviendas en particular.

Las viviendas en su mayoría son construidas utilizando sistemas de mampostería,

teniendo como desventaja que dichos sistemas estructurales no presentan un comportamiento adecuado ante las grandes distorsiones angulares debidas a los hundimientos diferenciales del suelo.

Las autoridades encargadas de delimitar las zonas de crecimiento urbano han tomado como política ante el fenómeno de subsidencia, la prohibición de edificar viviendas sobre zonas de fracturamiento e inclusive en zonas aledañas a estas, desaprovechándose una gran superficie de terreno que podría desarrollarse.

Asimismo existe la práctica de demoler las construcciones ubicadas en estas zonas, sin el reemplazo de las mismas,

causando un daño irreparable en el patrimonio de las familias.

Por tal motivo, se estudió el sistema de acero rolado en frío como una alternativa viable, debido a que estos sistemas tienen un comportamiento mecánico muy favorable desde el punto de vista de ductilidad, lo que lo hace idóneo para absorber deformaciones importantes sin sufrir daños significativos, lo que podría ser muy favorable como sistema estructural en zonas afectadas por subsidencia.

Asimismo, la versatilidad y practicidad de este método de construcción, permiten reparar de una manera muy sencilla y rápida cualquier elemento estructural de la vivienda afectada.

### **Planteamiento y desarrollo de la investigación.**

La metodología seguida en este proyecto de investigación consideró la simulación numérica y experimental ante hundimientos diferenciales con el fin de evaluar la magnitud de los daños y verificar la viabilidad de dicho sistema ante sollicitaciones por subsidencia.

La simulación numérica incluyó la fabricación de los elementos metálicos estructurales, la caracterización mecánica y termográfica (flexión, compresión, flexo-compresión, curvas momento-rotación por pandeo local y distorsional) y el análisis estático no-lineal mediante la técnica denominada pull-down, tanto de paneles planos como de una vivienda a escala real, en software de análisis numérico especializado. En la Figura 1 se muestra una imagen de la vivienda analizada.

La técnica del pull-down, de manera análoga al pushover, consiste en “tirar” de una estructura hacia abajo, mediante una carga monotónica incremental, de manera que las deformaciones verticales aumenten hasta llegar al colapso. En esta

técnica se aplica en un análisis estático no lineal donde se pueden ver los daños de los elementos estructurales en forma de articulaciones plásticas.

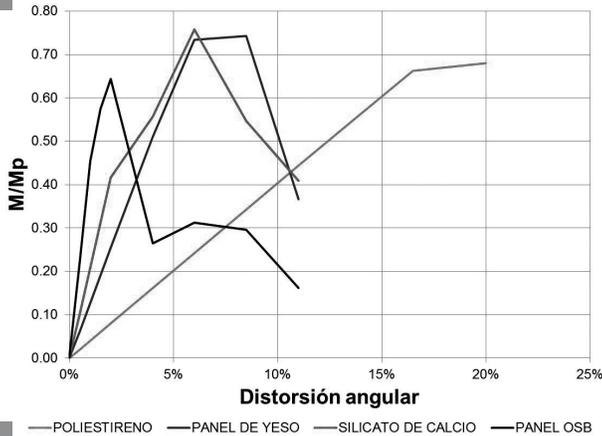
La simulación experimental consistió en realizar ensayos de carga lateral en paneles planos en el marco de reacción (ver Figura 2), así como de diseñar y construir una plataforma de simulación de subsidencia, la cual es capaz de reproducir hundimientos diferenciales mediante un sistema de actuadores hidráulicos y sobre la cual se construyó una vivienda a escala real de acero rolado en frío.

Dicha plataforma de simulación de subsidencia, la cual se construyó en el Laboratorio de Tecnología de Estructuras y Materiales de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, es una instalación experimental de laboratorio, única a nivel mundial a nivel de instalaciones experimentales para la investigación en ingeniería estructural, tal como se muestra en la Figura 3.

### **Principales resultados de la investigación.**

En base a los resultados numéricos y experimentales se realizó un análisis de vulnerabilidad mediante la determinación de curvas de fragilidad, teniendo como variable de demanda la distorsión angular y como estados de daño los correspondientes a la proporcionalidad del momento actuante en relación al momento plástico del perfil, es decir, la relación entre la demanda y la capacidad de la estructura, como se observa en la Figura 4.

Se obtuvieron resultados muy satisfactorios en cuanto al muy adecuado comportamiento estructural desde el punto de vista de ductilidad y flexibilidad del sistema estructural, ya que en base a la simulación numérica y a la experimen- ➤



Figuras 2, 3 y 4

tación se observó básicamente que dicho sistema es capaz de soportar adecuadamente grandes distorsiones angulares (debidas a hundimientos diferenciales verticales) sin sufrir daños apreciables, y con una capacidad portante muy adecuada.

Como conclusión, se determinó que la utilización de este sistema estructural es muy adecuada para reducir daños y garantizar la seguridad estructural en viviendas construidas en zonas afectadas por hundimientos diferenciales debidos a agrietamientos del suelo asociados el fenómeno de subsidencia.

Los resultados derivados de este proyecto de investigación, contribuyeron en el avance en el estado del conocimiento en diversas áreas:

- Ingeniería estructural: avances en la investigación de sistemas estructurales resistentes a grandes distorsiones

angulares por hundimientos diferenciales, incluidos los efectos de subsidencia. Asimismo, avances en la investigación de caracterización de vulnerabilidad de estructuras de acero rolado en frío de lámina delgada ante hundimientos diferenciales.

- Estructuras de acero rolado en frío: avances en la investigación de análisis estático no-lineal pull-down o análisis por desempeño de estructuras de acero rolado en frío de lámina delgada.
- Caracterización termográfica: avances en la investigación sobre aplicaciones de termografía en caracterización mecánica de estructuras metálicas.

Por otro lado, se publicaron los resultados derivados del proyecto de investigación en libros y revistas especializadas indexadas en el JCR (Journal Citation Reports),

tales como Thin-Walled Structures de la editorial Elsevier y se difundieron los resultados en Congresos Internacionales, en países como México, Estados Unidos, Japón, Marruecos, Brasil y Colombia.

De igual forma, se fortaleció la formación de recursos humanos de alto nivel, ya que se apoyó mediante becas a alumnos de licenciatura, maestría y doctorado, así como a alumnos visitantes de otras universidades del país. También se contó con la colaboración de investigadores de otras instituciones de educación superior.

### **Potencial de aprovechamiento para el sector de la vivienda.**

Los mecanismos de transferencia del conocimiento generado hacia los usuarios de este proyecto, los cuales son: el Colegio de Ingenieros Civiles de Aguascalientes, A.C., la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción y el Instituto de Vivienda Social y Ordenamiento de la Propiedad del Estado de Aguascalientes, consisten en trabajar conjuntamente en la utilización de la plataforma de simulación de subsidencia, con el objeto de tener una colaboración más estrecha en proyectos de investigación para determinar la respuesta de estructuras para vivienda ante hundimientos diferenciales por subsidencia, en laboratorio.



### **José Ángel Ortiz**

Profesor Investigador Titular C del Departamento de Construcción y Estructuras de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). Ingeniero Civil por la UAA con Mención Honorífica. Doctor en Ingeniería de la Construcción por la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España con reconocimiento "Cum Laude", becario del CONACyT. Posdoctorado en Ciencias de la Ingeniería en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes.

Investigador Nacional nivel I del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Reconocimiento a Perfil Deseable de PRODEP. Miembro del American Concrete Institute (ACI) y del American Iron and Steel Institute (AISI).

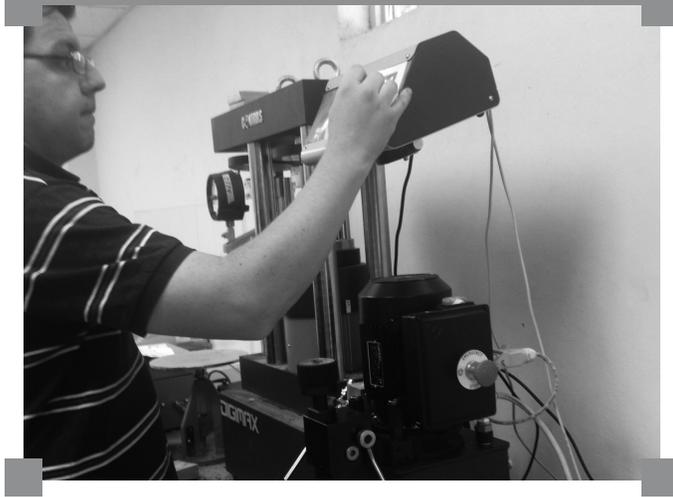


Figura 1

## Estudio de morteros aligerados con perlita mineral para elementos constructivos

Los morteros aligerados se pueden utilizar en la conformación de bloques, tabiques y enjarres, proporcionando resistencia mecánica y térmica adecuada a las necesidades de aislamiento.

**E**s importante conocer las propiedades físicas de los materiales de construcción. En México, se cuenta con una variedad de materiales para fabricar techos y muros los cuales se forman principalmente por mamposterías de bloques y ladrillos de diversas dimensiones y configuraciones, así como los elementos para boquillas y enjarres.

Una de las propiedades que definen su capacidad de carga es la determinación del esfuerzo a la compresión, la cual es determinada en laboratorios. Existe otra propiedad para definir su capacidad de aislar

la envolvente constructiva, que se calcula en base a una propiedad que es la conductividad térmica. Esta propiedad es menos común que se mida dada la falta de laboratorios que desarrollen este tema, sin embargo está siendo cada vez mas demandada para conocer la capacidad de aislamiento de los materiales y poder acceder al análisis para determinar la eficiencia energética en la vivienda. En este trabajo se probaron mezclas diseñadas con morteros aligerados con sustitución de arena por perlita mineral en varias proporciones para determinar, la resistencia a la compresión y la conductividad térmica.

## Antecedentes

Los materiales de construcción para elaborar elementos en la vivienda, no han evolucionado lo suficiente en el transcurso del tiempo en la República Mexicana; nos referimos a la evolución relacionada con características que beneficien tanto a la actividad constructiva en relación a tiempo y costo y fácil manejo, así como a las propiedades térmicas, aspecto que últimamente está siendo más tomado en cuenta por los organismos de vivienda en México, en el sentido de contar con materiales y sistemas constructivos más ligeros, menos densos y menos conductivos, para que de acuerdo a los espesores de los elementos se pueda lograr una mayor resistencia térmica a la transferencia de calor, para subsanar el problema de climas extremos en ciudades de la República Mexicana y reducir el uso de climatización artificial así como emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

La valoración de las propiedades mecánicas y específicamente la resistencia a la compresión de estos morteros, está especificado en la norma mexicana NMX-C-486-ONNCCE-2014, las cuales se deben cumplir dependiendo de su aplicación ya sea para ser utilizados en enjarres, pegado o para la elaboración de paneles no estructurales.

En la valoración de las propiedades térmicas y específicamente la conductividad térmica, existen normas internacionales (ASTM C-518), para la medición, de esta variable, sin embargo lo que define su aplicación en la industria de la construcción tiene que ver además de la conductividad térmica, con los espesores de las capas constructivas. La normatividad acerca de la resistencia térmica de los materiales de construcción, de acuerdo a NMX-C-460-ONNCCE-2009, aplica más para materiales aislantes de tipo espumas y placas poliuretanas que para morteros, sin embargo en este trabajo se determinará hasta qué punto puede

llegar un mortero aligerado a cumplir o acercarse a los valores que establece esta norma.

Se han revisado algunos estudios de diseño de mezclas con materiales alternativos de sustitución como los de (Aouba L. et al.,2016), (J.N. Eiras et al.,2014); (Miranda Pasos I. et al.,2014) y (Ramazan D. et al., 2007).

## Diseño de las mezclas y pruebas físicas

Se ha diseñado una mezcla de cemento arena 1: 4 natural, como un mortero base para a partir de ahí proponer 5 tipos de morteros aligerados sustituyendo arena en 0%, 20%, 40%, 60% 80% y 100 % con perlita mineral.

**Fabricación de las muestras.** A partir del diseño se fabricaron en el laboratorio las mezclas para probar cúbicamente el esfuerzo a la compresión de los morteros, así como de la medición de la conductividad térmica.

Se fabricaron 3 muestras cúbicas de 5 x 5 x5 cm de mortero c-a 1:4 con sustitución de 0% ,20%, 40%, 60% 80% y 100 %, para ser probadas a la compresión, así como tres muestras de 15 x 15 x 4 cm para ser medidas en el equipo medidor de conductividad térmica.

**Pruebas mecánicas.** Se realizaron mediciones de esfuerzo a la compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado.

**Pruebas térmicas.-** Se realizó la medición de la conductividad térmica de los morteros después de los 28 días de fraguado. Se sometieron las muestras a secado en horno durante 24 horas a 100 °C y además un proceso de desecación.

La medición se realizó en el equipo especializado *EP-50 Lambda Meter Fig.2*, donde se midieron 3 muestras de cada una de las proporciones, para obtener un promedio de los valores de conductividad térmica por muestra de mortero aligerado, ➤

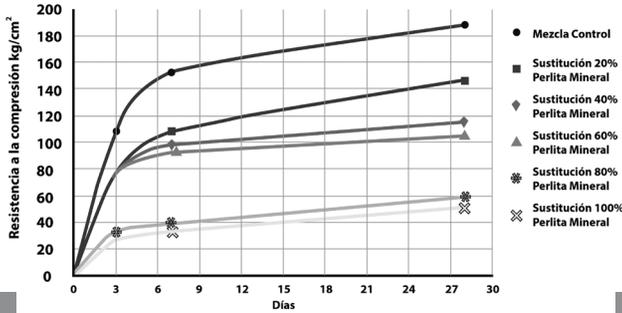
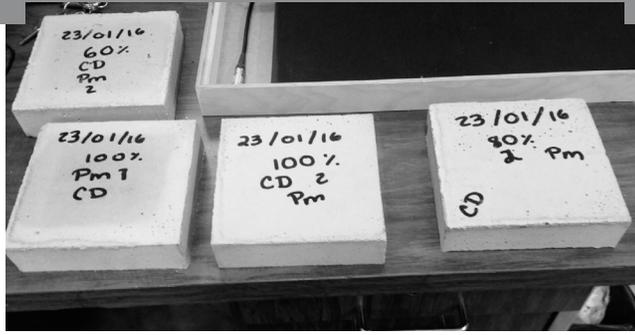


Figura 2 y Figura 3

además de la densidad volumétrica del material.

### Resultados de medición.

En la Figura 3, se muestran los resultados de las mediciones de esfuerzos a la compresión para las muestras a los 3, 7, y 28 días.

En la Figura 4 se muestran los resultados de la conductividad térmica de los morteros aligerados con perlita mineral en las diferentes proporciones.

Los resultados presentados en esta investigación, muestran la capacidad que tienen estos morteros para resistir el esfuerzo a la compresión y además la conductividad térmica que servirá para su utilización en la conformación de tabiques o elementos de albañilería como enjarres y pegado de mamposterías.

Las relaciones del comportamiento de estos morteros, muestran que mientras más grande es el porcentaje de sustitución de los materiales aligerados esto son menos resistentes a la compresión, menos densos y más aislantes; resultados que sirven para revisar el cumplimiento de

las normas. Cuando se desea construir una vivienda y saber de que materiales se van a construir, se debe determinar aquellos que cumplan primeramente con las normas que rigen la capacidad de carga de los materiales dependiendo para que uso serán destinados. Una vez que se ha cumplido con esta norma se puede acceder a los datos de conductividad y escoger aquellos materiales que más se adapten a las necesidades de aislamiento.

### Demanda del sector de la vivienda en México del conocimiento de las propiedades térmicas de componentes constructivos

El sector de la vivienda en México está demandando cada vez más la utilización de materiales, componentes y sistemas constructivos que además de cumplir con los requerimientos de resistencia mecánica cumplan con mínimos de resistencia térmica con el objetivo de diseñar sistemas constructivos más ligeros, menos densos y menos conductivos. El cumplir con estas premisas permite elaborar proyectos donde se pueda pensar desde el inicio de

una construcción o proyecto introducir este tipo de materiales que permitirán que las viviendas sean más habitables y consumirán menos energía. Los resultados de esta investigación pueden ser aprovechados en el sector vivienda desde el punto de vista de utilizar los resultados de los materiales aligerados para proponer sistemas constructivos de muros o techos que cumplan con la normatividad mencionada.

### Bibliografía

Aouba Laila , Cécile Bories Marie Coutand , Bernard Perrin , Hervé Lemerrier “Properties of fired clay bricks with incorporated biomasses: Cases of Olive Stone Flour and Wheat Straw residue”. *Construction and Building Materials* 102 (2016) 7–13.

J.N. Eiras; F. Segovia; M.V. Borrachero; J. Monzó; M. Bonilla ; J. Payá .”Physical and mechanical properties of foamed Portland cement composite containing crumb rubber from worn tires”. *Materials & Design*. Volume 59, July 2014, Pages 550–557.

Miranda Pasos I., J. F. García Arvizu, A. C. Borbón Almada, M. R. Ramírez Celaya, D. Burgos Flores, S. Castro Brockman. “Estudio del impacto técnico de mezclas de concreto hidráulico por la sustitución parcial de cemento por zeolita” *Iberoamerican Journal of Project Management*. Vol. 5, Núm. 1 (2014).

Ramazan Demirbog; “Thermal conductivity and compressive strength of concrete incorporation with mineral admixtures”. *Building and Environment* 42 (2007) 2467–2471.



### Ana Cecilia Borbón Almada

Ingeniera Civil por la Universidad de Sonora; Maestra en Arquitectura por la Universidad Autónoma de Baja California. Dra. en Ciencias por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. Actualmente Profesora Investigadora de tiempo completo en el Dpto. de Ingeniería Civil de la Universidad de Sonora. Autora de publicaciones nacionales e internacionales, ha dirigido tesis de licenciatura y posgrado así como responsable técnico de proyectos

de investigación CONACYT-CONAVI. Instructora Certificada para el sistema de evaluación de la vivienda verde Sisevive de INFONAVIT. Obtención de una patente. C.e.: acborbon@dicym.uson.mx .

### Coautores

Dr. Dagoberto Burgos Flores  
Universidad de Sonora  
Dr. Israel Miranda Pasos  
Universidad de Sonora

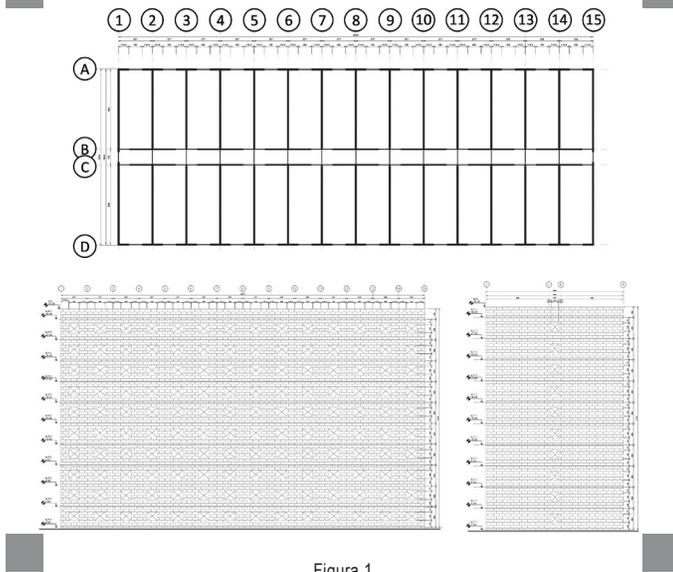


Figura 1

## Bases para el diseño de edificios altos de mampostería en zonas de alta sismicidad

A partir del estudio del desempeño sísmico esperado de un edificio de diez pisos, se concluye que es posible construir en México edificios altos de mampostería en zonas de alta sismicidad.

Las tendencias arquitectónicas y las necesidades de urbanización de los grandes centros de población han dado lugar a edificios de mampostería que exhiben características muy diferentes a las que tenían hace algunos años. Por un lado, es posible ver edificios cuya estructuración no satisface las condiciones de regularidad que se requieren para fomentar un desempeño sísmico adecuado. Por el otro lado,

empiezan a construirse edificios que tienen un mayor número de niveles en relación a los que se tenían hace tan solo una o dos décadas. Aunque el *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal* no limita de manera explícita la altura de las estructuras de mampostería, por el momento los estrictos límites impuestos por las *Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería* (NTCM) a la distorsión lateral de

diseño restringen de manera importante, desde puntos de vista técnico y económico, el uso de este material estructural en edificios con más de 5 o 6 niveles.

### **Planteamiento y desarrollo de la investigación**

Se planteó y calibró un modelo de análisis dinámico no lineal para edificios altos de mampostería. En particular, se usó un modelo modificado de la columna ancha que considera la posibilidad de comportamiento no lineal a flexión y a corte en los muros de mampostería confinada. El modelo se utilizó para establecer el desempeño sísmico de un edificio de mampostería de 10 pisos y, con base en los resultados obtenidos, se estudiaron las acciones de diseño que se requieren para hacer posible el diseño y construcción de edificios altos de mampostería en zonas de alta sismicidad.

### **Exposición de resultados**

Para estudiar la posibilidad de diseñar y construir edificios altos de mampostería en zonas de alta sismicidad, se consideró el edificio mostrado en la Figura 1. El edificio está estructurado con base en muros de mampostería confinada y tiene 10 pisos de 3m. El edificio se destina a alojar un hotel, y se le considera ubicado en la Zona de Transición de la Ciudad de México.

El edificio fue diseñado conforme a las NTCM. Debido a lo innovadora que resultó la situación, se analizaron varias opciones. Aunque la gran mayoría de las opciones estructurales resultaron inviables, se adquirió la suficiente experiencia para finalmente diseñar el edificio. Dadas las particularidades del edificio, se requirió usar piezas de mampostería de alta resistencia.

Para el análisis por sismo se adoptaron las especificaciones de las *Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo*. Dado que la distorsión máxima de entrepiso para muros esbeltos de mampostería es mayor que los valores considerados por las NTCM, no se revisaron las distorsiones de entrepiso durante el diseño del edificio. En términos de resistencia, a nivel global se revisaron los requerimientos de cortante basal mínimo, y a nivel local, la resistencia a flexo-compresión y corte para cada muro.

Una vez que se tuvo disponible el diseño del sistema estructural, se revisó en detalle la distribución de elementos mecánicos a lo largo, ancho y alto del edificio. Se encontró un alto potencial para la formación de un entrepiso débil en la planta baja de la fachada orientada en la dirección largao. Dado que esto limitaba de manera importante la capacidad de deformación lateral del edificio y ponía en riesgo su estabilidad estructural, se optó por eliminar cada dos niveles los pretiles de mampostería. A través de lo anterior, se planteó para la fachada el uso de muros razonablemente esbeltos, lo que resultó en un comportamiento dominado por flexión que hizo posible un incremento considerable en la capacidad de deformación lateral de la fachada.

En términos de refinar el sistema estructural originalmente propuesto, hubo un segundo punto a considerar. Con el fin de reducir la incertidumbre en términos del comportamiento estructural de la fachada, se propuso el uso de pretiles de concreto reforzado. Finalmente, se redujo la cuantía de acero longitudinal en los castillos de los muros. La necesidad

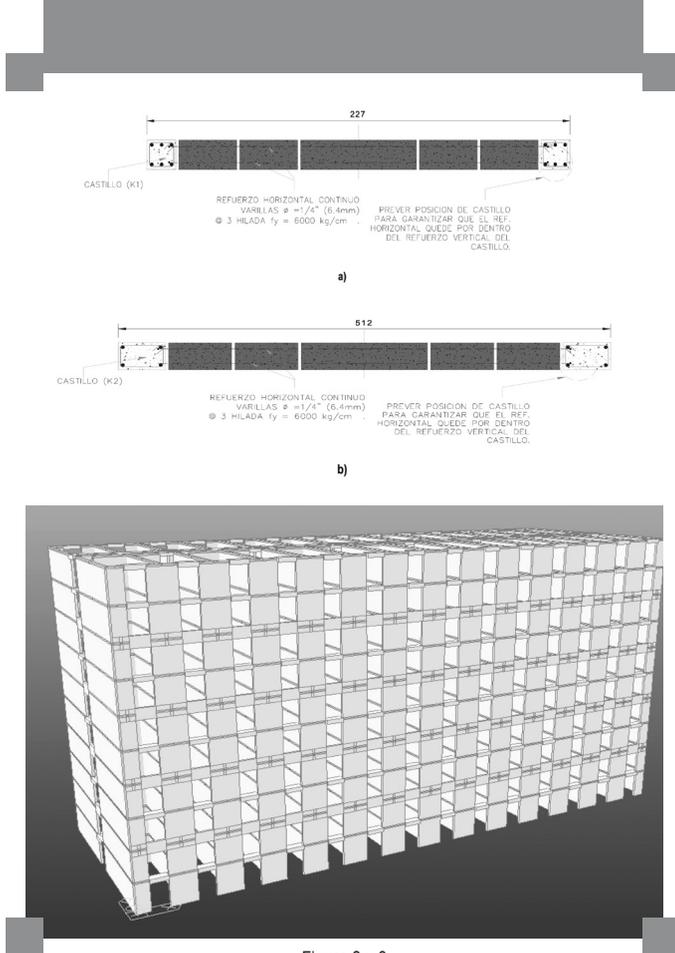


Figura 2 y 3

de reducir la cuantía de acero puede entenderse si se considera que el diseño a flexo-compresión de los muros se realizó con el método optativo propuesto por las NTCM, y que si bien este método da lugar a diseños conservadores cuando se aplica a muros que fallan a corte, su uso para el diseño de estructuras altas de mampostería puede tener consecuencias inesperadas que resulten en un comportamiento estructural deficiente. La Figura 2 muestra la geometría final de uno de los muros centrales de fachada, y de uno de los muros de pasillo, ambos orientados en la dirección larga del edificio.

Para estimar las propiedades estructurales en la dirección larga del edificio, se preparó el modelo de análisis no lineal mostrado en La Figura 3. Las curvas de capacidad para la dirección larga del

edificio muestran que este es capaz de acomodar de manera estable un desplazamiento de azotea cercano a los 15cm. Con fines de evaluar el desempeño sísmico del edificio de 10 pisos, se buscó el sitio dentro de la Zona de Transición que resultará en las mayores demandas de deformación lateral. Esto resultó en la consideración de un sitio con un periodo dominante del terreno de 1s. Se usaron doce movimientos registrados en un sitio así durante diferentes eventos sísmicos. Todos los movimientos se escalaron linealmente de tal manera que su aceleración máxima del terreno coincidiera con el valor de 0.175g prescrito por la normatividad vigente.

Note que la demanda de desplazamiento de azotea corresponde a un valor de 15cm; valor que puede ser alcanzado por el edificio

de manera estable. Es posible concluir que el edificio de 10 pisos es capaz de sobrevivir el sismo de diseño sin poner en riesgo su estabilidad estructural.

### Potencial de aprovechamiento

Para hacer posible un desarrollo sustentable de la vivienda en México, es importante estudiar el uso de diferentes materiales estructurales que ofrezcan alternativas atractivas desde puntos de vista económico y ambiental. Una opción que debe estudiarse dentro de este contexto es el uso de mampostería para construir edificios altos en zonas sísmicas, y esto impli-

ca la necesidad de desarrollar técnicas de análisis no lineal para este tipo de sistemas con el fin de plantear estudios que hagan posible la formulación de recomendaciones de diseño que no sean excesivamente conservadoras, y que resulten en sistemas estructurales con niveles aceptables de seguridad estructural. Los resultados obtenidos indican que en México sería posible construir edificios altos de mampostería en un lapso de pocos años. Para ello sería necesario plantear una serie de estudios experimentales que permitan desarrollar expresiones de diseño para muros esbeltos fabricados con mamposterías mexicanas de alta resistencia.



### Amador Terán-Gilmore

Amador Terán-Gilmore obtuvo el grado de licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), y los grados de Maestro y Doctor en Ingeniería en las Universidades de Texas en Austin y California en Berkeley, respectivamente. Ha sido profesor de tiempo completo en la UAM desde 1989, y profesor invitado en varios posgrados nacionales e internacionales.

Ha sido autor de más de 200 publicaciones en el ámbito de la ingeniería estructural; dictado más de 200 presentaciones, conferencias, pláticas y cursos en México y el extranjero; y asesorado a varios despachos de cálculo estructural.

# 2. Diseño bioclimático y eficiencia energética

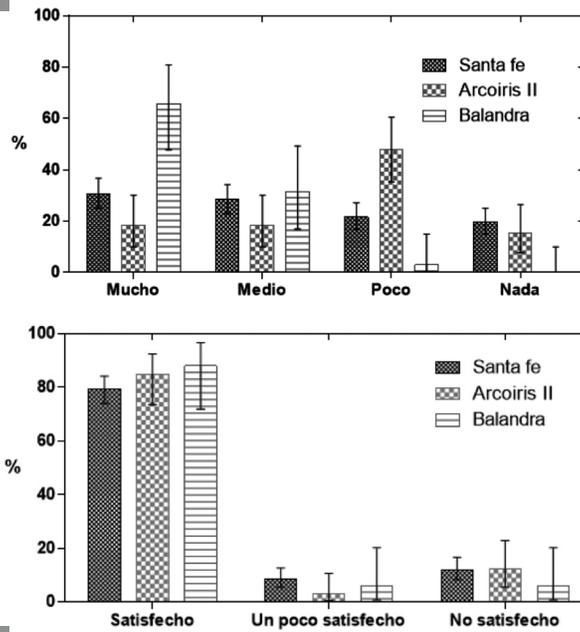


Figura 1 y Figura 2

## Hacia una guía de diseño y selección de materiales para viviendas de bajo costo en clima cálido

En este proyecto se analizan los costos de construcción, y energía asociados a diversos materiales de construcción y sistemas pasivos para ofrecer una vivienda adecuada en clima cálido.

Ofrecer una vivienda confortable a bajo costo para el usuario es un objetivo que ha involucrado a diferentes actores: gobierno, academia e industria. Ejemplo de ello han sido Programas federales como Hipotecas Verdes, Net Zero (CONAVI,2010) y algunos estatales

como el financiamiento de aislamiento en cubiertas (ASI, 2016).

Las Instituciones de Educación Superior también ha generado propuestas de vivienda con base en un diagnóstico del desempeño de las viviendas en cuanto a confort térmico y ahorro de energía (Romero, 2008).

Considerando los elementos que determinan el comportamiento térmico y aceptación de la vivienda se plantea

la posibilidad de seleccionar aquella combinación que manteniendo una aceptabilidad adecuada minimiza costos de construcción y operación.

Para tal fin se plantea un proyecto que consta de las siguientes etapas:

- Investigación de campo para determinar variables que inciden en la aceptación de la vivienda y el grado de confort térmico en los diferentes ambientes que se generan en la vivienda (caracterizados con mediciones de la temperatura y la humedad).
- Diseño y determinación de costos de construcción de operación de la vivienda para un conjunto de combinaciones de materiales utilizados en los diferentes elementos de la construcción (paredes y cubierta). Evaluación de las propuestas en cuanto a estimación de costos, niveles de confort térmico y costos de climatización artificial, utilizando el software de simulación Design Builder.

### Resultados 1ª Etapa

Los resultados del estudio de campo muestran que los usuarios toman en cuenta en su aceptación de la vivienda en grado significativo el tamaño de la misma (Fig 1), pero mostraron satisfacción adecuada con las tres viviendas de manera global (Fig 2). En los aspectos de iluminación y ventilación las viviendas del estudio de campo tuvieron aceptación buena y media, respectivamente.

La encuesta también indica cierta disponibilidad (50%) de invertir al menos 30,000 pesos en sistemas pasivos (aproximadamente 5% del valor de la vivienda).

En cuanto a las sensaciones térmicas en ambientes medidos, un análisis siguiendo la metodología de Azpeitia (2009), indica que 60% de los usuarios de este tipo de viviendas en La Paz que manifiesten estar en confort lo harían en el rango de 27 °C a 33 °C, temperaturas altas pero tolerables para personas aclimatadas en la localidad de la Paz, si disponen de medios para ajustar su sensación. Estas temperaturas son pues una referencia

para evaluar diseños operados sin climatización artificial (aire acondicionado).

### 2ª Etapa : Propuestas de viviendas y costos

Como una primera opción de los materiales y diseño evaluados en este proyecto en cuanto a costos y desempeño térmico se presenta en la Fig 3 una propuesta de vivienda construida a base de panel W (poliestireno reforzado con malla de acero). La fachada da al Noroeste.

Esta vivienda se comparó con una de la misma geometría y distribución pero construida con materiales convencionales: losa aligerada con casetón y paredes de block de concreto hueco. Los costos de construcción favorecen en un 7% a la vivienda a base de panel W (Tabla 1)

**Tabla 1. Costos de Construcción para viviendas de acuerdo a material base**

Material utilizado	Presupuesto total
Panel W	\$266,322.56
Block	\$284,854.06

El desempeño térmico simulado en condiciones ventilación natural es similar con los dos materiales, ligeramente mejor con el panel W.

Temperaturas del aire en el exterior y en el interior de viviendas a base de block y panel W en un día típico de verano (21 de julio).

En cuanto al consumo de energía para climatizar artificialmente las viviendas en la temporada de verano (abril-noviembre), de acuerdo a la simulación hecha con el programa Design Builder, la vivienda a base de block requiere de 2975 kWh de energía eléctrica, mientras que la vivienda a base de panel W requiere 2610 kWh, lo cual representa un 12% menos. Cabe mencionar también que el tiempo de construcción también es 50 % menor para la casa a base de panel W con respecto a la casa a base de materiales convencionales. ➤

1a	Caso base: Paredes de block de concreto y losa de concreto, vidrio sencillo claro.
1b	losa nervada (con casetón de poliestireno) sustituyendo a la losa de concreto del caso base
1c	capa de aislante de poliestireno (Novidesa) añadida al muro de block en caso base
1d	vidrio doble sustituyendo al sencillo en caso base
1e	poliuretano 2" techo añadida a la losa del caso base
1f	Losa nervada y capa de poliuretano sustituyendo a la losa del caso base y aislante de poliestireno añadido en paredes
2	Panel DUROCK sustituyendo a las paredes base
3	Paredes de panel W en sustitución de las paredes base
4	Paredes de concreto en sustitución de las paredes base

Tabla 2

De esta manera, en cuanto a costos para el usuario el panel W como material base para los cerramientos resulta ser una mejor opción que la vivienda a base de materiales convencionales, con el beneficio adicional para el constructor de poder completar los proyectos en un menor tiempo.

### Evaluación energética de Otros Materiales

Un segundo conjunto de resultados preliminares describe el comportamiento de

otro tipo de vivienda al sustituir los materiales de un caso base (paredes de block, losa de concreto con recubrimiento de alta absorción, ventanas de vidrio sencillo claro), por otros materiales o bien añadirles materiales adicionales, como aislantes y cambiar el tipo de ventana.

Se consideraron las combinaciones (de 49 posibles) descritas en la Tabla 2.

Al registrar el comportamiento térmico en verano en condiciones de ventilación natural con algunas de las combinaciones de materiales, es mejor en estas condiciones de operación, añadir aislante a las paredes (caso 1c) que utilizar solamente la losa nervada (con casetón de poliestireno) en el techo (caso 1b).

Otro criterio de evaluación de materiales es el consumo estimado de energía en aire acondicionado. La Tabla 3 presenta en orden ascendente los consumos para los diferentes sistemas constructivos. Se aprecia que el caso base (caso 1a) es el de mayor consumo y que el mejor es aquel con aislamiento de poliestireno en las paredes añadido al block de concreto (caso 1c).

### Conclusión

Los resultados preliminares ilustran el tipo de información que puede guiar tanto a los usuarios como a los financiadores



Figura 3

Caso	KWh consumidos	% Ahorro de energía respecto al caso base
1c	2682	31
1f	3071	21
1d	3221	17
3	3268	16
1b	3301	15
1e	3550	8.9
2	3554	8.8
4	3818	2
1a	3898	0

Tabla 3

y constructores de vivienda en cuanto a las opciones de mejor relación beneficio-costeo.

### Bibliografía

CONAVI(2010) Soluciones Verdes Para El Sector Vivienda. Consultado en octubre 2016 en: <http://centro.paot.org.mx/documentos/conavi/cop16.pdf>  
 ASI(2016) Programa de Ahorro Sistemático Integral . Consultado en octubre 2016 en: <http://programaasibc.com.mx/aislamiento.html>  
 Romero, R. et al (2009) Thermal Comfort

and Occupant Perception in Dwellings for the Low-Income Sector in Hot Climates of Mexico. 26 th Conference in Passive Low Energy Architecture (PLEA 2009). Quebec, Canada.  
 Gómez-Azpeitia, G., Bojórquez, G , Ruiz, P , Romero, R., Ochoa, J. , Pérez, M. , Reséndiz, O., Llamas, a. (2009). Comfort Temperatures Inside Low-Cost Housing Case: Six Warm Climate Cities in Mexico.PLEA2009 - 26th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Quebec City, Canada, 22-24 June 2009



### Federico Poujol

Nació en Tegucigalpa, Honduras en 1956. Obtuvo la Maestría en Energía Solar (UNAM, 1991). A fines 1992 ingresó a la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Como personal de esa institución, participé en un proyecto interinstitucional liderado por la UABC en el que se analizó el confort térmico y el ahorro de energía en viviendas (CONAVI, 2006). Doctor en Ingeniería (UNAM, 2002) y

ahora responsable técnico del proyecto "Análisis y Propuestas de Reducción Costos de Construcción y Operación de Viviendas Intraurbanas para Clima Cálido Seco" (CONAVI-CONACYT).

**Coautores** Alejandra Medrano Gutierrez, becaria de Maestría, Mario Manuel Alan Yee, becario de Maestría, Gabriel Arredondo Castillo, becario de Licenciatura.

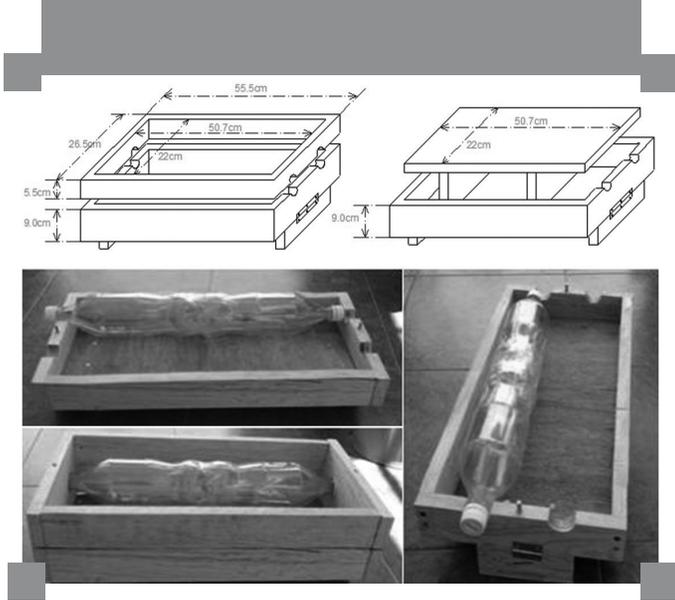


Figura 1

## Sistema de cubierta durable y sustentable para viviendas de auto-construcción

Se obtuvo un sistema alternativo de cubierta a partir de un material al que llamamos BOVEPET, sustituto de la bovedilla tradicional, en su interior contiene 4 botellas de PET postconsumo.

A pesar de que se hacen grandes esfuerzos por los gobiernos federal y estatal para dotar de vivienda a la población, a través de diversos programas, no se logra combatir las necesidades de vivienda a nivel nacional. Una alternativa viable para combatir este déficit es la autoconstrucción, pero existen pocos o nulos sistemas y materiales alternativos que la faciliten. Esta carencia se

acentúa en las cubiertas ya que estas exigen un sistema constructivo singular al estar sometidas a solicitudes de flexión, contracción y carga térmica más complejas que en el caso de los muros. Estas condicionantes técnicas se ven agravadas cuando los techos están sometidos a fenómenos naturales, en estos casos, la cubierta juega un papel de especial importancia para prevenir los desastres y asegurar el buen comportamiento de la vivienda.

## Planteamiento y desarrollo de la investigación

El proyecto abordó la problemática planteada a través del análisis de diversas opciones para lograr una cubierta segura, sustentable y económica; que además buscara mejorar el confort térmico y redujera los costos. Sin dejar de observar que se buscaba la participación de los beneficiarios (autoconstrucción) y la utilización de materiales de desecho. Una vez establecido que el material de desecho base a utilizar serían las botellas de PET postconsumo, se aplicó la siguiente metodología:

1. Recopilación y consulta de información teórica, para conocer las características del PET, y las necesidades de una vivienda de interés social.
2. Análisis para crear diferentes diseños hasta obtener el que mejor cumple con el propósito de funcionalidad y que pueda ser fabricado de una manera ágil y sin complicaciones técnicas.
3. Fabricación preliminar de diferentes diseños de moldes con las medidas obtenidas para el sistema de cubierta, para conocer las potenciales dificultades o facilidades de la fabricación de las BOVEPET debidas al molde, y lograr hacer más amigable su manipulación.
4. Obtenido el mejor diseño, se hicieron pruebas para seleccionar el material más adecuado para hacer el molde.
5. Se fabricó el molde con el material seleccionado y el diseño final.
6. Acopio y lavado de botellas de Polietileno Tereftalato (PET) que se utilizaron como aislante térmico integral, incluidas las boquillas que funcionan como sustituto de las “cejas” de las bovedillas tradicionales.
7. Obtenido el diseño y material más convenientes, se procedió a fabricar los elementos para el sistema de cubierta en cantidad suficiente para una superficie de cubierta de 36 m<sup>2</sup>.

8. Se realizaron ensayos de laboratorio a las BOVEPETS (establecidas por las normas oficiales mexicanas) a los elementos fabricados, para conocer su comportamiento físico-mecánico. También se realizaron pruebas indirectas de conductividad térmica.

9. Se construyó una cubierta de 36m<sup>2</sup> con el sistema BOVEPET, en un módulo de vivienda experimental, con la finalidad de probar en campo su funcionalidad durante la construcción y posterior a ella.

10. Se evaluó el sistema propuesto tomando como referencia un sistema de cubierta de vigueta y bovedilla tradicional.

11. Se realizó comparativo de costos de producto terminado (losa de vigueta y bovedilla contra sistema propuesto).

## Resultados

Como resultado principal se logró el diseño, fabricación y aplicación de un material alternativo para cubierta que no se encontraba en el estado de la técnica al que llamamos “BOVEPET,” que es un sustituto de la bovedilla tradicional, y que en su interior contiene 4 botellas de PET postconsumo con un arreglo creativo. Las boquillas resaltan fuera de la masa de concreto y hace las veces de “cejas”, para colocar la pieza con facilidad y seguridad en el sistema de cubierta. Resultando ser después de los ensayos y análisis pertinentes, una cubierta, segura, económica y que utiliza materiales de desecho. En el aspecto térmico, si hubo una ganancia en confort, pero marginal, no quedando esta característica como una de sus mejores virtudes, aunque se recomiendan otros ensayos complementarios, ya que los ensayos realizados fueron indirectos y diseñados por los investigadores al no contar con el equipo necesario. A continuación se muestran de manera resumida estos resultados.

Se fabricó un molde que facilitara descimbrar y obtener un elemento con medidas semejantes a los de una bovedilla pero con botellas de PET de 1.0 lt. incorporadas (Figura 1).

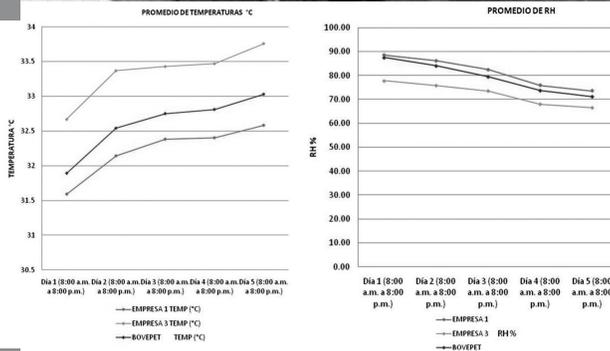


Figura 2 y 3

Para la mezcla de concreto se realizaron cuatro proporciones de arena-gravilla, 4:1, 4:2, 4:3 y 4:4. La mezcla seleccionada inicialmente fue la de proporción 4:2 que presentó un mayor peso volumétrico con  $1,606.67 \text{ kg/m}^3$ . Posteriormente esta proporción fue comparada con las diferentes proporciones utilizadas por las empresas locales para la fabricación de bovedillas. Se tomaron como referencia las bovedillas de la empresa cuyas proporciones en números absolutos eran las más similares a la propuesta planteada. Quedando una proporción de 4:2 para BOVEPET como sigue: cemento: 1.80 kg, agregado fino (polvo): 11.00 kg, gravilla (3/8): 4.50 kg y agua: 2.0 lt. Laas BOVEPETS obtenidas se pueden observar en la figura 2.

En cuanto a las dimensiones y pesos, las BOVEPETS resultaron ser más ligeras y de menor tamaño que las

bovedillas tradicionales. Para la prueba de porcentaje de absorción presentaron el menor porcentaje con 6.14%. En cuanto a la prueba de resistencia a cortante de las boquillas, éstas fueron superiores con respecto al de las empresas 1 y 2, en donde comparadas con el promedio de las tres empresas con 737.49 kg, se obtiene una resistencia a cortante a favor de las BOVEPETS.

En las pruebas de transferencia de calor y relación de humedad se identificó que las bovedillas de la empresa 1 transmitieron menor temperatura al interior que las de la empresa 2, por lo que para determinar el porcentaje de variación se consideró tomar la lectura de estas empresas y comparar con las lecturas promedios de los elementos BOVEPETS y las bovedillas de la empresa 3, los resultados se muestran en la figura 3.

Para el análisis de peso por  $1\text{m}^2$  del sistema de cubierta de vigueta y elementos BOVEPETS se obtuvo que, según sus dimensiones, se necesitan 7.14 elementos, lo que equivale a un peso de 122.09 kg, así mismo el espesor de la losa de compresión de 3 cm con un peso de 72.00 kg, más la vigueta 12-5 con un peso de 34.54 kg, da un total de 228.63 kg/ $\text{m}^2$ , que comparado con la cubierta tradicional de vigueta y bovedilla con un peso de 250.06 kg/ $\text{m}^2$ , queda 8.57% menos pesada. Se buscó un arreglo similar al del sistema tradicional de vigueta y bovedilla para no proponer un cambio cultural abrupto y contar con la aceptabilidad del usuario final.

El análisis de costos por  $1\text{m}^2$  del sistema de cubierta BOVEPET fue de \$203.99, y para el sistema tradicional fue de \$220.28. Lo cual indica que el sistema con BOVEPETS es 7.39% más económico. Sin embargo el precio comercial para las bovedillas locales es de \$14.00 y fuera de la ciudad cuestan \$16.00, las cuales incrementan su valor debido al traslado y los canales de distribución. Por lo que se puede considerar que el

precio de la BOVEPET es 32.85 % más económico que el precio de una bovedilla en valor de producción, y al ser un elemento que se puede autoconstruir se ahorra en costos de traslado hasta las poblaciones rurales.

### Potencial de aprovechamiento para el sector de la vivienda

El beneficio potencial del proyecto se encuadra en lo social y el aspecto económico, al contar el potencial beneficiario con una alternativa de contar con un “techo” para su casa en la cual él pueda participar directamente, haciendo aún más suya la idea, el esfuerzo y la calidad que finalmente se alcance. Al utilizar métodos participativos en los cuales el gobierno aporte los materiales, las instituciones educativas aporta el conocimiento y asesoría y el usuario su esfuerzo y disposición, trabajando en conjunto este tridente se alcanzarán las metas previstas de contar con una cubierta segura, sustentable, económica y confortable.

### Bibliografía

[www.itchetumal.edu.mx/posgrado/publicaciones/construccion.cubierta](http://www.itchetumal.edu.mx/posgrado/publicaciones/construccion.cubierta).



### José Antonio Domínguez Lepe

Es Ingeniero Civil egresado del Instituto Tecnológico de Chetumal, Maestro en Ingeniería-Construcción por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán desde 1993. Obtuvo el grado científico de Doctor en Ciencias de los materiales en la Facultad de Ingeniería del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” de La Habana Cuba

en el 2006. Desde 1993 es Profesor Investigador en el Instituto Tecnológico de Chetumal. Su principal línea de investigación es la de “Tecnologías sustentables aplicables a la construcción”, es autor de múltiples artículos en revistas de prestigio y ponente en congresos nacionales e internacionales.

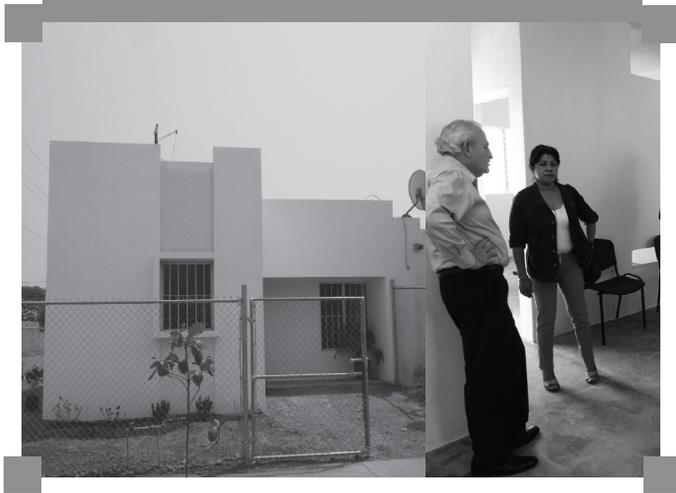


Figura 1

## Prototipos bioclimáticos de vivienda económica y su impacto en el confort y ahorro de energía

Se construyeron y monitorearon cinco modelos bioclimáticos de vivienda económica en ciudades del país con clima cálido (seco y húmedo), se obtuvieron resultados sobre su desempeño térmico.

**E**n México, el acceso a una vivienda digna y decorosa es un derecho constitucional, por lo cual el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), buscó atender a un mercado que no tenía acceso a los programas sociales del gobierno y creó el Programa Nacional de Vivienda Económica (INFONAVIT, 2002). Éste ofreció una alternativa de vivienda accesible a familias de ingresos de hasta 3.9 veces salario mínimo mensual (vsmm), que representaban el 72% de los derechohabientes del

INFONAVIT. Esta vivienda ha mantenido un costo de venta de 117.60 vsmm y cuenta con los servicios de electricidad, drenaje, agua potable y pavimentación.

Los fraccionamientos con vivienda económica han quedado ubicados en la periferia de las ciudades, lo que ha ocasionado en algunos casos lejanía con las fuentes de trabajo y en otros, el abandono de las viviendas. Las viviendas económicas cuentan con la superficie de construcción limitada al costo establecido en el programa, resultando en espacios reducidos para la cantidad de personas que las

habitan, así como en los climas cálidos (secos o húmedos), han presentado condiciones térmicamente inadecuadas en periodo de verano e invierno. Lo anterior, ha hecho necesario el uso de algún sistema de acondicionamiento electromecánico para mejorar las condiciones del ambiente térmico, como los equipos de aire acondicionado, enfriadores evaporativos y/o ventiladores. El funcionamiento de los primeros genera consumos altos de energía eléctrica en el verano y tienen un impacto social en la economía de las familias de bajos ingresos.

Por lo que para atender la problemática que estaba generando este tipo de vivienda y conocer cuál era su funcionamiento post-ocupación y la percepción del usuario, se elaboró el proyecto de investigación “Confort térmico y ahorro de energía en la vivienda económica en México: regiones de clima cálido seco y húmedo”, desarrollado de 2005-2009.

### **Confort térmico y ahorro de energía en la vivienda económica de México: segunda etapa**

En noviembre de 2010, fue autorizada la continuación del proyecto, como una segunda etapa, la cual consistió en la construcción de los modelos bioclimáticos de vivienda económica (MBVE) en las ciudades de Mexicali, Hermosillo, La Paz, Colima y Mérida; y su posterior evaluación térmica-energética por monitoreo en sitio.

Los MBVE fueron construidos en distintos periodos entre 2011-2012, de acuerdo a las condicionantes y acciones de vinculación que se realizaron en cada ciudad. En Colima se construyó en la Buenavista, Villa de Álvarez; en Mexicali, en el Fraccionamiento Parajes de Puebla; en Mérida, en los terrenos del colegio de Ingenieros Civiles; en Hermosillo y La Paz, en sus respectivos campus universitarios.

Posteriormente, se realizó el monitoreo de las condiciones ambientales en sitio, a través del registro de las variables de estudio; básicamente temperatura y humedad relativa en el exterior e interior de la vivienda. Se utilizaron estaciones meteorológicas en sitio o con datos de los campus universitarios; en el interior se utilizaron sensores tipo HOBOS U12-U13. Se realizaron registros en un período de medición de al menos un mes en verano, invierno y/o transición.

### **Resultados**

Los MBVE reflejan en su diseño consideraciones espaciales, bioclimáticas y culturales. Entre las primeras, incluyen en el exterior el uso del pórtico como un espacio de integración exterior e interior y de amortiguamiento térmico, mantienen uno de sus muros en colindancia; en el interior mantienen el espacio común (sala-comedor-cocina), una recámara y un baño, presentan composiciones diferentes y una mayor altura interior a los modelos que están en el mercado inmobiliario. Desde el punto de vista bioclimático, se utiliza el aprovechamiento y/o control de la radiación solar y de la ventilación, según el tipo de clima cálido; así como los sistemas constructivos de la envolvente de la vivienda

A continuación se muestran los MBVE, de acuerdo al período de construcción:

#### **Villa de Álvarez, Colima (clima cálido subhúmedo)**

Las principales técnicas de adecuación bioclimáticas fueron promover la ventilación natural y minimizar el efecto de la radiación solar. Para lo primero fue a través de la disposición de las ventanas y uso de vidrio tipo persiana y hueco superior e inferior entre las habitaciones. Como elementos de control aleros y marcos alrededor de las ventanas; se ➤



Figuras 2 y 3

utilizó losa de concreto y muros de tabique ladrillo rojo. El color en muros exteriores e interiores fue blanco (Figura 1).

**Hermosillo, Sonora (clima cálido seco)**

Las técnicas utilizadas principalmente responden al control de la radiación solar, a través del uso de masa térmica, resistencia térmica y propiedades ópticas; así como el diseño de partesoles que permiten el sombreado de muros y ventanas en fachadas principal y posterior. Se utilizó en los muros bloques de concreto celular y bloques mecanizado de tierra. La cubierta fue construida con paneles de concreto celular. Se cuenta con una chimenea solar que permite la extracción del aire caliente. Se utilizó el color blanco en exterior e interior (Figura 2).

**Mexicali, Baja California (clima cálido seco)**

En Mexicali, las principales técnicas utilizadas son el control de la radiación solar, a través de promover el sombreado de muros y ventanas, la resistencia térmica del techo y ventilación del mismo, aislamiento térmico de muros este y oeste, sombreado parcial de muro por volado del techo en la orientación este y sur. Aprovechamiento de ventilación cruzada en el interior. Uso del color blanco en exterior e interior (Figura 3).

**Mérida, Yucatán (clima cálido húmedo)**

En Mérida, fueron utilizadas las técnicas de ventilación natural entre las habitaciones y el sombreado exterior de ventanas, orientación de la vivienda en dirección de los vientos dominantes.

### **La Paz, Baja California Sur (clima cálido seco)**

El MBVE de la Paz, cuenta con las técnicas de control de la radiación solar y promoción de la ventilación natural. Las ventanas tienen elementos de sombreado; se utilizaron los materiales en muros, como el bloque de concreto en conjunto con el adobloque y cubierta de vigueta y bovedilla, acabado en color blanco en exterior e interior.

### **Potencial de aprovechamiento para el sector de la vivienda**

Los productos de la investigación están dirigidos a los desarrolladores de vivienda

de las diferentes ciudades. Para la construcción de las viviendas se utilizaron terrenos proporcionados por fraccionadores (Desarrollador RUBA en Mexicali, apoyo de Termoaislantes de México para la construcción de un segundo prototipo), por gobierno del estado de Colima a través del Instituto de Vivienda, con organizaciones gremiales como el Colegio de Ingenieros Civiles de Yucatán. Además de acuerdos internos, en las universidades de Sonora (con apoyo de varias empresas, entre ellas, la del material Hebel) y de la Baja California Sur.



**Ramona Romero**

Doctora en Arquitectura, profesora-investigadora, 26 años de antigüedad en la Universidad Autónoma de Baja California. Docente de la licenciatura y posgrado. Coordinadora de la Maestría en Arquitectura y Coordinadora de Posgrado e Investigación de la Facultad. Ha participado en 24 proyectos de investigación, y ha sido responsable en 10 de ellos. Productividad de un libro, siete capítulos de libros, ocho artículos en revistas indizadas, 30 en memorias de congresos internacionales y 18 nacionales. Integrante de ANPADEH y Comisión Académica de ASINEA, Reconocimiento PRODEP, cuerpo académico consolidado y miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

### **Coautores:**

Universidad Autónoma de Baja California: Dr. Gonzalo Bojórquez, Dr. Aníbal Luna. Universidad Autónoma de Baja California Sur: M.C. Oscar Reséndiz, Dr. Federico Poujol. Universidad Autónoma de Yucatán: Dra. Milagrosa Pérez, Dra. Carmen García. Universidad de Colima: Dr. Gabriel Gómez Azpeitia, Dr. Adolfo Gómez Amador, Dr. Armando Alcántara. Universidad de Sonora: Dr. José Manuel Ochoa, Dra. Irene Marincic, Dra. Guadalupe Alpuche.



Figura 1

## Laboratorio de análisis térmico de materiales de construcción

Se crea una estación de trabajo para analizar características térmicas de sistemas constructivos; destacando 2 dispositivos de creación propia, para muros a diferentes escalas.

La medición de propiedades térmicas de materiales de construcción es importante para el desarrollo de proyectos y propuestas que cumplan con características que hoy se exigen de un proyecto de edificación, de acuerdo a los preceptos de la conservación del medio ambiente. Dependiendo del lugar donde se emplazan las edificaciones, el clima y condiciones ambientales, existen requerimientos de características de propiedades termofísicas de materiales para obtener ambientes térmicos interiores adecuados al ser humano. El presente trabajo describe un proyecto para la conformación de un laboratorio de

análisis térmico de materiales, componentes y sistemas constructivos, para analizar su comportamiento térmico en muros a diferentes escalas.

En México, existe un proyecto de norma NMX-C-460-ONNCCE donde se revisa que los materiales tengan una resistencia mínima a la transferencia de calor, evaluando el valor R, donde la conductividad térmica se requiere para calcular este valor de una manera más precisa, que retomarla de bibliografía existente que no representa las condiciones reales del material. La Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2009 establece que las edificaciones residenciales deben ser revisadas en cuanto a sus consumos de energía eléctrica y cumplir estas normas

para considerarse en las escalas del cumplimiento de ahorro de energía. Para este tipo de evaluaciones, uno de los datos más importantes es el que define las características termofísicas de los materiales de construcción.

### Antecedentes

Existen laboratorios en la República Mexicana que miden propiedades térmicas de materiales, sin embargo, específicamente de materiales de construcción y/o de sistemas constructivos compuestos, son escasos, y más aún cuando se trata de medir sistemas constructivos completos a escala real.

Se han encontrado referencias de trabajos relacionados con la medición de propiedades térmicas de sistemas constructivos como: (Anderson, B.R., et al.1981), (Aviram, et al.2001). Otros trabajos relacionados, tanto teóricos como experimentales, muestran algunos resultados referentes a este tipo de estudios (Borbón A. et al. 2010 a), (Borbón A. et al. 2010 b). También se presentan algunos estudios experimentales para medir propiedades térmicas en bloques huecos como (Ossama A. et al., 1994) y (Al-Jabri, et al., 2005), que han servido de referencia para el desarrollo de los dispositivos de este laboratorio.

### Descripción de los equipos diseñados.

El tamaño y el peso de sistemas constructivos a escala real como los muros, sobre todo si son de mamposterías son complejos para su manejo e instrumentación. Uno de los objetivos del desarrollo de estos dispositivos es medir estas propiedades en muestras de gran escala, que proporcionan datos confiables sobre todo cuando la composición de los sistemas constructivos es no homogénea, incluyendo capas de aire.

Se describe el primer dispositivo (*TR-01*) patentado, que se diseñó, construyó y se puso en marcha, para medir propiedades

térmicas en muros a escala real, opera de manera semiautomática con instalaciones electroneumáticas e hidráulicas Fig. 1. Se cuenta también con el equipo denominado (*TR-02*) que es un equipo similar al anterior pero para muros de mediana escala y operación manual, Fig. 1. Se trabaja además en este laboratorio con equipos especializados (*EP-500e*) para medir conductividad térmica de manera directa, así como el equipo *DKD-2* para medir difusividad térmica, y otros equipos para medición de variables ambientales.

### Sistema de medición de propiedades térmicas *TR-01* para muros a escala real y *TR-02* a mediana escala.

El *TR-01* es un sistema que se diseñó, para estudiar el comportamiento térmico de muros de cualesquier material, dimensiones o configuraciones diversas, las dimensiones de la muestra (muro), son de 1.20 m de base por 2.10 m de altura. Tiene dos intercambiadores de calor a los lados del muro, con lo que se le aplica un diferencial de temperatura, simulando una condición de operación real de un muro de vivienda para un clima determinado y para medir variables que permitan calcular la resistencia térmica del muro en estado estacionario.

El sistema de medición está basado en la norma ASTM-C-177, de placa caliente. La placa fría se logra con un recirculador tipo CHILLER que mantiene la temperatura de agua fría en un intercambiador. La placa caliente con resistencias eléctricas.

Para la medición de las temperaturas del muro, se cuenta con un sistema de termopares retráctiles integrados a las placas frías y calientes que hacen contacto con los dos lados del muro y conectado a un adquisidor de datos para monitorear la temperatura superficial por ambos lados, una vez estabilizado. Con las temperaturas superficiales del muro, ➤



Figura 2

los flujos y las propiedades del agua, se calculan los flujos de calor y la resistencia térmica del muro.

El *TR-01* cuenta con un portamuestras, para elaborar, transportar y retirar muestras, estos muros pueden ser de los más livianos, hasta los de mamposterías de 600 kg, como se observa en la Fig. 2. Los muros deben ser contruídos de manera convencional y dejarlos secar, pues la humedad en los materiales afecta los resultados de medición.

El sistema de medición *TR-02*, trabaja con el mismo principio de placas intercambiadoras de calor, con la diferencia de que es un dispositivo de operación manual para muros de mediana escala con muestras de 60 x 60 cm y pesos aproximados de 150 kg para los muros de mamposterías, Fig. 1.

### **Resultados y aplicaciones de los dispositivos.**

Una vez elaborados los muros sobre el portamuestras, completamente secos se

introducen a la máquina, para el caso del *TR-01* y se procede a la medición, obteniendo resultados de las temperaturas superficiales de los muros en estado estacionario; La incertidumbre en la medición de este equipo es de  $\pm 3.7\%$ .

### **La utilidad del TR-01 y el TR-02 para la industria de la construcción de vivienda en México.**

Estos equipos permiten medir variables para calcular las propiedades térmicas de sistemas constructivos de vivienda. Los sistemas constructivos que se pueden medir son muros de cualesquier tipo de mampostería, ya sea bloques de concreto, huecos o macizos, y tabiques de barro recocido o de BTC, etc. de cualesquier dimensión y configuración geométrica. También de materiales diversos como madera, tablaroca, aislantes, fibras de vidrio, o paneles constructivos así como elementos prefabricados y modificados con diversas capas y espesores. Una vez

obtenidas las propiedades de los muros, sirven para determinar sus potencialidades con respecto a la capacidad de aislamiento, así como para alimentar datos de simuladores y calcular comportamientos térmicos o de ahorro de energía de vivienda completas. En México, los desarrolladores de vivienda y fabricantes de componentes constructivos, requieren conocer, además de las propiedades mecánicas de los materiales, las propiedades térmicas, tanto para verificar el cumplimiento de las normas como para utilizar estos valores en simuladores diversos. Específicamente en México, se requiere este tipo de información para dar cumplimiento a la NOM-020-ENER-2011, dentro de los programas de INFONAVIT en el Programa de Vivienda Verde y Ecocasa, los cuales requieren los valores específico de conductividad y resistencia térmica de los sistemas constructivos de las viviendas.

### Bibliografía

Anderson, B. R., On the calculation of the U-value of walls containing slotted bricks . Building and Environment, (16 ), 41-50 (1981)

Al-Jabri, K.S. Hago, Al-Nuaimi. Concrete blocks of thermal insulation in hot climate, Cement and Concrete Research. (35), 1472-1479 (2005)

Aviram, D.P., A.N. Fried, y J.J. Roberts, Thermal properties of a variable cavity wall, Building and Environment, (36), 1057-1072 (2001)

Borbón, Ana C. Cabanillas, Rafael y Perez Jesús B. Determination experimental y contraste numérico de la Resistencia térmica de un muro de bloques de concreto hueco. Vol 21, no. 6 p.163-176 ISSN 0718-0764, 2010 (a),

Borbón, Ana C. Cabanillas, Rafael y Perez Jesús B. Modelación y simulación de la transferencia de calor en muros de bloque de concreto hueco. Vol 21, no. 3 p.27-38 ISSN 0718-0764, 2010 (b).

Ossama A. Abdou y Kris S. Murali. The effect of air cells and mortar joints on the thermal resistance of concrete masonry walls, Energy and Building (21) 111-119 -1994.



### Ana Cecilia Borbón Almada

Ingeniera Civil por la Universidad de Sonora; Maestra en Arquitectura por la Universidad Autónoma de Baja California. Dra. en Ciencias por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. Actualmente Profesora Investigadora de tiempo completo en el Dpto. de Ingeniería Civil de la Universidad de Sonora. Autora de publicaciones nacionales e internacionales, ha dirigido tesis de licenciatura y posgrado así como responsable técnico de proyectos

de investigación CONACYT-CONAVI. Instructora Certificada para el sistema de evaluación de la vivienda verde Sisevive de INFONAVIT. Obtención de una patente. C.e.: acborbon@dicym.uson.mx .

### Coautores

Dr. Dagoberto Burgos Flores  
Universidad de Sonora  
Dr. Israel Miranda Pasos  
Universidad de Sonora

# 3. Alternativas energéticas para la vivienda



Figura 1

## Digestion anaerobica de residuos sólidos urbanos para generar energía eléctrica

El proyecto consistía en aprovechar los residuos sólidos urbanos de los desarrollos habitacionales para generar energía eléctrica y reducir el impacto negativo de los residuos en el ambiente.

La generación de residuos sólidos urbanos (RSU) de la población se ha incrementado en las últimas décadas a proporciones alarmantes; creando problemas para las autoridades municipales en cuanto a su manejo, tratamiento y disposición final. Actualmente, los habitantes del ámbito urbano generan entre 0.75 y 1.0 kg de RSU al día; mientras que en el ámbito rural la generación es de 0.40 a 0.55 kg de RSU por día. La mayor parte de estos residuos están mezclados, puesto que no existe la cultura de la separación de los diversos componentes de lo que llamamos basura. En México, los RSU

están compuestos por un 40 a 50% de residuos de carácter orgánico, es decir, que son susceptibles de ser tratados por métodos biológicos. Entre los métodos biológicos para tratar residuos sólidos se encuentran el tratamiento aeróbico o compostaje que genera un material residual con características de mejorador de suelos, pero requiere la inclusión de aire a la masa y, en casos de, gran escala es una actividad costosa. Y el método anaeróbico consiste en limitar el suplemento de oxígeno en un sistema herméticamente sellado, favoreciendo el desarrollo de las bacterias acetogénicas y metanogénicas quienes son las que generan el

biogás y un material residual. El biogás dependiendo de contenido de metano puede llegar a ser considerado como un biocombustible, y el material residual puede ser utilizado como un bio-abono en campos agrícolas, ambos productos tienen un mercado potencial en México. De ahí que exista la oportunidad de generar un sistema aplicable a desarrollos habitacionales de alta densidad donde se puedan aprovechar los residuos separados en el hogar para generar biogás y consecuentemente energía eléctrica.

### Planteamiento y desarrollo

El proyecto consistía en diseñar, construir, operar y monitorear una planta piloto de biogás. Se construyeron dos digestores verticales circulares de 10 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno, interconectados a un motor-generator. Los digestores se fabricaron a base de geomembrana de PEAD de 1 mm de espesor con las siguientes dimensiones: diámetro 3 metros, altura 1.10 metros incluye tapa de geomembrana termofusionada y fondo de geomembrana en forma cónica. Los digestores se reforzaron con malla electrosoldada por inmersión en caliente y un aro perimetral de acero estructural (PTR) de 1.5x1.5". Debido a que se requería recolectar los RSU de 5300 casas habitación en un periodo muy corto para poder alimentar la carga inicial de los digestores, se optó por recolectar los residuos generados y separados por un restaurante durante una semana para llenar los digestores. Se llenaron con un contenido de sólidos de aproximadamente 10%, según recomendaciones de la literatura internacional. Se monitoreó el proceso de la digestión anaeróbica midiendo conforme a estándares nacionales e internacionales los siguientes parámetros: pH, temperatura ambiente e interna, conductividad eléctrica, potencial oxido-reducción,

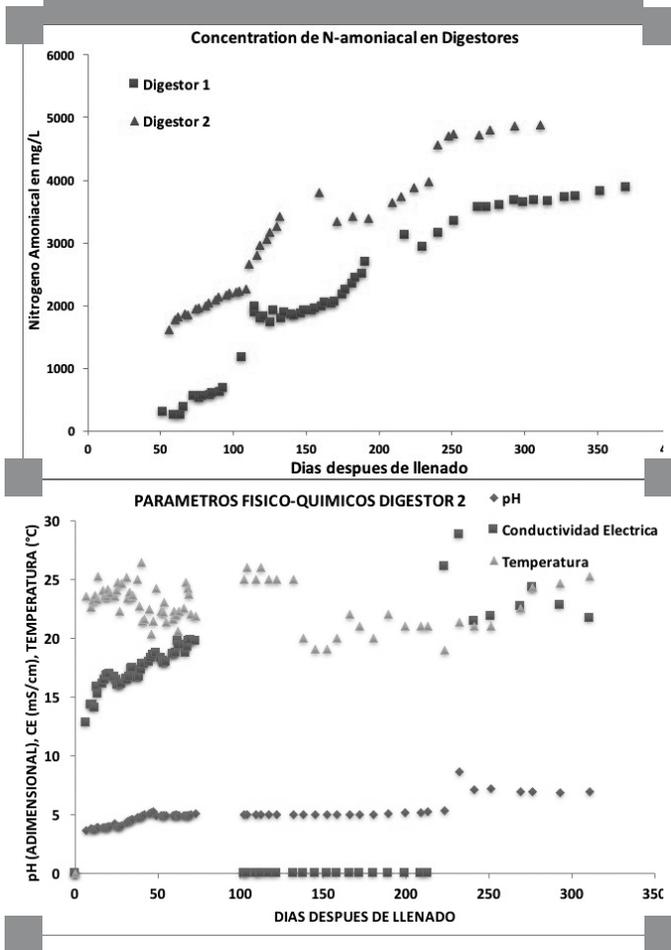
contenido de sólidos totales y volátiles, nitrógeno amoniacal. Así como se evaluó la fito-toxicidad del material residual.

### Resultados obtenidos

Se realizaron varias corridas preliminares que no dieron buenos resultados, debido a que los digestores se acidificaban hasta alcanzar niveles (pH<5.0) que inhibían el proceso de la digestión anaeróbica. Por lo tanto, se montaron 30 unidades experimentales de (1L) con diversas mezclas para determinar su potencial de producción de metano, a los cuales se les midió la cantidad y la calidad del biogás generado y se determinó la producción específica por cantidad de materia orgánica utilizada. Al final de cada corrida se realizó un análisis del residuo para establecer un balance de masa. Mezclas colocadas en un invernadero a temperatura promedio de 35°C fueron sometidas a aireación forzada, adición de soluciones amortiguadoras y atenuación natural, buscando reducir el impacto de la acidificación. Este experimento mostro que los residuos tienen poca capacidad buffer y se acidifican con facilidad. Se repitió el experimento, pero en condiciones de hermeticidad mostrando que la adición de soluciones buffer ayudaba a mantener los niveles de pH en la neutralidad, aunque con baja calidad del biogás (CH<sub>4</sub><20%).

Los digestores piloto se continuaron monitoreando y operando y se observó que en el digestor 2 (figura 3), el contenido de metano comenzó a incrementar gradualmente alcanzando niveles de 27% máximo.

A este digestor, se le agrego hidróxido de calcio, pero hasta alcanzar un pH de 7.5, se le permitió reaccionar por dos semanas, pasado el tiempo se reinició la recirculación sin adicionar nuevamente materia orgánica. Los niveles de pH continuaron con tendencia descendente alrededor de niveles 5.4, y los valores del potencial redox ➤



Figuras 2 y 3

(-185 mV) indicaron que los sistemas se encontraban en el proceso de llegar a condiciones anóxicas y/o anaeróbicas (-250 a -300 mV).

Al digestor 1, se le aplicaron medidas más drásticas para tratar de neutralizar sus niveles de acidez, se le agregó hidróxido de calcio comercial (Cal-hidra), el nivel de pH se incrementó hasta 8.2 y se permitió 15 días para dejar que la cal reaccionara completamente, pasados los 15 días se adicióna nueva materia orgánica (estiércol) aproximadamente una tonelada al digestor y se mezcló mediante una bomba sumergible hasta lograr una mezcla homogénea, después de 2 meses de operación el digestor mostro cambios en cuanto a un incremento a la producción y/o calidad del

biogás (de 0 hasta 22% metano), pero los valores de pH decrecieron hasta acidificarse nuevamente a niveles aproximados a 5.2. Sus valores de potencial redox (-98 mV) también indicaban que el sistema gradualmente iba cambiando a condiciones anaeróbicas dominantes.

Se analizaron muestras de los residuos finales y se determinó que podrían ser utilizados como bio-fertilizante. Sin embargo, la mayor limitante fue que aún desprendían un olor fétido demasiado intenso como para ser aceptado por agricultores y/o en áreas verdes públicas. Las mezclas realizadas en los contenedores de 1 L, después de 60 días de digestión, mostraron olores ligeramente fétidos con excepción

de aquellos en los que se utilizaron residuos orgánicos de cocina y grasas provenientes de la industria láctea que mostraron olores muy intensos. Esta última mezcla fue la que mayor producción y mejor calidad de biogás (65% metano) presento.

### **Potencial de aprovechamiento para el sector de la vivienda**

En base a los resultados obtenidos en el proyecto, se puede mencionar que los residuos sólidos urbanos de unidades habitacionales tienen un gran potencial para generar biogás y ser aprovechado en forma de energía eléctrica en digestores anaeróbicos. Según los análisis prospectivos y las corridas financieras, la escala de los digestores debe de incrementarse para

poder tener un punto de equilibrio de la inversión y las utilidades generadas por dos conceptos: la energía eléctrica y la venta de biofertilizante, con un periodo de retorno de la inversión de 2.5 años. Para poder operar continuamente el sistema se requiere un gran volumen de residuos; los cuales no son suficientes de las casas (200 a 300 Kg/día cada 100 casas); por lo tanto, se requiere llevar a cabo co-digestiones con estiércol y/o rumen vacuno. El área necesaria para instalar estos digestores en un desarrollo habitacional es de aproximadamente 200m<sup>2</sup>, espacio suficiente para ubicar 2-3 digestores verticales y patio de maniobras, caseta de operador, cuarto de herramientas, etc. Lo que representa aproximadamente 2-3 lotes de interés social.



### **Roberto Valencia Vázquez**

Ingeniero civil egresado del Instituto Tecnológico de Durango con estudios de Maestría en Ciencias en Tecnologías y Ciencias Ambientales y Doctorado en Biotecnología Ambiental otorgados por el UNESCO-IHE, Institute for Water Education, en Delft, Reino de los Países Bajos. Actualmente Académico Cátedras

CONACYT comisionado al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Durango en el programa de Maestría en Sistemas Ambientales donde trabaja en la línea de investigación de manejo y tratamiento integral de residuos. Investigador Nacional nivel 1.

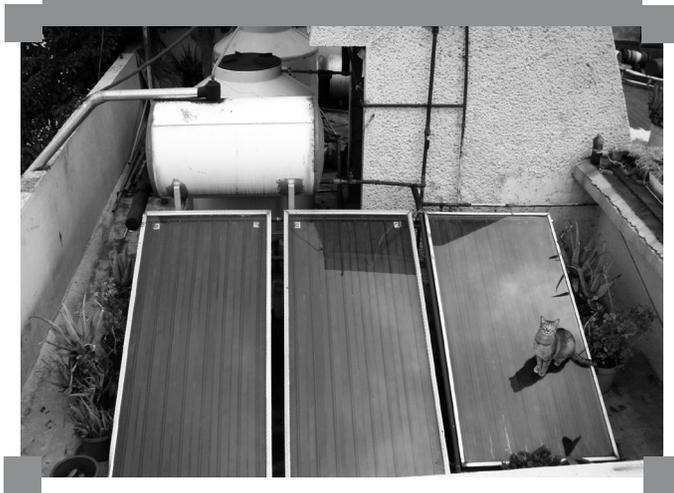


Figura 1

## Esquema financiero para la utilización de calentadores solares de agua en la vivienda

Se identifican las condiciones necesarias para extender un crédito comercial para financiar un calentador solar para agua (CSA) de uso doméstico, sin subsidio.

**L**a literatura profesional que se ocupa de la viabilidad técnica y económica de los sistemas de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía es relativamente reciente y se concluye que 1. El uso de fuentes renovables de energía para suplir procesos de combustión es técnica y económicamente viable; 2. Las fluctuaciones en los mercados de los combustibles, ahora particularmente el gas natural, impactan de manera decisiva los mercados de electricidad, restando credibilidad a las fuentes renovables por su intermitencia y falta de capacidad

para apreciar los riesgos de las inversiones y 3. Cuando se logran establecer criterios de cierta equidad de las fuentes renovables con las tradicionales, generalmente la viabilidad económica se alcanza antes de diez años.

A partir de la crisis del petróleo de los pasados años setenta, cuando se observó que el desarrollo de las fuentes renovables de energía podría servir de contrapeso al impacto económico del incremento del precio petrolero, se empezó a estudiar con seriedad la viabilidad económica de las aplicaciones solares. Sin embargo, las discusiones específicas sobre aspectos financieros son más recientes.

Efectivamente, se tiene evidencia muy nutrida de la viabilidad técnica y económica de diversas aplicaciones de fuentes renovables, que de cualquier forma no son incorporadas al mercado. Un caso muy ilustrativo es el calentamiento solar de agua en México, motivo central del trabajo presente, ya que se ha demostrado durante décadas su viabilidad económica sin que por ello se haga mella en el mercado doméstico.

### **Planteamiento y desarrollo de la investigación**

Se obtuvieron resultados de la operación de dos CSA, uno ubicado en la Ciudad de México y otra en La Paz, BCS, en condiciones de funcionamiento en el mercado real, con el propósito de ajustar el modelo matemático correspondiente y analizar, con éste, la sensibilidad del calentador solar a diversos cambios de diseño, operación y requerimientos, para evaluar la viabilidad económica en distintos escenarios y de ahí desarrollar y fundamentar los esquemas financieros necesarios.

El CSA de la ciudad de México funciona a termosifón, con el cual se pueden inferir importantes conclusiones con respecto a los mecanismos financieros que son tema central de este estudio, ver Fig. 1. Una forma aproximada de representar en un diagrama esta instalación se ilustra en la Fig. 2.

El otro CSA ubicado en La Paz, BCS, ver Fig. 3, es un calentador híbrido, funciona por convección forzada, de manera que permite reproducir con fidelidad el esquema operativo propuesto para casas habitación, y se presta apropiadamente para el análisis matemático. Se instalaron los sensores apropiados en el sistema solar, así que ha sido posible modelar matemáticamente con mucha

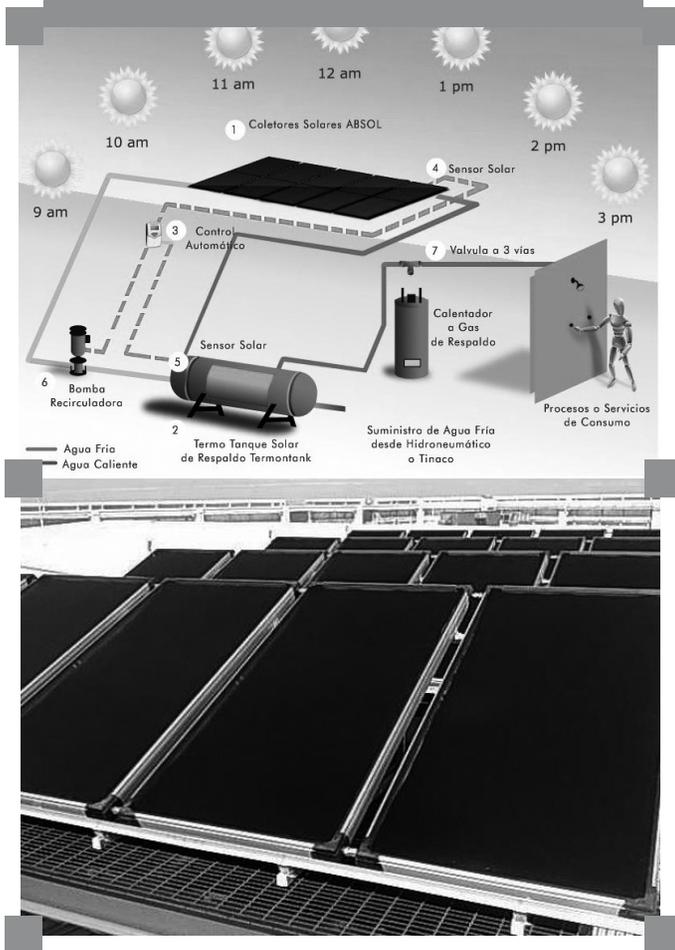
precisión los parámetros de operación y las variables de estado. Cuenta con un área de captación solar de 80 m<sup>2</sup>, un tanque térmico de 5,000 litros de agua, una bomba recirculadora de un caudal equivalente a 0.4 litros/segundo, un sistema de control automático para la bomba que opera mediante el principio de diferencial de temperatura entre el tanque y los captadores solares, y un completo esquema de medición de las variables de operación (flujo de agua y calor) que se puede interrogar mediante computadora en las cercanías del sitio.

El modelo matemático se resuelve para un CSA de circulación forzada y flujo constante para un día típico. Se hace una descripción del programa de computadora que se empleó en este trabajo, que es una versión actualizada de Básica, la que se validó con otra en Matlab mediante la comparación de resultados típicos de circunstancias muy bien definidas. El calentador solar, bien diseñado y operado, puede pagarse con el ahorro del gas de aproximadamente un año.

### **Exposición de los principales resultados de la investigación**

Se obtuvo un análisis de sensibilidad del calentador solar híbrido a diversas variables físicas y de carácter económico, cuya fluctuación, dentro de márgenes realistas, podría afectar su viabilidad económica. Estos resultados ilustran la robustez del modelo matemático de simulación en computadora ante posibles cambios de algunas variables de diseño, operación, climáticas y económicas.

El CSA híbrido es sumamente robusto para acomodar casi cualquier combinación de parámetros de diseño y de operación. Sin embargo, es claro que un calentador solar determinado, con un área de colectores solares de diseño y ➤



Figuras 2 y 3

un tanque térmico de capacidad determinada, es muy sensible a las demandas de extracción de agua caliente, tanto en calidad como en cantidad.

Se estudian los elementos básicos que determinan si la inversión adicional en un CSA para lograr una operación híbrida es económicamente viable. Que lo sea es una condición indispensable para establecer un esquema financiero viable, no subsidiado. Se determinan las variables que en México se requieren atender para que el negocio de los CSA híbridos sea viable, y se establece que un CSA que funciona en forma híbrida con un calentador a gas mediante circulación forzada y controlada del agua, será económicamente más atractivo que solamente

el calentador de gas, cuando se aplican condiciones de crédito tipo automotriz. Por extensión, esta conclusión será cierta para cualquier condición de financiamiento con crédito comercial bancario, sin subsidios.

### Potencial de aprovechamiento para el sector de la vivienda

Se propone financiar un CSA para uso doméstico, sin subsidio, en casa habitación de clase media, con un crédito comercial y condiciones competitivas para eliminar la barrera que significa un gasto inicial muy fuerte. El CSA de 200 a 300 litros, 4 a 5 m<sup>2</sup> de captación y circulación forzada, apoyados por sistemas de calefacción de gas de paso, con controlador

termostático, indispensable para asegurar una temperatura de servicio invariante en el tiempo, tendrá un plazo de recuperación de la inversión del orden de 4 a 6 años. Este es el plazo calculado, con costos vigentes en la fecha de elaboración de este trabajo, para que el costo del ahorro neto de gas LP exceda los costos combinados de adquisición, instalación, puesta a punto y aseguramiento de la operación del CSA híbrido.

Para que esta propuesta sea financieramente comercialmente se requiere que el instalador garantice los equipos citados y su apropiada operación, mediante un sistema de financiamiento similar al que se cuenta hoy en día para adquirir un

automóvil nuevo. O sea, el contratante del crédito contrata al mismo tiempo un seguro de vida y se compromete a entregar el equipo, al otorgante del crédito, en caso de faltar a sus pagos periódicos. Se demuestra que el financiamiento es viable y el usuario saldría beneficiado, al tiempo que se fomentaría una nueva industria de servicios de fontanería. También se incluye en este trabajo un código de cómputo que permite explorar diversas capacidades de CSA híbridos para aplicaciones domésticas y comerciales, que en casos en los que se puede estimar con certidumbre el consumo de agua caliente, facilita la selección de un sistema híbrido cercano al óptimo económico.



### José Luis Fernández Zayas

Ingeniero Mecánico Electricista por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y Doctor en Ingeniería por la Universidad de Bristol, Inglaterra.

En 2012 fue Director del Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente es Director General del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias.

### Coautores:

Dr. Alejandro Rodríguez Valdés y Mtro. Norberto Chargoy del Valle del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

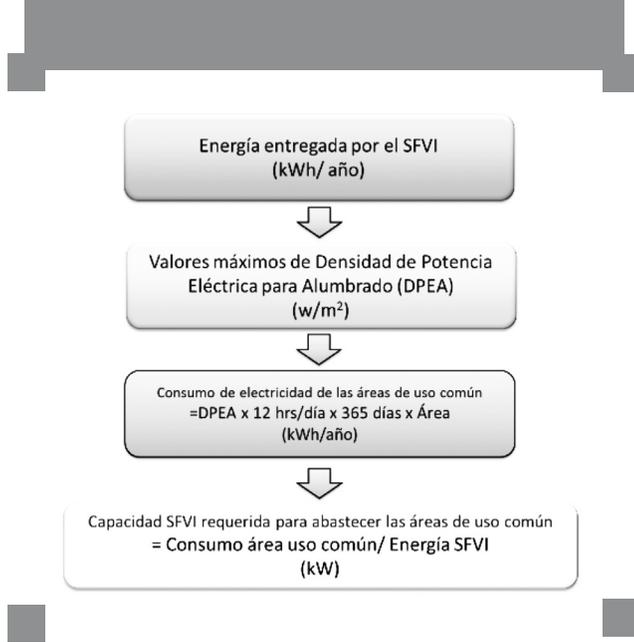


Figura 1

## Mecanismos financieros para el uso de sistemas fotovoltaicos en la iluminación de áreas de uso común

El uso de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red para la iluminación de áreas de uso común en el sector vivienda y municipales es viable mediante un esquema de arrendamiento.

La política nacional vigente tiene como uno de sus objetivos promover un entorno adecuado para el desarrollo de una vida digna, consolidando un modelo de desarrollo urbano que genere bienestar para los ciudadanos y que a la vez garantice la sustentabilidad social, económica y

ambiental. Las unidades o conjuntos habitacionales (construidas en forma vertical, horizontal o mixta) cuentan con dos tipos de espacios: los de uso privado (doméstico) y los de uso colectivo (áreas comunes). Asimismo, los habitantes gozan de los espacios públicos municipales. En la mayoría

de los casos los habitantes se olvidan de cuidar las áreas comunes y solo se ocupan del espacio para uso privado. Esto ha sido la causa de diversos problemas como el cambio en los usos para los que las áreas colectivas fueron diseñadas y su progresiva apropiación (para comercios, por ejemplo), falta de mantenimiento de las áreas y espacios comunes, la inseguridad y delincuencia, problemas con el pago de cuotas de mantenimiento, entre otros. México cuenta con experiencias exitosas de acciones para fomentar la sustentabilidad desde el interior de las viviendas, por ejemplo, la “Hipoteca Verde” y las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA) dirigidas hacia la vivienda y el Programa “Ecocasa”. No obstante, es necesario todavía generar esquemas de financiamiento y/o subsidios para acciones de vivienda orientadas a revertir el abandono e incidir positivamente en la plusvalía habitacional, por medio de intervenciones para rehabilitar el entorno y mejorar la calidad de vida en los desarrollos y unidades habitacionales y en los espacios públicos municipales. Gracias al excelente recurso solar con el que cuenta México, en el contexto del nuevo marco legal y regulatorio derivado de la Reforma Energética, es viable proponer esquemas financieros orientados a impulsar de forma masiva el uso de Sistemas Fotovoltaicos Interconectados (SFVI) para la iluminación de áreas de uso común en los conjuntos habitacionales y en áreas públicas

municipales, como se demuestra en este artículo. Lo anterior como una alternativa para mejorar la sustentabilidad de las unidades habitacionales existentes y los nuevos desarrollos habitacionales así como la de los espacios públicos municipales, sin que ello implique una carga económica inicial a los usuarios o propietarios de las viviendas y los municipios.

### Planteamiento de la investigación

De acuerdo con el Código de Edificación de Vivienda (CEV), elaborado por la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), las áreas de uso común consideradas en condominio son las áreas verdes, estacionamientos vehiculares, calles, andadores, vestíbulos, pasillos, y rampas. Los lineamientos de diseño sustentable para estas áreas de uso común establecen que los sistemas de iluminación deben cumplir, entre otras consideraciones, con los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), los cuales no deben exceder los valores indicados en la siguiente Tabla:

Espacio de la vivienda / Área a iluminar	DPEA (Watts por m <sup>2</sup> )
Pasillos	10
Escaleras	12
Estacionamientos cerrados	3
Áreas exteriores a la vivienda	1.8
Estacionamiento abierto	1.8
Vialidades	0.52
Jardines	2

Los SFVI convierten la radiación solar en energía eléctrica para su uso directo o inyección a las redes de suministro eléctrico. Como se muestra en el siguiente ➤

Tarifa	Costo	Usos finales
5	USD2007\$0.17/kWh (MXP\$2.44/ kWh)	Estacionamiento abierto, vialidades y jardines.
5 - A	USD2007\$0.20/kWh (MXP\$2.90/ kWh)	
2	USD <sub>2007</sub> \$0.21/kWh (MXP\$2.95/ kWh)	Pasillos, escaleras, estacionamientos cerrados y áreas exteriores a la vivienda.
3	USD <sub>2007</sub> \$0.14/kWh (MXP\$2.01/ kWh)	

Tabla 2

esquema, el valor máximo de DPEA permite relacionar de forma sencilla la capacidad requerida del SFVI (kW) y los criterios de sustentabilidad de las áreas de uso común de los desarrollos habitacionales.

Los SFVI requieren de una inversión inicial, además de un costo de operación y mantenimiento. En ambos casos, usualmente los usuarios (sean los condóminos o los municipios) serían los encargados de hacer frente a estos costos, incluyendo un costo financiero, y posteriormente los recuperaría a través de los ahorros en la factura de energía eléctrica durante la vida útil de los sistemas. Las tarifas de energía eléctrica aplicables para las áreas de uso común se describen en la tabla anterior.

La viabilidad de los mecanismos financieros propuestos depende principalmente del costo del sistema (estimados en este trabajo en dólares americanos del año 2007 por Kilo Watt), la tasa de descuento (%) y el costo o tarifas de la energía eléctrica (estimados este trabajo también en dólares americanos del año 2007 por kilo Watt-hora). Para medir esta viabilidad se estableció que un SFVI es rentable si su periodo de recuperación de la inversión es de 5 años o menos, además de que la inversión conlleva a una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 15% o más durante la vida útil del sistema (20 años).

### Principales resultados de la investigación

Los mecanismos propuestos consisten en un esquema de arrendamiento puro de los SFVI de un tercero (Arrendador)

a los usuarios de las tarifas 2, 3, 5 o 5 -A (Arrendatario), con o sin la opción de que el Arrendador reciba de parte del gobierno un incentivo a fondo perdido (subsidio) equivalente a un porcentaje del costo del sistema. Asimismo, en este mecanismo se asume que el arrendador del sistema opta por el beneficio fiscal de depreciación acelerada para inversiones en proyectos de energía renovable, contemplado en la Ley del Impuesto sobre la Renta, además de que el proyecto se implementa bajo la figura de Abasto Aislado, previsto en la Ley de Industria Eléctrica. Esta figura legal le permite al arrendador vender su energía eléctrica a un Suministrador de Servicio Básico o a otro agente para su venta en el Mercado Eléctrico Mayorista. Una vez amortizado el costo del SFVI (5 años), el arrendatario tiene la opción de adquirir el equipo o renovar un nuevo contrato con el arrendador, incluyendo el servicio de mantenimiento.

Bajo estos mecanismos propuestos, y considerando un escenario de costo de los SFVI de USD\$2.0 por kilo Watt o menos, el uso de estos sistemas para la iluminación de pasillos, escaleras, estacionamientos cerrados y áreas exteriores a la vivienda (usuarios de la Tarifa 2) es rentable, incluso sin la necesidad de un subsidio por parte del gobierno. En el caso de los usuarios de la Tarifa 3, el uso de SFVI es rentable, pero requería de subsidios por parte del gobierno que van de 24% a 45% del costo del sistema, dependiendo del nivel de radiación solar del sitio. En el caso de la iluminación de

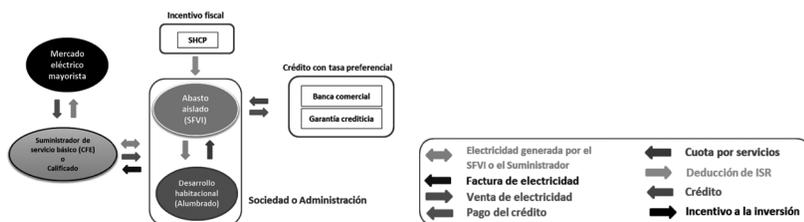


Figura 2

estacionamientos abiertos, vialidades y jardines (usuarios de la Tarifa 5 - A), el uso de SFVI es rentable, pero requiere de subsidios por parte del gobierno que van de 4% a 30% del costo del sistema. Para la tarifa 5 - A sigue siendo rentable, pero requiere de subsidios en el orden de 10% a 35% del costo del sistema. Es importante resaltar el cobeneficio que conlleva para los gobiernos municipales (usuarios de la Tarifa 5 y 5 - A) el uso de los SFVI en áreas de uso común, ya que les permitiría reducir gradualmente el pago que destinan a los servicios de alumbrado público

en vialidades y espacios recreativos, sin sacrificar el bienestar de la población.

### Potencial de aprovechamiento para el sector de la vivienda y municipios.

Los mecanismos financieros propuestos pueden ser utilizados por desarrolladores de unidades habitacionales que incluyan como parte de su plan de negocios la administración de los servicios en áreas de uso común, además de empresas dedicadas exclusivamente a la administración de los servicios de uso común en desarrollos nuevos o existentes.

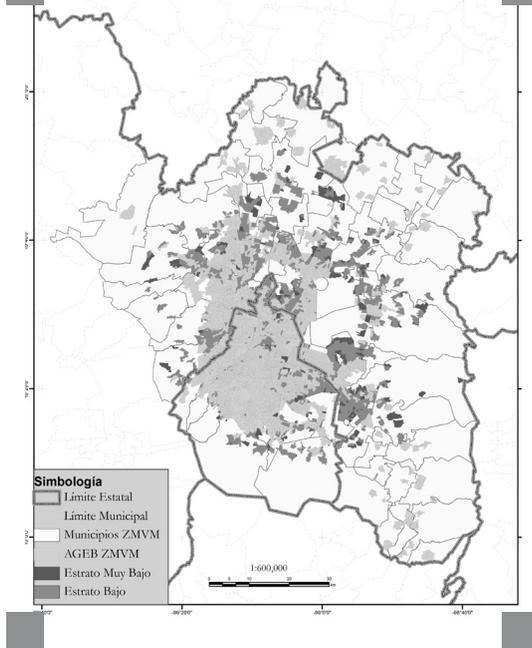


### Jorge Marcial Islas Samperio

El Dr. Islas Samperio es licenciado en Física y Maestro en Ingeniería Energética por la Universidad Nacional Autónoma de México y Doctor en Economía Aplicada por la Universidad Pierre Mendès France de Francia. Es investigador Titular y Coordinador del Grupo de Planeación Energética en el Instituto de Energías Renovables de la UNAM. Es también Gestor Científico del Área de Energía del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo y Consejero Social de la Coordinación de Evaluación de la Política Nacional de Cambio Climático y miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Sus líneas de investigación incluyen: Economía de las Energías Renovables, Prospectiva Energética, Energía y Mitigación del Cambio Climático. Se agradece al M. en C. Fidel Carrasco González, colaborador como profesional independiente, y a la Dra. Genice Kirat Grande Acosta, Técnico Académico del Instituto de Energías Renovables de la UNAM, por su participación como co-autores de este proyecto de investigación. También se agradece a la Lic. María de Jesús Pérez Orozco, Técnico Académico del Instituto de Energías Renovables de la UNAM, por su apoyo técnico durante la elaboración de este proyecto de investigación.

# 4. Prácticas sociales y valor de uso de la vivienda



## La vivienda popular: Un recurso para enfrentar la insuficiencia de ingresos

El objetivo de esta investigación es mostrar que la vivienda popular no es sólo lugar de habitación, sino un recurso para la generación de ingresos.

**L**a investigación releva la potencialidad que tiene comprender el valor de uso de la vivienda popular para la política habitacional. Se argumenta que para los hogares de menores recursos, la vivienda llega a constituir un activo

estratégico, no porque se ponga en el mercado de compraventa, sino porque facilita la realización de actividades generadoras de ingreso, si bien generalmente en condiciones de precariedad. Se cree que la política pública puede fortalecer su uso como un activo de los hogares.

### Planteamiento y desarrollo de la investigación.

Las preguntas que guían esta investigación son: ¿en qué proporción la vivienda popular es utilizada para la generación de ingresos? ¿Qué tipo de actividades económicas se realizan en ella? ¿En qué condiciones se realizan esas actividades? Para responder estos cuestionamientos, se levantó una encuesta en la Zona Metropolitana del Valle de México. Se seleccionó una muestra de 1318 predios en AGEBS clasificadas en estratos bajo y muy bajo (Mapa 1), identificadas como colonias populares, y equivalentes a 1.5 millones de viviendas. En este trabajo presentamos información sobre los siguientes aspectos: i) características del predio y construcciones; ii) actividades económicas que se realizan en y fuera de la vivienda de su propietario o posesionario; iii) condiciones en que se llevan a cabo las actividades económicas en la vivienda y, iv) apoyos requeridos para la realización de esas actividades.

### Principales resultados.

#### *El duplo inseparable de la vivienda: el predio y la construcción.*

Uno de los hallazgos centrales de la investigación es que es el tamaño del lote, y no la construcción en sí misma, lo que da la posibilidad de incrementar el valor de uso de la vivienda. Los predios presentan en promedio 215.9 m<sup>2</sup>; solamente 12% de ellos son menores a 100 m<sup>2</sup>; 41.4% tienen entre 100 y 200 m<sup>2</sup> y el restante 46.6% son superiores a 200 m<sup>2</sup>. El tamaño de estos predios posibilita realizar construcciones independientes: 73% de los predios cuenta con una edificación (vivienda), 22.2% con 2 o 3 edificaciones, y el restante 4.8%, con 4 edificaciones o más. Estas construcciones permiten la transferencia de recursos del hogar del

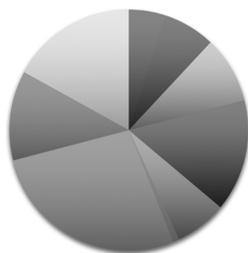
propietario a otros familiares a través del alojamiento. Si bien sólo 15.9% de las edificaciones existentes en esos predios no son propiedad de sus ocupantes, 90.7% de ellas, están habitadas al menos por una persona que tiene parentesco con el propietario y las ocupan fundamentalmente en calidad de préstamo. Además, destaca que el tamaño del predio contrasta enormemente con el ofrecido en la vivienda social producida por el sector inmobiliario formal, que puede llegar a ser de 38 m<sup>2</sup>.

#### *La vivienda como espacio producción y comercialización de bienes y servicios para el mercado.*

Los resultados de la encuesta permiten afirmar que en una de cada tres viviendas populares hay al menos una persona mayor de 12 años realizando actividades económicas en la vivienda. Destaca que 22% de hogares tiene trabajadores dentro y fuera de la vivienda, pero que en otro 14% de los hogares, todos sus miembros ocupados trabajan sólo en su vivienda. Este último porcentaje no es despreciable, porque implica que en esos hogares la totalidad del ingreso familiar depende de las actividades realizadas en la vivienda. Así, al tomar en cuenta sólo los hogares con actividad económica en la vivienda, se registra que en ellas se produce en promedio el 47% del ingreso familiar. En conclusión la vivienda cumple un papel central en la economía de los hogares populares.

Otra observación interesante es que existe un patrón diferente de distribución de ocupaciones entre los miembros del hogar que trabajan en la vivienda y fuera de ella: 66.6% de los miembros del hogar que laboran en la vivienda se concentran en actividades de comercio, seguidos por 18% de ocupados en trabajos artesanales. A diferencia, quienes trabajan fuera de la ➤

## Ocupaciones fuera de la vivienda



- Directores
- Profesionistas y técnicos
- Trabajadores auxiliar administración
- Comerciantes
- Trabajadores en servicios personales
- Trabajadores en actividades agrícolas
- Trabajadores artesanales
- Operador de maquinaria
- Trabajadores en actividades elementales

## Ocupaciones en la vivienda



- Directores
- Profesionistas y técnicos
- Trabajadores auxiliar administración
- Comerciantes
- Trabajadores en servicios personales
- Trabajadores en actividades agrícolas
- Trabajadores artesanales
- Operador de maquinaria
- Trabajadores en actividades elementales

Gráfica 1

vivienda presentan ocupaciones muy variadas: 27% son artesanos, 15% comerciantes; 17% realiza actividades elementales; 9% son trabajadores en auxiliar de administración y 12% operarios de maquinaria. Gráfica 1. Patrón de ocupaciones de los miembros del hogar que trabajan en y fuera de la vivienda.

Aunado a lo anterior, existen notables diferencias en el ingreso entre quienes realizan actividades en la vivienda o fuera de ella. Los resultados sugieren que el ingreso es notablemente menor para quienes laboran en la vivienda; la retribución monetaria obtenida por quienes trabajan en ésta es en promedio, 21% más baja que la que generan quienes laboran fuera de la vivienda.

Dentro de las limitaciones que implica el uso de la vivienda popular para la realización de actividades económicas, se encuentra sin embargo, que en ellas no se hace posible un incremento del capital productivo del hogar, debido a que éstos no cuentan con recursos económicos suficientes para invertir. El 80% de los hogares que realizan actividades económicas en la vivienda manifestaron no haber hecho modificaciones físicas a la

misma para poder desarrollar sus actividades. De hecho, sólo el 40% de los hogares afirmaron tener un espacio exclusivo para la actividad económica realizada, mientras que el otro 40% las realiza en la parte exterior de la casa-habitación (en el andador o en la parte libre del predio) y el restante 20% utilizan un área ya habitable (cocina, dormitorios, etc.).

Esta situación no depende, sin embargo, de que la actividad económica se realice en la vivienda, sino que obedece a condiciones mucho más estructurales relacionadas con la precariedad del ingreso y del trabajo. Por un lado, la carencia de recursos propios impide a los hogares realizar inversiones cuantiosas en las actividades que emprenden y generar así, dinámicas económicas que les permita obtener excedentes para incrementar su capital económico. Por otro lado, las mercancías que se producen o comercializan en las viviendas de los propietarios del predio están dirigidas fundamentalmente a un mercado local pobre y precario, que a su vez, impide a los propietarios de los negocios vender sus mercancías a un precio que refleje su valor.

La precariedad de las actividades económicas realizada también se aprecia en que la mayoría de ellas se implementaron a partir de fondos familiares: 41.4%); reinvertió ganancias del negocio; 40.7% utilizó ahorros o recursos provenientes de pensión o liquidación; 15.4% recibió recursos económicos de familiares, y 1.5% obtuvo un crédito bancario. Esto significa que seis de cada diez, subsidió con recursos del hogar, el funcionamiento de la actividad económica.

*De los apoyos requeridos por los hogares para la generación de Valores de uso*

Al preguntarse a los entrevistados de forma abierta, sobre los apoyos que requerirían para mejorar el desempeño de las actividades generadoras de ingreso que realizan en su vivienda, sólo 8.3% manifestó no tener necesidades de ellos; 29.3% especificó que necesitaba dinero para invertirlo en insumos, maquinaria, herramienta o mobiliario para su negocio, otro 29% afirmó necesitar mejorar el espacio de trabajo o negocio, ampliándolo, construyendo un espacio o colocando ventanas, losas, puertas o similares, 16.9%

dijo necesitar apoyo económico pero no especificó el fin; el restante 16.5% dijo requerir mejoras en otros aspectos tener crédito para publicidad y asesoría, o que se invirtiera en el espacio urbano.

Posteriormente se les preguntó sobre las características del espacio urbano en donde se localiza la vivienda, pueden afectar el funcionamiento de su actividad económica. 45.4% de los entrevistados manifestó tener problemas de seguridad pública; 17.1 % con el suministro de agua potable y 10.8% con la iluminación pública. El 26.5% restante afirmó que otras dimensiones del espacio urbano deteriorado, como la pavimentación, la falta de barrido de vías públicas, la ausencia de recolección de basura, el mal servicio de transporte público y, la falta de señalización y de protección civil, dificultan el buen funcionamiento de su actividad.

En conclusión, la información recabada implica que incrementar el valor de uso de la vivienda popular es posible a través de la articulación de programas dirigidos a mejoramiento barrial, apoyo a micronegocios y mejoramiento de vivienda.



### Clara E. Salazar

Profesora-Investigadora del Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales, CEDUA, El Colegio de México. Doctora en Ciencias Sociales con especialidad en Estudios de Población. Ha publicado cuatro libros y alrededor de 50 artículos entre revistas especializadas y capítulos de libros. El último libro bajo su coordinación lleva como nombre Irregular. Suelo y mercado en América Latina (2012; primera reimpresión 2014). Su trabajo de investigación hace énfasis en los procesos de apropiación del suelo, la

producción del hábitat popular, y la política de regularización. En la actualidad profundiza en la relación entre la privatización de la tierra de las comunidades agrarias y la producción de vivienda formal en la periferia urbana.

#### **Autoras**

Clara Salazar: Profesora-Investigadora del Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales, CEDUA, El Colegio de México  
Landy Sánchez: Profesora-Investigadora del Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales, CEDUA, El Colegio de México



Figura 1

## El valor de uso de la vivienda ocupada: prácticas sociales y mejoramiento habitacional

Explicar las prácticas sociales que realizan las familias para obtener recursos que posibiliten el mejoramiento habitacional que potencializa el valor de uso de la vivienda misma.

**U**n fenómeno de la economía popular en las zonas urbanas es el combinar simultáneamente el uso habitacional y de una actividad económica conformando una vivienda de usos mixtos o productiva. Esta nueva visión de valor de uso de la Vivienda de Producción Social (PSV) refleja la capacidad de la misma para no ser únicamente un lugar para vivir, sino un espacio para que sus residentes impulsen su economía ante la condición de satisfacer las necesidades básicas de abasto y servicios en el contexto inmediato en

los asentamientos populares; prácticas sociales que las familias realizan para obtener diversos tipos de apoyo para el mejoramiento habitacional.

### **Planteamiento y desarrollo de la investigación**

Existen grandes coincidencias en indicadores de evaluación habitacionales nacionales e internacionales en cuanto a accesibilidad, disponibilidad de servicios y calidad de vivienda, pero pocos indicadores relativos a aspectos cualitativos que determinan la aceptabilidad, así como de los procesos que posibilitan a las familias

**Tabla 1. Clasificación de indicadores de la vivienda.**

<i>Indicador</i>	<i>Definición del componente</i>	<i>Parámetros de evaluación</i>
Accesibilidad	Indicadores relacionados con el acceso de la población a una vivienda que asegure un estándar mínimo de habitabilidad para el hogar, medidos mediante la <i>situación jurídica de la tenencia</i> (seguridad legal - certeza jurídica avalada con escrituras); y, <i>precariedad habitacional</i> (hacinamiento) Ubicación segura, diseño y estructura adecuada y espacios suficientes para una convivencia sana. El hacinamiento está asociado con pequeñas áreas de habitabilidad y altas tasa de ocupación –el alto número de personas en un mismo espacio y el elevado número de casas en un solo entorno.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Viviendas particulares según tenencia de la vivienda (Propietario, Con escrituras)</li> <li>2. Precariedad Habitacional – hacinamiento (Número de habitaciones-dormitorios por vivienda, Número de habitantes por vivienda)</li> </ol>
Disponibilidad	Información relacionada sobre el estado de la disponibilidad de servicios en las viviendas. La habitabilidad no puede definirse ni construirse independientemente de ellos. Un espacio puede considerarse habitable no sólo teniendo las condiciones espaciales y materiales mínimas, sino también si dispone de accesibilidad a servicios y recursos propios de la condición de ciudadanía. La calidad del servicio ofrecido, entendida como la relación entre la necesidad que debe satisfacer y las condiciones particulares con las que lo hace. (Salubridad) Servicios básicos de buena calidad. Hábitos de comportamiento que promueven la salud (saneamiento básico, ventilación, etc.) Acceso a servicios básicos que aseguren un nivel sanitario adecuado.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dotación de servicios básicos en la vivienda (Disponibilidad de agua entubada, de drenaje, de energía eléctrica y Tipo de combustible para cocinar en la vivienda)</li> <li>2. Disponibilidad de servicios públicos (Disposición de residuos sólidos, Disponibilidad de Tecnologías de información y comunicación)</li> </ol>
Calidad	Indicadores que brindan información sobre la calidad de los servicios y de la habitabilidad de las viviendas. El diseño y la estructura de la vivienda dependen de las condiciones climáticas y económicas y de las preferencias culturales. Los materiales y las técnicas de construcción deben producir estructuras duraderas, que proporcionen un alojamiento resistente, seco, seguro y accesible a personas con discapacidad. Los espacios de la vivienda deben tener áreas suficientemente amplias para una convivencia cómoda y sana, con una buena iluminación y ventilación.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calidad de materiales (Material deficiente/durable en pisos, muros y techumbres)</li> <li>2. Estabilidad de la construcción (Estado físico de la construcción)</li> <li>3. Percepción ambiental (Confort lumínico, acústico, térmico y privacidad-funcionalidad)</li> </ol>
Aceptabilidad	Identificación con la vivienda. El gusto y aceptabilidad que tiene el habitante de su hábitat individual, cultural y socialmente.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bienestar. (Nivel de satisfacción de expectativas)</li> <li>2. Habitabilidad. (Satisfacción en el desarrollo de sus actividades domésticas y su relación de usos, espacios y Adquisición de bienes y servicios)</li> <li>3. Percepción ambiental del entorno (Adecuada/inadecuada Salubridad –Seguridad)</li> </ol>
Asequibilidad	El acceso a la vivienda debe realizarse a un precio que sea asequible para todas las personas, y no puede poner en riesgo la capacidad de pagar por otras necesidades esenciales garantizadas por los derechos humanos, como la alimentación, la educación y la atención sanitaria.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipo de ocupación de la vivienda (Propia totalmente pagada o pagándose o hipotecada, rentada, prestada, Intestada o en litigio)</li> <li>2. Nivel de ingresos individuales – familiares (Número de miembros trabajadores, Tipo de empleo y Nivel y periodicidad de ingresos)</li> <li>3. Derecho habientes de servicios de la salud y prestaciones (Tipo de prestación)</li> <li>4. Actividades productivas en la vivienda (Autoconsumo, Prestación de servicios, Comerciales, Productivos, Renta de espacio)</li> </ol>

NOTA: La interpretación de estos elementos es completada con el análisis formal-funcional de las viviendas a través de los levantamientos arquitectónicos y registros fotográficos realizados en las viviendas encuestadas, en el análisis del cumplimiento de las normas y reglamentos de construcción local.

**Tabla 2. Clasificación de indicadores de los procesos de producción social de la vivienda.**

<i>Indicador</i>	<i>Definición del componente</i>	<i>Parámetros de evaluación</i>
Caracterización de las familias	La estructura y composición familiar es fundamental, en tanto se constituye en un actor estratégico del desarrollo de la población. La familia incide de manera decisiva en sus condiciones de vida presente y en las opciones y posibilidades que tengan hacia el futuro, pero también porque a través de esta, que se establecen vínculos con el mundo político, social, cultural y económico, que la afectan, y sobre los cuales a su vez, la familia, es capaz de incidir fuertemente. Con base en la información de fuentes estadísticas de las características sociodemográficas disponibles, suele identificarse como hogar al grupo humano que comparte techo y presupuesto de alimentos.	1. Patrón de crecimiento (Tamaño -número de miembros, Composición -parentescos, Edades, Grados de escolaridad, Estado civil y Lengua materna)
Dimensión social en la Producción Social de la vivienda	El ámbito relacional que contempla las posibles inserciones de redes de relaciones, en sistemas de sociabilidad, de contención que hacen a la integración en diferentes lazos sociales en la producción social de la vivienda, con la finalidad de identificar si estas experiencias son planificadas y organizadas colectivamente en todas sus fases, como experiencias dirigidas a apoyar procesos de beneficio individual (a hogares), o se refiere a una sumatoria de individualidades sin planeación ni organización. De forma tal que sea posible identificar, en cada etapa del proceso de la producción de la vivienda, cuáles son las instancias de lo que se hace individualmente y cuáles de las acciones colectivas.	1. Acciones de mejoramiento habitacional (Tipo, Propósito y resultado de la acción)  2. Participantes en las acciones de mejoramiento (Participantes, Tipo de participación y Nivel de participación)  3. Tipo de organizaciones, objetivos, formas de pertenencia (organizaciones Políticas, Religiosas, Económicas, Deportiva, Cultural o Académica)

la asequibilidad a una vivienda. La aceptabilidad es definida por el gusto o agrado que siente el habitante individual, cultural y socialmente por su vivienda en función de sus necesidades y expectativas. Y en cuanto a la asequibilidad, se consideran aspectos relativos a la situación socioeconómica de los hogares que autoproducen su vivienda, considerando tipos, niveles y prioridad de ingresos, como también si cuentan con derechos a servicios y prestaciones (derechohabientes) (Tabla 1). Y para entender el conjunto de modalidades de autoproducción ejecutadas históricamente por los sectores de menores ingresos, así como la ampliación de usos que se da al espacio físico de la vivienda, se consideran las características sociodemográficas familiares y el ámbito relacional que contempla las posibles inserciones de redes de relaciones, en sistemas de sociabilidad, de contención

que hacen a la integración en diferentes lazos sociales en la producción social de la vivienda, con la finalidad de identificar si estas experiencias son planificadas y organizadas colectivamente en todas sus fases, como experiencias dirigidas a apoyar procesos de beneficio individual (a hogares), o se refiere a una sumatoria de individualidades sin planeación ni organización (Tabla 2).

Se empleó un muestreo intencional no probabilístico en la Colonia Las Granjas, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, asentamiento popular ya consolidado donde se manifiestan diversos tipos de organización social, mediante un estudio explicativo, ex post-facto<sup>1</sup>, con un diseño multifactorial.

<sup>1</sup> Es el estudio de fenómenos que ya se han producido. En este caso, sobre el desarrollo o evolución de las variables durante el proceso de construcción de la vivienda.

### Resultados de la investigación

No fue posible detectar parámetros veraces de medición de las posibles intervenciones de programas oficiales en el proceso de la PSV o el número de hogares beneficiados por créditos por empresas financieras, ante la falta de información estadística de las acciones efectuadas para el mejoramiento de la vivienda con apoyos extra individuales/familiares y la variedad de los tipos de acciones de mejoramiento, ampliación y/o introducción de servicios, en una diversidad de formas y tamaños de vivienda, que son edificadas a diferentes ritmos constructivos; por no contar con el acompañamiento de asistencia técnica ni de servicios de asesoría financiera, organizativa y de gestión, que cuantificara y controlara la calidad de estas acciones; además de la desconfianza de estos sectores sociales a manifestar

abiertamente su nivel de ingresos y apoyos recibidos, impidiendo realizar un análisis comparativo de costo real de la construcción por metro cuadrado entre acciones con y sin apoyos financieros, además se identifica la generación de un mercado inmobiliario a partir de la consolidación de las viviendas, éstas son actualmente propiedad de terceras personas, quienes desconocen el proceso de gestión de la producción de la vivienda adquirida.

Los procesos de gestiones, tomas de decisión y la movilización de recursos, en general, son hechos básicamente por el grupo familiar o unidad doméstica autoproductoras, de manera aislada de otros grupos familiares. Sin embargo, esta producción individual tiene siempre, de todos modos, algún nivel de soporte/apoyo que trasciende a ese grupo. En ➤



Figura 2

dicho proceso, la participación de la mujer es fundamental en los procesos de gestión de recursos materiales y económicos para la producción de la vivienda, así como en la definición de las acciones a realizar, sin embargo, estas actividades son consideradas poco relevantes, aun por ellas mismas.

En cuanto al incremento en el valor de uso de la vivienda, se corrobora la existencia y variedad de actividades productivas asociadas a la vivienda, originadas por la necesidad de generar o complementar los ingresos familiares de la población de bajos ingresos. La mayoría de estas actividades productivas que se realizan en la vivienda son informales, sin controles sobre los ingresos y egresos que la actividad aporta, y en qué medida benefician la situación financiera de la familia. Los giros productivos detectados son de prestación de servicios (peluquerías y cibernets) y comerciales (abarrotes, frutas y verduras, mercaderías, carnicerías, ferreterías, cervecerías) y algunos talleres

(mecánicos, herrerías, costura). La venta de abarrotes es más abundante, muchos de ellos venden productos de forma muy limitada (Figura 1 y 2).

Los levantamientos arquitectónicos revelan que para la realización del trabajo se ocupan áreas de la vivienda, generándose interferencias entre las distintas actividades de la familia por la superposición de actividades. La necesidad de sostén económico de la familia se antepone a la disponibilidad de espacio físico para las actividades familiares, se resuelven con la readecuación de los espacios interiores, y en particular, son las áreas de estar que se independizan del resto de la vivienda para convertirse en lugares de trabajo.

### **Contribución a los programas DEL sector de la vivienda**

Los programas gubernamentales de apoyo a la PSV deben ampliar su visión de mecanismos de gestión de recursos e incluir apoyos a la consolidación de espacios destinados a actividades productivas en

la vivienda, además de considerar la estructura y composición familiar para el otorgamiento de beneficios. Estos programas deben incluir estrategias de asesoría integral para obtener soluciones de mayor calidad, menor costo y tiempo de ejecución, con asesores profesionales de la construcción para garantizar el uso óptimo de los recursos en las acciones de mejoramiento, ampliación e introducción de servicios para mejorar las condiciones de habitabilidad de la vivien-

da y considerar otros usos compatibles con el habitacional en los espacios generados.

Para lo cual es necesario sustituir el concepto de vivienda destinada a una sola familia y un solo uso por el de estructuras flexibles que evolucionan conforme a la dinámica de los hogares y proveen servicios habitacionales colectivos mezclados con otros usos; usos que generen oportunidades de empleo y consoliden los vínculos sociales en el barrio.



---

### **Teresa del Rosario Argüello Méndez**

Nace el 15 de octubre de 1963 en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

En 1987 es licenciada en arquitectura por la Universidad Autónoma de Chiapas; en 2002 concluye la maestría en Arquitectura en la Universidad Nacional Autónoma de México. En 2011 obtiene el grado de Doctora en Arquitectura por la Universidad Politécnica de Cataluña.

Es docente en la Facultad de Arquitectura de la UNACH desde 1990, obteniendo el reconocimiento de perfil deseable por la SEP.

Sus áreas de investigación están relacionadas con la arquitectura bioclimática y sustentable en la producción de la vivienda y la ciudad.



Figura 1

## Habitabilidad ambiental en la vivienda serie en México, indicadores sociales y calidad de vida

Desarrollar un índice de habitabilidad con aspectos ambientales, urbanos y de micronegocios para definir prioridades en las políticas públicas dirigidas a mejorar la calidad de vida de los habitantes.

La habitabilidad se relaciona con la construcción de espacios para el uso humano. Su análisis es considerado transformador del espacio y un eje de valoración arquitectónica (Mejía, 2009). Esta cualidad espacial posee variables, enfoques y percepciones diversas, entre las que destacan las físico-espaciales, contextuales, ambientales y de cohesión social.

En México, el problema de producción de vivienda masiva, se ha

enfocado en abatir el rezago habitacional más que a tratar de contribuir en la calidad de vida con base en los espacios generados (Organista, 2015).

Aunque siempre se han utilizado variables para evaluar el éxito de las políticas, en los últimos años se han afianzado los indicadores como opción ya que son más precisos. Este proyecto plantea hacer un índice a fin de representar de manera simplificada una situación compleja y poder comparar un mismo fenómeno entre espacios y ciudades diferentes.

### Planteamiento de la investigación

La habitabilidad se refiere a las características espaciales, sociales y ambientales de la vivienda y el asentamiento que contribuye al bienestar de los habitantes y a la satisfacción de sus necesidades (UN-HABITAT, 1996) objetivas y subjetivas de los individuos y grupos que las ocupan (Castro, 1999 citado por Landazuri y Mercado, 2004: 90), así como el gusto o agrado que sienten los habitantes de su vivienda en función de sus necesidades y expectativas (Mercado y González 1991).

En ese sentido, la habitabilidad está estrechamente vinculada a la calidad de vida, es decir, a la manera de cómo los usuarios disfrutan los espacios, la vivienda y el entorno.

Para calificarlas existen dos tipos de criterio, uno derivado de parámetros y otro, proveniente aspectos intangibles que responden al medio cultural específico donde se habita. El primero se ha traducido en normas o estándares generalizados referentes a aspectos cuantitativos de saneamiento básico, servicios públicos, accesibilidad, relación entre espacio libre y espacio construido, densidad habitacional, tamaño, estabilidad y eficacia de las unidades de vivienda, mientras que el segundo se relaciona con la valoración del entorno por parte de los habitantes y con su satisfacción en términos de seguridad, identidad, comodidad, cohesión social y apropiación.

Al referirnos a la estimación de la habitabilidad, buscamos indicadores para hacer la calificación. Un indicador es una variable que supera su valor neto para representar una realidad múltiple pero que debe de ser comprendida fácilmente y evaluable por la totalidad de las personas, Rueda (2001 citado en Hernández, 2009: 89) define los indicadores como “una variable... que provee una información

agregada, sintética, respecto a un fenómeno más allá de su capacidad de representación propia [que se] dota exógenamente de un valor añadido”.

Los indicadores para que sean útiles deben ser exactos, accesibles, ser medibles, contar con datos periódicos y deben cumplir con tres condiciones: comunicabilidad, accesibilidad y publicidad.

Para evaluar la habitabilidad, proponemos un sistema de indicadores de dos tipos *básicos* o unidimensionales y *complejos* o multidimensionales porque permiten relacionar diversos aspectos en causas y efectos. En las dos propuestas se atendieron tres ámbitos independientes que hemos llamado dimensiones: ambiental, social y económica.

### Metodología

En esta investigación establece los parámetros para valorar las condiciones de habitabilidad ambiental, urbana y cohesión social en fraccionamientos de Mérida, Mexicali y Ciudad Juárez, de tipo mixto y abarca:

Habitabilidad ambiental en la vivienda, se resuelve con una encuesta y se complementa con equipo de medición de temperatura, humedad, viento, ruido, intensidad lumínica y CO<sup>2</sup>.

Habitabilidad urbana, que incorpora una encuesta de percepción sobre la calidad del espacio y los servicios, las necesidades y problemas que los habitantes de los fraccionamientos tienen en este rubro.

Cohesión social en función a los micronegocios existentes en cada sitio, se aplicaron encuestas y entrevistas a profundidad en los establecidos en las zonas de estudio indagando aspectos cualitativos del éxito y potencial de los mismos.

En el análisis es estadístico lo que facilita el cruce de variables con una

validación superior al 95% y para los aspectos cualitativos fue información directa con entrevistas a profundidad y observación participante.

### Resultados

Esta investigación no ha concluido y los resultados están en proceso, pero se plantea lo que hay hasta el momento.

La habitabilidad ambiental fue evaluada en función de 18 indicadores, la mitad desarrollados con normatividad internacional-nacional y la otra con el nivel de percepción-satisfacción de las condiciones de la vivienda, lo que permite hacer un comparativo entre la teoría del bienestar con las condiciones reales de cada caso.

Es posible estimar valores de temperatura neutral o el punto donde nos sentimos en confort térmico y compararlo contra el nivel de aceptación del ambiente térmico medido, la calidad del aire, satisfacción olfativa, aceptación del ambiente lumínico artificial y natural, la satisfacción con la calidad acústica de los espacios, el hacinamiento general y del nocturno, el tamaño y uso de la vivienda y las posibilidades de crecimiento.

Estudios de este tipo permiten establecer de forma clara las condiciones reales del espacio (valores medidos), el grado de adaptación térmica o deterioro en casos de la vista (por iluminación deficiente), el oído (ambiente acústico) u olores (ambiente olfativo) figura 1.

La habitabilidad urbana, es quizás el aspecto más visible del entorno ya que la percepción de los espacios abiertos y áreas públicas se obtiene de la observación y sensibilidad del visitante.

La percepción del entorno es más apremiante para el visitante que para el habitante quien ubica los riesgos, identifica las zonas peligrosas y

mantiene recorridos en los lugares donde puede contar con ayuda.

Los habitantes conocen el ambiente de su sector, están familiarizados con las condiciones de conservación o deterioro de las edificaciones y minimizan su influencia negativa. El visitante observa imágenes y símbolos, que son más impactantes y se focaliza en la falta de calidad del entorno en comparación con otros sectores. Los niveles de valoración están sujetos a la tolerancia o intolerancia.

El cuestionario aplicado considera cuatro aspectos: *Básico* sobre movilidad, servicios de las instituciones, calidad del equipamiento y servicios de la colonia; *Seguridad* sobre el ambiente de violencia en su sector; *Social* relativos al ambiente familiar y socialización entre vecinos y *Emotivo* referentes al significado, adulto mayor y soledad.

La cohesión social se evalúa en función a los micronegocios que operan en los fraccionamientos y su trascendencia al resolver necesidades de abasto, como una forma de autoempleo que permite mejoría en el ingreso, la interacción entre los vecinos y la formación de redes sociales de ayuda. Las modalidades más frecuentes son casa-negocio, negocio independiente, negocio exclusivo y negocio fuera.

### Potencial

Realizar un índice con la articulación de las tres dimensiones en un sistema de indicadores como base, permite a varios sectores revisar el rumbo de las acciones propuestas. Dejamos para su uso una base aplicable y replicable sobre la evaluación de la habitabilidad ambiental en la vivienda y su entorno. Con esta propuesta las autoridades podrán articular proyectos o adecuar programas, que pueden incidir en las políticas públicas.

## Bibliografía

- Castro, M. E. (1999). Habitabilidad, medio ambiente y ciudad. II Congreso Latinoamericano: El habitar. Una orientación para la investigación proyectual. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Hernández, Aja Agustin. (2009 mayo). Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana. en INVI, 65 (24), pp. 79-111
- Lándazuri, A. M y Mercado, J. S. (2004). Algunos factores físicos y psicológicos relacionados con la habitabilidad interna de la vivienda. Medio Ambiente y Comportamiento Humano, 5 (1 y 2), 89-113.
- Mejía Escalante, M. (25 de Agosto de 2009). Habitabilidad en los asentamientos humanos. Recuperado el 25 de Abril de 2013, de Énfasis en la vivienda: <http://www.scribd.com/doc/19163515/vivienda-y-habitabilidad>
- Mercado, S. J. y González, J. (1991). Evaluación psicosocial de la vivienda. México: INFONAVIT.
- Organista, Camacho Mariel. (2015). Habitabilidad en la vivienda de interés social de Ensaneda Baja California. Propuesta de instrumento de diseño. Tesis Maestría, Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Arquitectura y Diseño, Campus Mexicali.
- Rueda, Salvador. (2001). Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles en Workshop: Indicadores de huella y calidad ambiental urbana, Fundación Forum Ambiental. Barcelona.
- UN-HÁBITAT. (1996). II Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos, en Ciudades para un Futuro más Sostenible, Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/aghab/lista.html>



### Carmen García Gómez

Arquitecta egresada de la Facultad de Arquitectura Autogobierno de la UNAM, Maestra en Arquitectura por la UADY y Doctora en Arquitectura por la Universidad de Colima. Profesora e investigadora de la Universidad Autónoma de Yucatán y Universidad Marista; docente en nivel licenciatura y maestría; asesora de doctorado. Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores en el nivel I y perfil PRODEP. Participación en diversos proyectos

de investigación a nivel local y nacional; coordinación de tres libros colectivos y publicaciones de artículos y capítulos en revistas impresas y electrónicas a nivel nacional e internacional.

#### Coautores

Dra. Leticia Peña Barrera, co-responsable, profesora investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Dr. Gonzalo Bojórquez Morales, co-responsable, profesor investigador de la Universidad Autónoma de Baja California.

# 5. Experiencias de levantamiento de información en viviendas

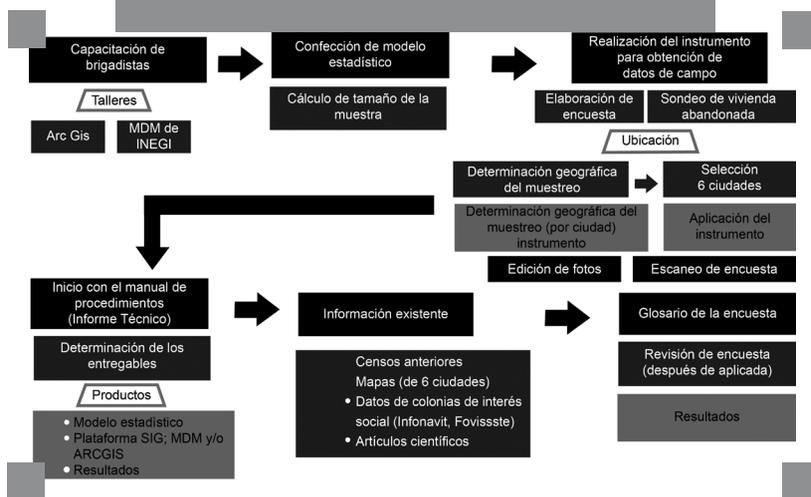


Figura 1

# Censo de barrido físico de vivienda deshabitada en Sonora, México; causas principales de abandono

Diseño y aplicación de encuesta en viviendas deshabitadas, de 6 ciudades del Estado de Sonora. Determinar sus principales causas de abandono.

Georreferenciadas y documentadas en un SIG<sup>1</sup>.

## Antecedentes

En los últimos años, se ha visto un incremento en el abandono de viviendas en México, y ha acaparado la atención de diversas organizaciones, investigadores, órdenes de gobierno, instituciones promotoras de vivienda y crediticias, entre otras, debido a su posible impacto económico, sobreoferta, social, así como del incremento de delitos. Estos hechos se vieron reflejados en la comparativa

de los resultados de los dos últimos censos de INEGI; XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y del XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.

<sup>1</sup> Artículo derivado del Proyecto Conacyt-Conavi-2011-01-164968, denominado “Sistema integral para la ubicación de vivienda deshabitada mediante un censo, barrido físico, geoposicionamiento y documentación en un sistema de información geográfica (SIG)”. México. 2011.

### **Alcances y objetivo de esta investigación**

Desarrollar un estudio sistemático y detallado para ubicar las viviendas deshabitadas mediante un censo de barrido físico, geo posicionamiento y la evaluación de las causas reales que dan origen a este fenómeno, así como, su documentación en un sistema de información geográfica (SIG) con el propósito de recolectar información orientada a mitigar y proponer soluciones para resolver la problemática existente.

### **Metodología; actividades realizadas para el desarrollo de este proyecto:**

Las actividades realizadas, se resumen en el mapa conceptual, Figura 1.

### **Diseño de la encuesta**

La cédula (encuesta) de llenado consta, para este estudio, de variables distribuidas en 10 apartados, enfocadas primordialmente a evaluar las posibles causas y plantear soluciones de abandono, identificar aspectos que se deben cambiar en lo existente en asignación de créditos y conocer algunos otros aspectos de la vivienda. Los rubros que se incluyen en el instrumento son:

- Situación Legal y Administrativa de la vivienda;

- Datos de las personas que proporciona la información
- Información que proporcionan las personas encuestadas
- Tipología en el uso de la vivienda
- Causas probables de abandono
- Condiciones Generales de la vivienda
- Localización geográfica de la vivienda
- Características Generales de la vivienda
- Croquis general de localización de la vivienda deshabitada
- Croquis de zona con viviendas encontradas desocupadas

Entre la información adicional que el encuestador debe señalar es; el tiempo que lleva abandonada la vivienda, número personas que la habitaban, tiempo que duró habitada, tipo de crédito que se tenía de la vivienda, estado de las vialidades, servicios y calidad de los mismos, tipos de asentamientos aledaños al área, estratos socioeconómico tanto del área encuestada como de las áreas aledañas, uso del suelo de acuerdo al PDU, nivel de seguridad-inseguridad (violencia, delincuencia) aspectos ambientales del entorno, porcentaje de empleo-desempleo de la zona, monto aproximado

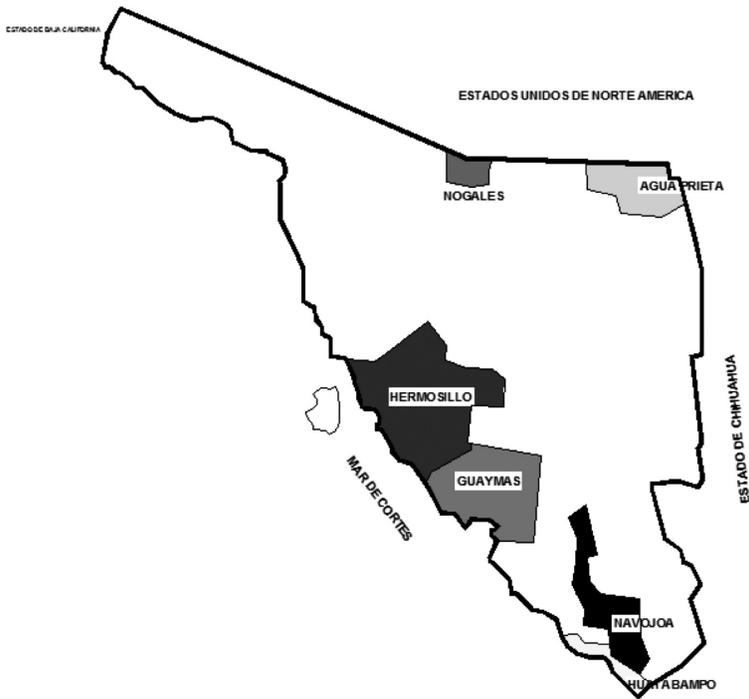


Figura 2

mensual del crédito hipotecario, entre otros. En el instrumento, también se elaboró un croquis de la vivienda vs calles aledañas y mediante GPS se georreferenció cada vivienda, de igual forma se tomaron fotografías de distintos ángulos.

### Selección de las ciudades para este estudio

Para reflejar y garantizar una heterogeneidad de los resultados a las distintas zonas geográficas de Sonora, se realizó la selección de los poblados, tomando en consideración las ciudades más pobladas del Estado de Sonora, así como las ubicadas en zonas estratégicas tales como: Nogales y Agua Prieta; ciudades fronterizas al Norte, Hermosillo y Guaymas; ciudades en el centro, Navojoa y Huatabampo; ciudades al Sur de Sonora. La ubicación de las ciudades se muestran en la Figura 2.

### Cálculo del tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de muestra, el cálculo es el siguiente: , donde;  $p = 0.5$ ,  $q = 0.5$ ,  $\sqrt{pq} = 0.5$ ,  $Z_a = 1.960$ ,  $e = 0.05$ ,  $N =$  tamaño de la población y  $n_0 = (Z_a \delta / e)^2$ . Tomando en consideración el total de las 69064 viviendas deshabitadas de los poblados seleccionadas, y aplicando el cálculo del tamaño de la muestra para cada poblado, con base en las viviendas deshabitadas por poblado, se muestran en la Tabla 1 tanto el total de viviendas como el total de encuestas a aplicar, tomando en cuenta intervalos de confianza de 99, 95 y 90.

### Resultados, más relevantes de abandono de vivienda deshabitada.

**Hermosillo**, de las variables analizadas, la migración con un 24.5%,

Ciudad	Total de viviendas deshabitadas	Total de encuesta a aplicar (con base en el tamaño de muestra)
Hermosillo	38116	371
Nogales	9613	266
Agua Prieta	4731	153
Guaymas	6691	257
Navjoa	6929	272
Huatabampo	2984	78

Tabla 1

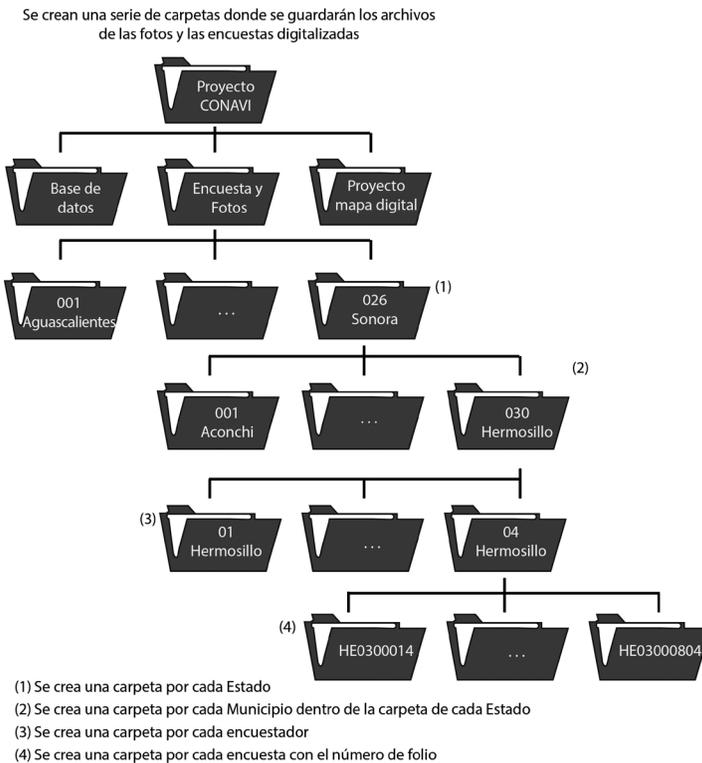


Figura 3. Carpetas generadas en la plataforma MDM, en este caso se muestra el ejemplo para la ciudad de Hermosillo. ➤

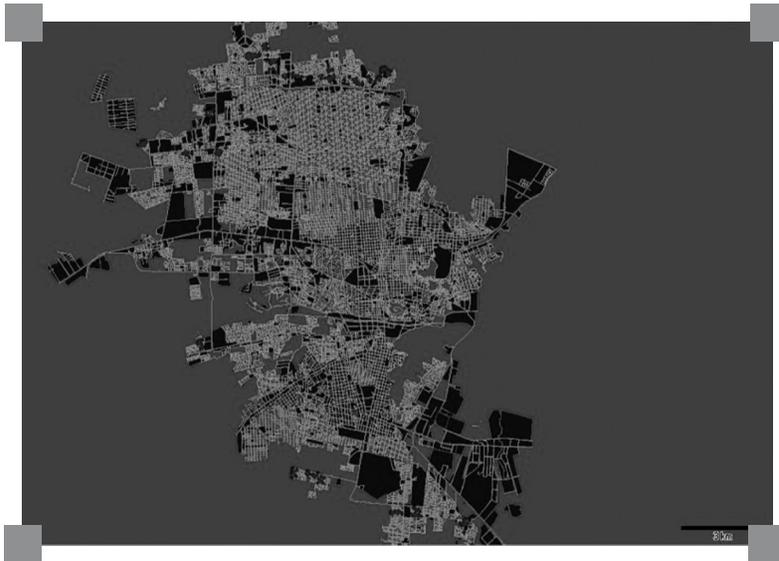


Figura 4

el incumplimiento de contrato 14%. Por otro lado, el 27% de ellas están invadidas, mientras que 25% de ellas se encuentran con un alto indicio de vandalismo y no están habitables.

**Guaymas**, la de mayor relevancia fue la migración, como causa de abandono, con un 19.1%, el tener otra casa fue del orden del 9%, y el incumplimiento de contrato es del 6%. Del total de Guaymas, el 27% de ellas están invadidas, mientras que 35% de ellas se encuentran con un alto indicio de vandalismo, y no están habitables.

**Navojoa**, la mayor causa es la calidad de vivienda con un 32%, la migración (17%), la falta de pago (14.7%), el tener otra casa (13.6%) y el incumplimiento de contrato (11.4%). De este total de viviendas deshabitadas el 21% de ellas están invadidas, mientras que

solo el 3.5% de ellas se encuentran con un alto indicio de vandalismo y no están habitables. **Huatabampo**, la calidad de vivienda con un 32.1%, el tener otra casa (21.8%) y la migración (14.1%), son las causas más recurrentes de abandono. Del total de viviendas deshabitadas, el 9% de ellas están invadidas y 10% de ellas se encuentran con un alto indicio de vandalismo y no están habitables. **Agua Prieta**, la migración sobresale con un 34%, la calidad de la vivienda (10.5%) y el incumplimiento de contrato con un 6%. Del total de viviendas deshabitadas, el 33% de ellas están invadidas y solo el 2% de ellas se encuentran en condiciones no habitables. **Nogales**, la migración resalta con un 32.3%, el incumplimiento de contrato (12%) y el tener otra casa (10.5%). El 11% del total de

viviendas deshabitadas están invadidas y solo el 1% de ellas no son habitables, por el alto indicio de vandalismo.

Resultados del Sistema de Información Geográfico (SIG), utilizando la plataforma Mapa Digital de México (MDM) de INEGI. En la Figura 3 se muestran las carpetas en las que se incluyen toda la información de las bases de datos de las encuestas aplicadas; encuesta completa, fotos, datos de ubicación, para cada una de las 6 ciudades de estudio.

En la figura 4 se muestra la plataforma con la capa de puntos,

estos se pueden observar en el mapa (puntos oscuros). Se posiciona en cualquier punto oscuro y se despliega toda la información de la vivienda.

### Bibliografía

Informe Técnico Final del proyecto; “Sistema integral para la ubicación de vivienda deshabitada mediante un censo, barrido físico, geo posicionamiento y documentación en un Sistema de Información Geográfica (SIG)”. Clave CONACYT-CONAVI-2011-01-164968



### Dagoberto Burgos Flores

Ingeniero Civil por el Departamento de Ingeniería Civil y Minas la Universidad de Sonora. Maestro en Ciencias en Ingeniería, con énfasis en Ingeniería Ambiental, de la Universidad de Sonora. Doctor en Ciencia y Tecnología Ambiental por el Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados, S. C. Actualmente, profesor de tiempo completo en el Departamento de Ingeniería Civil y Minas de la Universidad de Sonora. Y Coordinador General (Nacional) del Programa Interinstitucional del Doctorado en Ingeniería Civil del Consorcio de Universidades Mexicanas. [dburgos@dicym.uson.mx](mailto:dburgos@dicym.uson.mx)

### Colaboradores:

**M.C. Clicerio Rivas Unzueta**, Maestría en Ingeniería por la Universidad Autónoma de Querétaro. MTC del Departamento de Ingeniería Civil y Minas de la Universidad de Sonora.

**Dra. Ana Cecilia Borbón Almada**. Doctorado en Ingeniería por parte de la Universidad Autónoma de Baja California.

**Dra. Ana Lilia Leal Cruz**, Doctorado en Ciencias, en Ingeniería Metalúrgica y Cerámica, CINVESTAV. Profesor Investigador del Departamento de Investigación en Física, de la Universidad de Sonora.

**Dr. Nicolás Sau Soto**, Doctorado por la Universidad de Nuevo México. MTC del Departamento de Ingeniería Civil y Minas de la Universidad de Sonora.



Imagen 1

## ¿Cómo caracterizar vivienda deshabitada, en la zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas?

Explicar proceso metodológico cuanti-cualitativo, para estudiar componentes económicos y sociales que caracterizan la vivienda deshabitada, en Zona Metropolitana (ZM) de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas<sup>1</sup>, para escenarios de aprovechamiento futuro del mismo.

La presencia de vivienda deshabitada (VD), entre 2000 al 2005, en el país incrementó un 40.25%, pasando de 3,024,308 a 4,249,929; en Chiapas entre 2005 al 2010 incrementó 6.82%, pasando de 119,903

a 128,078 y en este mismo período, la ZM de Tuxtla Gutiérrez, creció 25.29%, pasando de 18,116 a 22,698. El 66.48% del crecimiento total de la VD, está concentrado en la ZM de Tuxtla Gutiérrez y 33.52% en el resto del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez concentra 58.77%, Chiapa de Corzo 18.75% y Berriozábal 22.48%. El crecimiento de la VD entre 2005 al 2010 en Berriozábal fue de 139.38%, en Chiapa de Corzo 28.83% y Tuxtla Gutiérrez 18.71% (Inegi, 2010). En

<sup>1</sup> Artículo derivado del Proyecto Conacyt-Conavi-2011-01-165775, denominado: Propuesta metodológica para encuestar vivienda deshabitada. Caso de aplicación: Zona Metropolitana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México, 2011.

este contexto ¿Qué características debe tener una metodología cuantitativa, que permita construir indicadores, medir, evaluar, detectar y explicar la problemática de la vivienda deshabitada? y ¿Cuáles son las principales fases y etapas?.

### **Planteamiento y desarrollo de la investigación**

El período de ejecución fue del 16 de diciembre de 2011 al 10 de febrero de 2014 en la ZM de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Participaron docentes y alumnos de dos Licenciaturas: Estadística y Sistema de Información, además de Arquitectura y el Posgrado en “Arquitectura y Urbanismo”, como tesis, entrevistadores, supervisores y validadores de información.

La aplicación de la metodología se realizó en varias etapas, entre ellas: recopilación de la información, procesamiento de la misma y análisis de variables. Como técnica metodológica se llevó a cabo un análisis estadístico en el nivel descriptivo, en forma univariada. En la que se describieron las variables como tal, haciendo usos de medidas de tendencia central y medidas de dispersión, combinando esta con la información cualitativa acopiada.

Como materiales o insumos, se usó un enfoque cuantitativo, con información de fuentes secundarias, primarias

y se diseñó un marco muestral, donde la población objeto fue el “conjunto de familias”. La unidad muestral fue el “número total de familias seleccionadas” y la unidad de análisis estuvo referido por “la familia”. Se usó como instrumento de recolección de datos un cuestionario (encuesta 78 ítems), aplicada mediante técnica de números aleatorios, a la familia contigua a la vivienda deshabitada y guía de observación cualitativa (12 ítems). El tipo de muestreo fue probabilístico aleatorio, sin reemplazo, por conglomerado estratificado, para una población finita y con factor de expansión (Martínez, 2004). El primer estrato conformado por la variable “ciudad” (Berriozábal, Chiapa de Corzo y Tuxtla Gutiérrez). El segundo estrato, por número de AGEB de la siguiente manera: Berriozábal con 29 AGEB, se seleccionó 4; Chiapa de Corzo con 23 AGEB, se seleccionó 5 y Tuxtla con 214 AGEB, se seleccionó 8; en conjunto se seleccionaron 17 AGEB<sup>2</sup>.

El tercer extracto fue el número de viviendas deshabitadas: Berriozábal 579 viviendas deshabitadas, Chiapa de Corzo 1,686 viviendas deshabitadas y

<sup>2</sup> El primer criterio establecía, presencia/ausencia de vivienda deshabitada; el segundo, presencia únicamente de vivienda deshabitada; el tercero, vivienda deshabitada con valor mayor a la mediana y el cuarto, por ubicación dentro de la ciudad. ➤

Apartados que componen el cuestionario diseñado (instrumento de campo cuantitativo)	Atributos de la escala				Total ítem por subapartado
	cualitativo		Cuantitativo		
	Nominal	Ordinal	Razon	Intervalo	
	Identificación	11			11
Aplica para todos los miembros de la familia encuestada	Estructura familiar	5		1	6
	Economía (actividad-ingreso)	1			1
	Social (salud, migración educación)	4	1		5
	Social (procedencia, derechohabencia, religión, discapacidad y lengua que habla)	5			5
	Permanencia en el barrio y seguridad jurídica	4			4
Aplica solo para un miembro de la familia encuestada, mayor a 18 años de edad	Características socioculturales	4			4
	Recursos y problemas comunitarios	3			3
	Servicios básicos	5			5
	Equipamientos existentes	2			2
	Características e información de la viviendas deshabitada	10			2
	Datos básicos de la vivienda encuestada	5			3
	Bienes y TIC	2			2
	Observación vivienda deshabitada	7		1	8
	Evaluación actitud encuestado	1			1
	<b>Total ítem cuestionario</b>	<b>69</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>

FUENTE: Construido por el autor con referencia a los datos que contiene el cuestionario, como técnica para acopiar información de fuentes primarias.

Tuxtla Gutiérrez 16,958 viviendas deshabitadas, que en conjunto totalizan 19,223 viviendas deshabitadas, con el cual se calculó el tamaño de muestra (n=185). Se obtuvo también el factor de expansión o magnitud de representación que cada selección posee, para describir una parte del universo de estudio (Zapata-Ossa, et. al, 2010). Para berriozábal fue de  $f = 1/(11/579) = 52.63$ , o sea un caso representando 53 viviendas deshabitadas. Para Chiapa de Corzo, fue  $f = 1(33/1,686) = 51.09$ , y en Tuxtla fue de  $f = 1/(141/16,958) = 120.27$ .

## Resultados

Los pasos que se siguieron en el diseño de la metodología son los siguientes: Acopio de información de fuentes secundarias y primarias, diseño de marco muestral con factor de expansión y método de selección del marco muestral mediante los siguientes eventos: 1) división de la población por AGEB, grupos

o extractos poblacionales; 2) uso del valor de la “mediana”, para seleccionar AGEB por arriba del valor de esa medida de centralidad estadística y; 3) clasificación de las AGEB que aglutinan vivienda financiada por algún organismo público, evitando seleccionar población de bajos ingresos.

Los entrevistadores, supervisores y validadores de trabajo de campo capacitados, en cada AGEB seleccionada realizaron: 1) recorrido de las AGEB y ubicación de VD por manzana; 2) elaboración de croquis de manzanas con ubicación de VD; 3) aplicación de instrumento de observación de campo cualitativo para evaluar calles y manzanas; 4) enumeración consecutiva de VD, por AGEB y por ciudad; 5) Localización de VD susceptibles de aplicarse el cuestionario, mediante técnica de generación de números aleatorios enteros. 6) Aplicación de cuestionario a la vivienda contigua habitada, con seis posibilidades: dos a la

Ciudad	Ageb totales	Ageb seleccionadas	Vivienda deshabitada en Ageb seleccionadas	Estadístico de tendencia central			Marco muestral	Número de viviendas deshabitadas con corrección (f)	Factor de expansión (f)
				Media	Mediana	Moda			
<i>Berriozábal</i>	29	4	579	32	31	44	6	11	53
<i>Chiapa de Corzo</i>	23	5	1,686	80	60	60	16	33	52
<i>Tuxtla Gutiérrez</i>	214	8	16,958	84	63	59	163	141	121
<b>Total</b>	<b>266</b>	<b>17</b>	<b>19,223</b>	-	-	-	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>104</b>

Fuente: Construido por el Autor, tomando como referencia la base teórica fundamentada por Roberto Hernández Sampieri, (Cfr. Hernández, 2010:170-195) y la base de datos del INEGI denominada: "Censo de población y vivienda 2010" consultado en <http://www.censo2010.org.mx/>

Estrato por ciudad de la ZM de Tuxtla Gutiérrez	Ageb seleccionadas (AS)	Vivienda deshabitada en AS (fh=0.009623) Nh(fh)=nh	Muestra
<i>Berriozábal</i>	4	579	6
<i>Chiapa de Corzo</i>	5	1,686	16
<i>Tuxtla Gutiérrez</i>	8	16,958	163
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>19,223</b>	<b>185</b>

Fuente: Construido por el Autor, tomando como referencia la base teórica fundamentada por Roberto Hernández Sampieri, (Cfr. Hernández, 2010:170-195).

derecha, dos a la izquierda o dos enfrente de la vivienda deshabitada. 7) procesamiento, codificación, captura, revisión de bases de datos y análisis con el programa estadístico SPSS versión 21 (estadística uni y bivariada, en el enfoque cuantitativo; lectura y análisis documental en el cualitativo). 8) elaboración de material cartográfico por manzanas, de las 17 AGEB seleccionadas.

Entre los hallazgos relevantes, es significativo la descripción de tres fases que la metodología asume.

La **fase 1**, con dos etapas, evaluación preliminar y diseño y aplicación de instrumentos en campo. La **fase 2**, refiere sistematización del trabajo de campo (planeación detallada en el terreno de los hechos). Finalmente la **fase 3**, corresponde al análisis de resultados, en dos partes: Primera, análisis descriptivo socio-económico-demográfico, caracteriza la población interactuante en el espacio urbano, del parque habitacional habitado y deshabitado. Caracterización de estructura familiar,

aspectos económicos y sociales (salud, migración, educación, derechohabencia, procedencia poblacional, religión, capacidades diferentes y lengua indígena). Segunda parte, caracterización de la vivienda deshabitada y su hinterland económico y social (permanencia territorial y seguridad jurídica, características socioculturales, recursos y problemas comunitarios, servicios básicos, equipamientos existentes, caracterización e información de la vivienda deshabitada, datos básicos de la vivienda encuestada, bienes y TIC, observación de la vivienda deshabitada, evaluación de la actitud del encuestado) y comportamiento de fenómenos sociales y económicos.

### Conclusiones

El potencial de aprovechamiento, por el sector vivienda, de la metodología para la caracterización de la VD, está en los siguientes ejes:



Imagen 2

1) Acopia información de variables económicas y sociales de la población que interactúa con los espacios de VD en forma específica, directa e indirecta. 2) Caracteriza los segmentos de VD asociados con la presencia de inseguridad, la insuficiencia de servicios básicos, equipamientos e infraestructura que ofertan la periferia urbana de las ZM. 3) La metodología está dirigida para cualquier sector social, público o privado que relacione su actividad con el sector vivienda, desde el enfoque de conocimiento de especificidad espacial y social (in situ).

En el proyecto, participó la Universidad Autónoma de Chiapas, como sector público, a través de: Facultad de Arquitectura, que estudia la temática de vivienda y el Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas (CEDES), que aborda el análisis de la información estadística generada (bases de datos)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Parte de este artículo fue publicado en “memoria de ponencia del 6º. Congreso de Investigación UNACH 2013, págs.: 651-654”.

## Bibliografía

- ÁLVAREZ, C. Wílder (2011). Desarrollo urbano de bajos ingresos y participación comunitaria. Posibilidades y obstáculos. Caso de Estudio. Cuatro barrios periféricos en la localidad de Berriozábal, Chiapas, México. 1980-2005. (Tesis inédita de Doctorado en Urbanismo, distinción Mención Honorífica). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. D.F.
- ÁLVAREZ, C. Wílder (2004). Dinámica de la estructura urbana en la Ciudad de Ocozacoautla de Espinosa, Chiapas; a partir de la segunda mitad del siglo XX, 1970-1998. (Tesis Posgrado en Desarrollo urbano y Ordenamiento del Territorio). Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). México.
- BAZANT, Jan (2001). “Interpretación teórica de los procesos de expansión y consolidación urbana de la población de bajos ingresos en las periferia”. En: Revista Estudios Demográficos y Urbanos, mayo-agosto 2001, núm.

047, El Colegio de México A. C. D. F. México, Págs. 351-374.  
 HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio. (2010). Selección de la muestra. En Metodología de la investigación (5a. ed.) (pp. 170-195). México, D.F.: McGraw-Hill.  
 ROJAS Soriano Raúl, (2002), "Método para la investigación social. Una prospectiva dialéctica". Plaza y Valdés. 17Ava. Edición. México, D. F. 210 Págs.  
 SUPO Condori José (2012). Escalas de medición de las variables

[Video]. Perú: Sociedad Peruana de Bioestadística e Investigación en Salud. División de Investigación en Medicina. Extraído el 08 de febrero de 2014, de <http://bioestadistico.com/escalas-de-medicion-de-las-variables>.  
 ZAPATA-Ossa, H. d., Cubides-Munévar, A. M., López, M., Pinzón-Gómez, E. M., Filigrana-Villegas, P. A., & Cassiani-Miranda, C. (2010). Muestreo por conglomerados en encuestas poblacionales. Rev. salud pública. 13 (1), 141-151.



### Wilder Álvarez Cisneros

Investigador Nacional Nivel I (SNI), Arquitecto, Licenciado en Estadística y Sistema de Información, Maestro en Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio, por la UNACH, Doctor en Urbanismo por la UNAM. Profesor de TC de la Facultad de Arquitectura y el Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas (CEDES) de la UNACH. Líder del Grupo de Investigación Colegiado: Ciudad Sustentable, Gestión y Políticas Públicas (CISGEPP). Asesor Municipal de diversos Ayuntamientos de Chiapas, Consultor en Desarrollo Urbano en la elaboración de

planes municipales, Actualmente Director General del Sistema Municipal DIF del Municipio de Berriozábal, Chiapas. Coautores: Rodolfo Humberto Ramírez León\*, Oscar Ausencio Carballo Aguilar\*, Óscar Wilder Álvarez Hernández\*\*, Emmanuel Álvarez Hernández\*\*  
 \*PTCs del Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas (CEDES), UNACH. Miembros de CISGEPP.  
 \*\* Profesores de asignatura, de la Facultad de Arquitectura. UNACH. Colaboradores de CISGEPP



Figura 1

# Cómo evaluar la calidad urbana arquitectónica de los desarrollos de vivienda construida en serie

Modelo acerca de qué, de quién y de cómo evaluar si la vivienda es adecuada para los habitantes, con base en tres constructos componentes, dos evaluadores expertos y tres etapas.

**E**l trabajo deriva del proyecto CONAVI CONACyT 2011, registro 168887: Metodología para el registro, análisis, evaluación y proyección de la de los desarrollos habitacionales de vivienda construida en serie en México. Caso: Mérida, Yucatán.

## Planteamiento y desarrollo de la investigación

Se propone un modelo de evaluación de qué debe ser la vivienda, quién y cómo evaluar si es o no adecuada para la habitabilidad. Tal modelo propone tres constructos componentes, dos evaluadores

expertos y un proceso de tres etapas. Los constructos coadyuvan a definir las cualidades sustantivas de la vivienda, las que competen al quehacer arquitectónico y que materializan una vivienda digna como espacio habitable y adecuado para las necesidades de sus habitantes. Éstos permiten evaluaciones parciales e individuales que se integran de manera complementaria y convergente en la evaluación total global.

Los evaluadores son expertos en cuanto al conocimiento que tienen de la vivienda, tanto el profesional como y principalmente el habitante, donde el primero integra al segundo a través de

sus experiencias de vida, sus prácticas y motivos para conservar, transformar y ampliar, es decir, en el proceso de recepción y consumo, desde la propuesta original, hasta la vivienda que surge de las prácticas del usuario durante la vida útil de la vivienda.

La evaluación integra un proceso que inicia desde la medición y recolecta de datos, el análisis para ponderar aciertos y desaciertos y fundamentar la evaluación y el juicio de valor del grado de eficiencia entre la vivienda y la calidad de vida de sus habitantes.

Este modelo es guía y se utiliza, tanto para evaluar una vivienda en lo individual, como a un grupo de viviendas de una zona urbana y obtener calidad de conjunto, o de viviendas de diversas zonas para estudios de contraste.

### **Exposición de los principales resultados de la investigación**

El principal resultado es un instrumento metodológico de evaluación urbana y arquitectónica de los desarrollos habitacionales de vivienda en serie, integrado en un libro denominado *Como evaluar la vivienda construida en serie* (ISBN 978-607-402-732-7) (Figura 1). Contraste entre la obra construida y las fuentes vivas, entre la vivienda como objeto construido que condiciona en los habitantes usuarios una serie de motivos, conductas y acciones que determinan grados en la conservación y transformación de la vivienda. Se identifican las prácticas del usuario, se clasifican en adecuadas e inadecuadas en relación con sus efectos en el mejoramiento tanto de la vivienda como del entorno urbano, ya que, se observa una calidad inicial del producto y un proceso de recepción sociocultural

que imprime cambios que afectan tanto la calidad de la vivienda como la calidad del conjunto y por tanto la calidad de vida.

Las prácticas del habitante van dirigidas al aumento del valor de uso de las viviendas a través del mejoramiento habitacional. Los usuarios modifican la vivienda original y la convierten en el producto que resulta del espacio vivido como familia y como grupo social. Esta Guía Metodológica, aporta una forma para evaluar la vivienda construida en serie, en sus etapas de recepción y consumo, cuando el usuario la adquiere e inicia un proceso para convertirla en su hogar.

El segundo resultado es un libro denominado *Evaluación de la vivienda construida en serie con el habitante* (ISBN 978 607 402 731 0) (Figura 2), que derivó de la aplicación de la metodología en una prueba piloto en fraccionamientos de la ciudad de Mérida Yucatán. Se detalla el proceso tanto para probar y corregir la misma metodología, como para obtener el diagnóstico del caso, es decir, el detalle de la habitabilidad de las zonas estudiadas como área habitacional y que configuran la habitabilidad general de una ciudad. Proceso recíproco en el que la vivienda en prototipos es considerada básica y por tanto, presenta un crecimiento progresivo acorde en tiempo y forma con la evolución y crecimiento de la familia que la habita, lo cual define estadios caracterizados por cambios que siguen en su mayoría el patrón sugerido por el prototipo, se descubre cómo el impacto de la vivienda en los habitantes es durante la recepción e incluso después y a pesar de haber sido modificada en pro de mejorar las condiciones físicas y ambientales. Asimismo la suma de las prác- ➤



Figuras 2 y 3

ticas individuales por vivienda, tienen su efecto masivo en las condiciones urbanas y ambientales del conjunto habitacional.

Como resultado final, tenemos la manera en que ambos grupos de productores y consumidores, se convierten en cómplices inconscientes y causales de la calidad de la vivienda y de su habitabilidad, lo que permea en el deterioro de las condiciones funcionales, climáticas y constructivas de la ciudad.

Un tercer producto es el libro *Evaluación de la vivienda construida en serie. Calidad urbana arquitectónica en los desarrollos habitacionales* (ISBN 978 607 402 737 2) (Figura 3) el cual integra diferentes metodologías de evaluación elaboradas por investigadores de México y participantes en el Primer Congreso Nacional de Evaluación de Vivienda, y cuyas aportaciones van desde factores arquitectónicos hasta factores urbanos, y en diferentes contextos regionales y climáticos, lo que constituye una base de datos en sí misma a manera de *vademécum*, aportando nociones fundamentales en materia de evaluación urbana arquitectónica de la

vivienda, y que mediante su uso y replica, tanto como de sus resultados, permita la revisión colectiva de las estrategias en pro de mejorar las condiciones de la vivienda producida en serie y que permita la participación de los habitantes en su real mejoramiento sin efectos negativos para la habitabilidad urbana.

### Conclusiones y potencial de aprovechamiento para el sector de la vivienda

Los resultados de la investigación van dirigidos a los actores en la producción de la vivienda sean sector gubernamental quienes marcan las estrategias, privado empresarios productores y social consumidores habitantes.

Los productos metodológicos se adaptan para mejorar la calidad de la vivienda y de vida de los habitantes en los diferentes ámbitos de México.

La prueba piloto es la evaluación técnica profesional de las condiciones de desarrollo de los conjuntos de vivienda construida en serie, cuya novedad es incorporar la evaluación a través de la opinión y de las prácticas de la gente que

lo habita, desde un inicio homogéneo hasta el cómo se transforma durante los tiempos de conversión en el hogar, co-protagonistas de la calidad de la vivienda y de su habitabilidad.

Los tres libros constituyen una base de datos a manera de *vademécum*, aportan nociones fundamentales en materia de evaluación urbana arquitectónica de la

vivienda, y que mediante su uso y replica, tanto como de sus resultados, permita la revisión colectiva de las estrategias en pro de mejorar las condiciones de la vivienda producida en serie y que permita la participación de los habitantes en su real mejoramiento sin efectos negativos para la habitabilidad urbana.



---

### María Elena Torres Pérez

Doctora en Arquitectura, Mención Honorífica en el Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Arquitectura y Maestra en Arquitectura por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Yucatán, institución en la que labora como Profesora e Investigadora. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores

y Perfil Deseable PRODEP.

Ha dirigido 9 proyectos de Investigación, autora única de tres libros, coordinado dos libros colectivos, publicado 30 capítulos de libro y 25 artículos en revistas arbitradas e indexadas. Subdirectora del Ayuntamiento de Mérida 2010-2012. Actual Responsable Técnico del proyecto CONAVI CONACYT 2014-236282

**6.**

**Identificación  
y aprovechamiento  
de suelo urbano  
para desarrollo  
habitacional**



Figura 1

## Estrategias para utilizar los vacíos urbanos y densificar las ciudades

La presencia de terrenos baldíos es un problema que afecta tanto a las ciudades de primer mundo como a los países en desarrollo; este trabajo tiene como propósito aportar algunas soluciones.

**E**l modelo de ciudad en México ha privilegiado la extensión, incluso la creación de nuevas ciudades bajo la denominación de megaproyectos o grandes urbanizaciones, al mismo tiempo van quedando huecos sin ocupar, con obras a medio terminar o terminadas, pero abandonadas; por ello, hoy se observan grandes cantidades de tierra baldía, viviendas abandonadas, deshabitadas o grandes extensiones de tierra rústica sin uso dentro de la ciudad.

### **El contexto nacional del suelo baldío**

Los estudios latinoamericanos sobre suelo baldío no son nuevos; en México datan de los años setenta del siglo XX,

pero hasta finales de la década de 1990 y principios del XXI, se empezó a discutir acerca de su potencial.

El Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018 reconoce que “El suelo es el recurso más valioso y escaso de la ciudad” (PNDUyOT, 2014, p. 6) y que la política de vivienda seguida en los últimos años generó un proceso expansivo de las ciudades. En torno al suelo baldío destaca que “Estudios realizados por la Secretaría de Desarrollo Social..., para identificar la disponibilidad de suelo vacante en ciudades muestran que en las 129 ciudades mayores a 50 mil habitantes que comprenden el SUN (Sistema Urbano Nacional), en 2010 existían 493,817 hectáreas de suelo susceptible de incorporarse al desarrollo urbano,...

86,408 hectáreas son intraurbanas... 207,074 tienen uso habitacional, de estas, 41,351 son intraurbanas y 165,723 se localizan en el primer contorno de crecimiento de los centros de población.

“El suelo vacante identificado tiene potencial para albergar 7.1 millones de viviendas, cifra por encima de los requerimientos de vivienda que se estiman para la presente administración. Asimismo, podría cubrir el 65% de las necesidades de suelo para vivienda y desarrollo urbano al 2030... (lo que) representa una oportunidad para generar un desarrollo urbano denso, ordenado y sustentable, aunque actualmente los gobiernos locales tienen pocos recursos para aprovechar este potencial” (Gobierno de la República, 2014 PNDUyOT, 2014, p. 7),

El programa asume que no hay claridad en la legislación mexicana en cuanto a los deberes y derechos de la propiedad inmobiliaria; tampoco a nivel local existen los instrumentos.

Por ello en la investigación se hicieron recorridos de campo, con base en planos catastrales, la información se trabajó en un Sistema de Información Geográfica y se realizaron sondeos entre los vecinos contiguos a los vacíos; para las propuestas se revisó el marco legal de México, el del Estado y los municipios de Colima y Villa de Álvarez, varias experiencias internacionales y hubo reuniones con personal de catastro. Como caso de estudio se tomaron las zonas centrales de Colima y Villa de Álvarez, donde convergen diversas situaciones, condiciones de tenencia y tipos de propiedad.

### **Situación de los vacíos ociosos y su regulación urbana en las áreas de estudio**

La zona de estudio de la ciudad de Colima tiene una superficie de 308.59 Has., se identificaron 9817 lotes, el uso principal es habitacional (casi 55%), le siguen

el comercial (15.5%) y los vacíos ociosos (13.38%), éstos últimos suman 38.87 Has. (Foto 1 y 2); en Villa de Álvarez el área de estudio fue de 83.10 Has., 2470 lotes y 8.64 Has. sin uso (Foto 3).

El problema es la gestión del suelo y en México las experiencias son escasas<sup>1</sup>, la Ley General de Asentamientos Humanos (de 1994) preveía acuerdos entre las entidades federativas y los municipios, sólo el artículo 41 refiere a los baldíos para su aprovechamiento (LGAH: 1994, 15) sin un mecanismo claro. A nivel estatal y municipal las disposiciones citan la obligatoriedad de los propietarios de mantenerlos limpios y prevén distintas sanciones; sólo el reglamento<sup>2</sup> de Parques y jardines del municipio de Colima (2008) plantea la posibilidad de la utilización temporal de los baldíos, pero no se ha aplicado.

### **Propuestas estratégicas**

*Gestión de suelo y planeación. a)*

Crear el banco de tierras para la toma

1 Una de ellas es la de Chihuahua que en su Programa de Desarrollo Urbano 2040 Tercera Actualización, publicado en el año de 2009, indica que los espacios abiertos baldíos representan el 29.09% de los usos de suelo; de ahí que entre sus objetivos generales establece “Consolidar a Chihuahua como una ciudad compacta al ocupar por etapas su suelo vacante, privilegiando los baldíos dentro de su casco urbano...” (Ajustes Técnicos al Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población Chihuahua, Visión 2040, Tercera Actualización, marzo 2013, p. 21) que contempla estrategias de tipo fiscal, como exenciones, subsidios, descuentos, estímulos federales, estatales y municipalizaciones, penalizaciones; y de tipo económico como bonos urbanos.

2 Los que mencionan a los lotes baldíos son Reglamento de limpieza y sanidad del municipio de Colima (2008), Reglamento de imagen urbana para la zona centro de la ciudad de Colima (2012), Reglamento para la protección y revitalización sustentable de inmuebles en el centro histórico de la ciudad de Colima (2008), Reglamento de predios del municipio de Villa de Álvarez (2003).



Figura 2

de decisiones de la administración municipal, el sector privado y los diferentes grupos sociales. b) Garantizar la movilización de los vacíos ociosos, a través de instrumentos fiscales aplicando la normatividad que corresponda a los vacíos ociosos y analizando cada caso.

c) Propiciar formas asociativas entre los propietarios y los ciudadanos para la utilización de vacíos ociosos, aprovechando los principios del pacto social en México y los mecanismos de la legislación urbana o creando otros. d) Reducir la intensidad del suelo para facilitar la implementación de nuevos instrumentos de desarrollo urbano. e) Plantear mecanismos para hacer un uso más eficiente del suelo evitando su retención mediante el reparto equitativo de cargas y beneficios a través la introducción de nuevas figuras en la legislación urbana (declaratoria de desarrollo prioritario, derecho de preferencia, etc.)

*Marco jurídico.* a) Reformar, adicionar y hacer modificaciones al marco jurídico vigente federal, estatal y municipal. b) Proponer una nueva ley de expropiación que considere expropiaciones de tipo administrativa. c) Elaborar un reglamento

específico para aquellos vacíos ociosos que generan problemas de inseguridad (ambiental, sanitaria, delictiva, etc.) estableciendo tasas diferenciadas. d) Introducir en la reglamentación urbana nuevos usos para la utilización de los vacíos ociosos.

*Actualización del personal de la administración del suelo.* a) Actualizar al personal de las áreas municipales relacionadas con la administración del suelo en fundamentos jurídicos, mercados de suelo y la formación de precios. b) Capacitar a funcionarios públicos sobre los efectos de la permanencia de los vacíos ociosos y de los instrumentos que existen sobre la gestión del suelo para reorientar el uso de los vacíos ociosos. c) Realizar cursos-taller de actualización de los gremios de los valuadores, para revisar los indicadores de la valuación de inmuebles para definir valores justos.

*Fortalecimiento de la dinámica económica urbana.* a) Considerar la dinámica socioeconómica como un proceso central para conocer el entorno de los vacíos ociosos. b) Repoblar el centro histórico del municipio de Colima, ofreciendo

vivienda para población de bajos ingresos. c) Revertir la situación del municipio de Villa de Álvarez como una ciudad dormitorio con pocos servicios. d) Evitar la dispersión de los asentamientos humanos y de las áreas ociosas en la periferia urbana.

Instrumentándose esas estrategias podría lograrse la compactación de la ciudad, sin gentrificación y sin expansión. Colima, ya elabora su registro de vacíos de la ciudad.



### Martha E. Chávez González

Diseñadora de Asentamientos Humanos por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, y Doctora en Arquitectura, por la Universidad de Colima; exbecaria del Programa de Formación de Expertos en Suelo Urbano del Lincoln Institute of Land Policy y la Universidad Nacional Autónoma de México es miembro del Sistema Nacional de Investigadores con nivel I.

Ha participado en proyectos financiados por CONAVI-CONACYT, la Secretaría de Desarrollo Social, y el Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comunitarias (PACMyC). Actualmente es profesora e investigadora de la Universidad de Colima.

**Coautores:** Dra. Reyna Valladares Anguiano, Dra. Susana Medina Ciriaco, M.C. Arq. Rafael Verduzco Torres, M. en Arq. Liliana Juárez Martínez, M. en Arq. Juan Antonio Calderón Mafud, Lic. Ramón Pérez Gutiérrez y Francisco Reyes Ochoa.

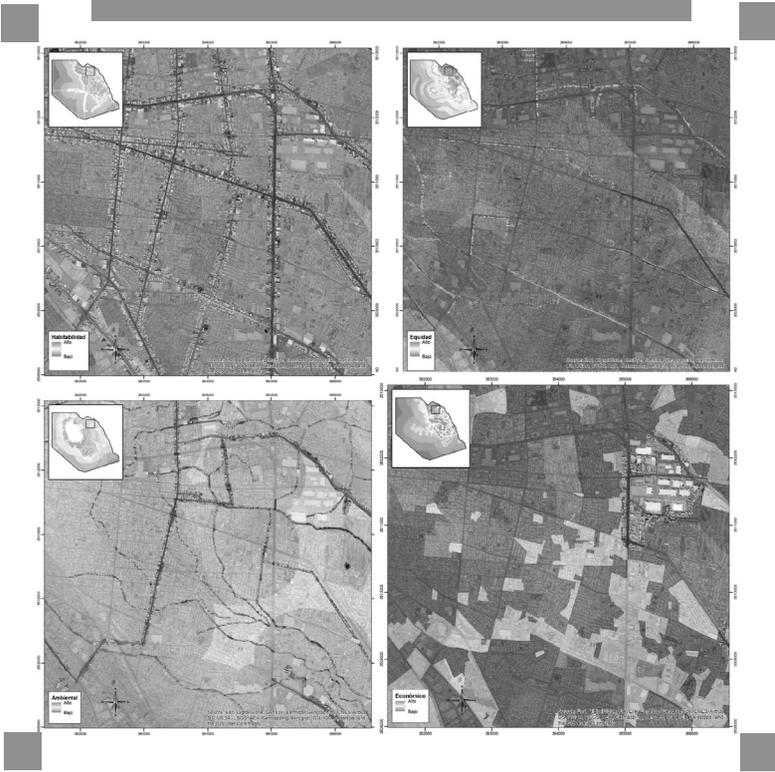


Figura 1

# Densificación sostenible en Ciudad Juárez: suelos potenciales y criterios para vivienda vertical

Se presenta un modelo de suelos con potencial de redensificación para uso habitacional, y criterios de aprovechamiento en conjuntos de vivienda vertical en Ciudad Juárez, Chihuahua.

**E**s posible densificar la ciudad en su totalidad o incorporar vivienda vertical en cualquier zona? ¿Es posible lograr una ciudad compacta y hogar al mismo tiempo? El objetivo de esta

investigación es aportar a estos cuestionamientos que se enfrentan entre lo necesario y lo deseado, los dos grandes antagonistas de toda decisión cuando el recurso es limitado. Las teorías de la ciudad compacta son pertinentes, sin

embargo, si queremos lograr una ciudad compacta sostenible y equilibrada, antes de dar inicio a un proceso de densificación urbana en cualquier ciudad, es necesario identificar zonas urbanas con capacidad de acoger mayor intensidad de uso del suelo y criterios de rendimiento o aprovechamiento del suelo que garanticen la densidad y al mismo tiempo la habitabilidad urbana. En ese sentido, presentamos para Ciudad Juárez, resultados sobre el uso y aprovechamiento del suelo para una redensificación sostenible y equilibrada en: 1) Modelo de suelos urbanos con mayor potencial para redensificación e intensificación de uso del suelo habitacional, 2) Criterios de compactidad equilibrada y aprovechamiento del suelo en conjuntos de vivienda vertical.

### **1. Modelo del suelo urbano con potencial de redensificación**

En esta primera etapa se utilizó un enfoque de análisis espacial basado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), en el que se combinan herramientas de Análisis Multicriterio (AMC) y Procesos de Análisis Jerárquico para la elección de zonas con el mayor potencial de intensificación de uso del suelo con fines habitacionales. Este enfoque permitió integrar diversos factores en la forma de conjuntos de datos espaciales, a los que se aplicó una serie de criterios para privilegiar condiciones de habitabilidad y equidad para los habitantes potenciales de los desarrollos habitacionales; respetar la capacidad ambiental del entorno físico, mitigando también el riesgo; y además hacer viables y atractivas las propuestas desde el punto vista económico, todo esto para favorecer un desarrollo urbano equilibrado en modelos de potencial de redensificación para cada una de estas condiciones (Figura 1).

Los modelos que integran los factores de habitabilidad, equidad y

económicos concentran un potencial de redensificación medio a alto en la parte consolidada de la ciudad, sobre todo por la accesibilidad que a servicios y equipamiento urbano. Por el contrario, el modelo de los factores ambientales y del entorno urbano, muestra valores de potencial de redensificación de bajos a medios para esta misma zona de la ciudad.

Para el modelo integral se ponderó individualmente la habitabilidad y la equidad con un 30%, por encima de los factores económicos y ambientales, a los que se asignó un 20% del peso total respectivamente. De este modelo ponderado se seleccionaron como zonas óptimas para la redensificación, aquellas que presentaron valores con dos desviaciones estándar por encima de la media, para garantizar elegir solo aquellas en las que se combinan todos los factores de forma favorable. Sobre estas zonas se representaron los baldíos y terrenos disponibles con potencial para localización de proyectos de vivienda que favorezcan la densificación (Figura 2).

A partir de este modelo, nuestro aporte al sector de la vivienda va dirigido a los organismos públicos tanto federales, estatales y municipales que intervienen y son encargados del desarrollo urbano de Ciudad Juárez, así como a los agentes privados dedicados a los desarrollos de vivienda de cualquier nivel. En años recientes la política con relación a la vivienda de interés social en México se ha enfocado en facilitar el acceso al crédito para la compra de la vivienda. Sin embargo, consideramos que se debe evaluar la posibilidad de favorecer el acceso al suelo con potencial de uso habitacional a todos los sectores de la población y estudiar la posibilidad de subsidiar la compra de terrenos urbanos en lugar de subsidiar el crédito para la compra de vivienda. Esperamos que el modelo pueda servir de guía para una planeación urbana estratégica y equilibrada hacia la ciudad compacta en Ciudad Juárez.

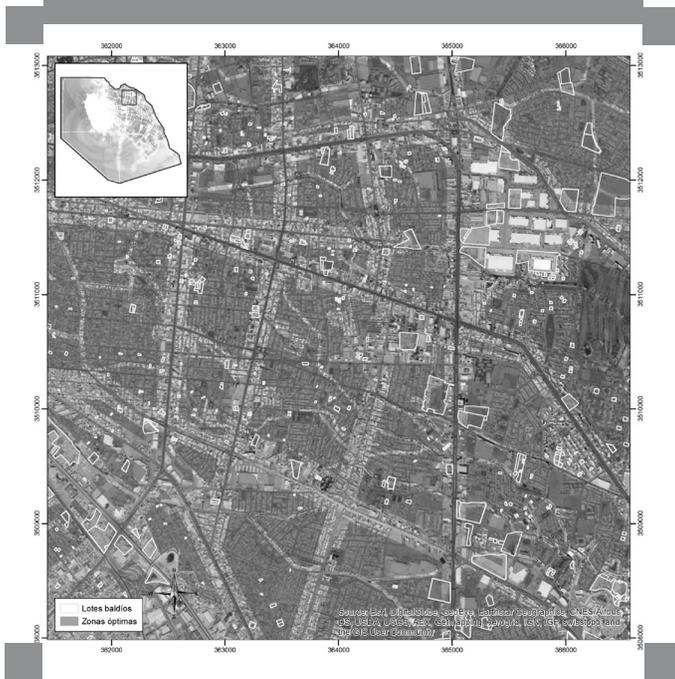


Figura 2

## 2. Compacidad equilibrada y aprovechamiento del suelo en vivienda vertical

Ante el reto de estudiar estrategias de densificación y aprovechamiento del suelo, en la primera etapa de la investigación se estudiaron cinco conjuntos de vivienda vertical existentes en Ciudad Juárez: Fovissste Burócrata (1956), Fovissste Sur (1975), Fovissste Chamizal (1989-84), Infonavit Solidaridad (1990-93) y ECO2000 (1993). Se realizó un análisis morfológico comparativo del rendimiento en números brutos y netos, por conjuntos y por tipologías: 1) multifamiliar de 6 y 4 pisos, 2) combinados: multifamiliar + unifamiliar dúplex, y 3) unifamiliar dúplex. Para ello se realizó un levantamiento digital urbano-arquitectónico, integrando variables físico-urbanas y estadísticas. Encontramos que entre 1956 y 1993, se observa (Ver Tabla 1):

1. Un crecimiento progresivo del tamaño, población, densidades bruta y neta de población y de viviendas por hectárea y una disminución del área verde. Es decir, conjuntos urbanos

cada vez más masivos y densos que concentran habitantes de un mismo nivel de ingreso en sectores cada vez más infranqueables de la ciudad (terrenos y población 3 a 4 veces más grandes y densidades poblacionales bruta y neta 2 y 3 veces mayor, respectivamente)

2. Un promedio de 21 por ciento de vivienda abandonada y una correlación con el tamaño del conjunto y el porcentaje de abandono (ejemplo: 8.4 Ha y 8.81 por ciento de vivienda abandonada, 25.63 Ha y 25.8 por ciento de vivienda abandonada). A excepción de Fovissste Burócrata, edificio de 1956 que no ha recibido mantenimiento.

En ese sentido, en términos de resultados, se observa una tendencia a lo que llamamos una “compacidad desequilibrada” donde la compacidad ganada con la vivienda vertical (a costas del hacinamiento en muchos casos), pierde su sentido y rentabilidad por la cantidad de hectáreas dedicada a calles y cocheras.

CONJUNTOS URBANOS DE VIVIENDA VERTICAL EN CIUDAD JUÁREZ (1956-1993)									
ORDEN CRONOLÓGICO (1956-1993)	TOTAL (HA)	POBLACIÓN TOTAL	TOTAL VIVIENDA (VIV)	DENSIDAD POBLACIÓN BRUTA/NETA (hab/HA)	DENSIDAD VIVIENDA BRUTA/NETA (VIV/HA)	% VIVIENDA ABANDONO	% HA TERRENO OCUPADO (COS)	% HA TERRENO PARQUE, JARDIN	% HA TERRENO CALLE Y COCHERA
FOVISSSTE BURÓCRATA (1956)	6.2	393	199	63 / 158	32 / 80	34.6	39.5	3.8	56.7
FOVISSSTE SUR (1975)	8.4	1302	488	154 / 226	58 / 85	8.81	68.0	11.0	21.0
FOVISSSTE CHAMIZAL (1980-84)	21.4	2331	989	109 / 209	46 / 89	20.63	52.0	6.5	41.5
ECO200 (1992-93)	25.6	2810	1018	110 / 207	40 / 75	25.83	53.0	6.0	41.0
INFONAVIT SOLIDARIDAD (1990-93)	27.5	4066	1289	148 / 248	47 / 79	19.01	59.0	5.0	36.0

Tabla 1

Nuestro aporte va dirigido a agentes privados y públicos encargados de aprobar y construir desarrollos de vivienda de cualquier nivel en Ciudad Juárez, y proponemos un aprovechamiento del suelo rentable basado en una “Compacidad Equilibrada”: 1) Más espacios para las personas y menos para los autos, y aumento del área verde, pues mientras más densos los conjuntos más deben consentirse los espacios verdes, que son la extensión de la casa; 2) Conjuntos habitacionales habitables, plurales y diversos, de 5 a 8 hectáreas con usos

mixtos, población de varios niveles de ingreso y variedad tipológica.

### Bibliografía

Berke, P. R. (2006). *Urban Land Use Planning* (Vol. 1). Urbana and Chicago, Illinois, Estados Unidos: University of Illinois Press.

INEGI (2010). Censo de población y Vivienda. Aguascalientes, México.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013). *Inventario Nacional de Vivienda*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.



### Dra. Marisol Rodríguez Sosa.

Arquitecta (2000), Master en Urbanismo (2003, UFRJ) y Doctora en Urbanismo (2008, UFRJ – Universidad Federal de Río de Janeiro), Profesora investigadora en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Coordinadora del Programa de Diseño Urbano y del Paisaje del Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte, miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

### Coautor

Dr. Erick Sánchez Flores es profesor investigador en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y Director del Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte de esta misma institución, miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

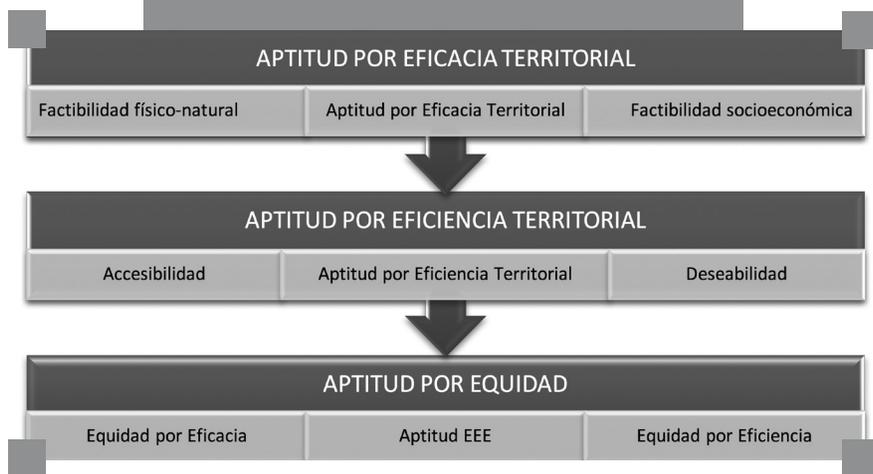


Figura 1

## Eficacia, eficiencia y equidad en la identificación de suelo apto para vivienda

Se diseñó una metodología para identificar la aptitud territorial para uso habitacional, bajo los principios de planeación de Eficacia Territorial, Eficiencia Territorial y Equidad Territorial.

**E**n este proyecto se diseñó y probó una metodología para identificar la aptitud territorial para uso habitacional. La metodología se basa, por un lado, en el uso de técnicas de análisis multicriterio implementadas en un sistema de información geográfica (SIG), y por otro, en la estructuración de múltiples criterios bajo los principios de planeación que aquí denominamos como Eficacia Territorial, Eficiencia Territorial y Equidad Territorial.

Para la definición de los criterios de decisión se revisó un amplio cuerpo de literatura sobre la manera en que la

determinación de la aptitud del uso del suelo urbano para vivienda es realizada en otros países. De esta revisión se seleccionaron los criterios que, de acuerdo al contexto geográfico y de disponibilidad de información de nuestro país, podrían servir como los elementos de decisión más importantes en la determinación de la aptitud territorial para el fin propuesto. Estos criterios se estructuraron siguiendo los principios ya mencionados, y según la técnica de análisis multicriterio llamada Analytic Hierarchy Process (AHP), mediante la cual se hizo la evaluación de su importancia relativa en el proceso de decisión.

### Planteamiento

La construcción del modelo de aptitud territorial bajo los principios de Eficacia, Eficiencia y Equidad, sigue etapas inicialmente enfocadas a determinar la aptitud según los dos primeros principios, y finalmente integra los resultados de estos dos bajo la perspectiva de la Equidad (Figura 1).

En cada una de las tres etapas, la determinación de la aptitud se hace empleando información sobre las características del territorio que hacen factible o conveniente la construcción y habitación de vivienda. Se hace esta doble distinción porque por ejemplo, es posible que en ciertas porciones de un territorio existan condiciones adecuadas para la construcción de vivienda, pero las condiciones de habitación pueden estar muy lejos de ser aceptables o adecuadas. Por ello, algunos de los criterios empleados en la práctica representan elementos para identificar la aptitud para la construcción, mientras que otros definen la aptitud territorial para la habitabilidad.

### Aptitud por eficacia territorial

En esta etapa los elementos de información de cada uno de los criterios de decisión determinan la factibilidad de usar el territorio para construcción/habitación de vivienda. Esta factibilidad está dada tanto por elementos del medio físico-natural como por elementos del medio socio-económico y se representa mediante dos mapas: uno de factibilidad físico-natural y otro de factibilidad socio-económica. Estos dos resultados intermedios, aunque informativos y útiles por sí mismos, son finalmente integrados para generar un mapa de Aptitud por Eficacia Territorial.

### Aptitud por eficiencia territorial

En esta etapa los elementos de información de cada uno de los criterios de decisión

determinan la conveniencia de usar el territorio para construcción/habitación de vivienda. Esta conveniencia está dada tanto por elementos de accesibilidad a servicios desde y hacia el sitio, como para elementos de deseabilidad y se representa mediante dos mapas: uno de conveniencia por accesibilidad y otro de conveniencia por deseabilidad. Estos dos resultados intermedios, aunque informativos y útiles por sí mismos, son finalmente integrados para generar un mapa de Aptitud por Eficiencia Territorial.

### Aptitud por equidad territorial

En esta etapa los elementos de información de cada uno de los criterios de decisión determinan la preferencia de usar el territorio para construcción/habitación de vivienda. Esta preferencia está dada tanto por elementos de eficacia territorial, como por elementos de eficiencia territorial y se representa mediante dos mapas: uno de factibilidad / viabilidad y otro de accesibilidad / deseabilidad. Estos dos resultados iniciales, aunque informativos y útiles por sí mismos, son finalmente integrados para generar el mapa de Aptitud por Equidad Territorial.

### Resultados

Los resultados de la aplicación de la metodología para la Ciudad de Morelia indican que la valoración de criterios de decisión sobre el uso del territorio, estructurados según los principios propuestos, ofrece ventajas sobre los métodos de estructuración convencionales. De entrada, los criterios relacionados al principio de Eficacia, permiten discriminar el territorio que puede ser empleado para el uso previsto del que no puede serlo, es decir informan sobre las zonas en donde es posible construir vivienda (Figura2). Nótese que en la zona urbanizada, la aptitud varía de baja, debido a que el suelo ya está ocupado con algún uso, hasta muy baja y sin aptitud, en las zonas en donde las

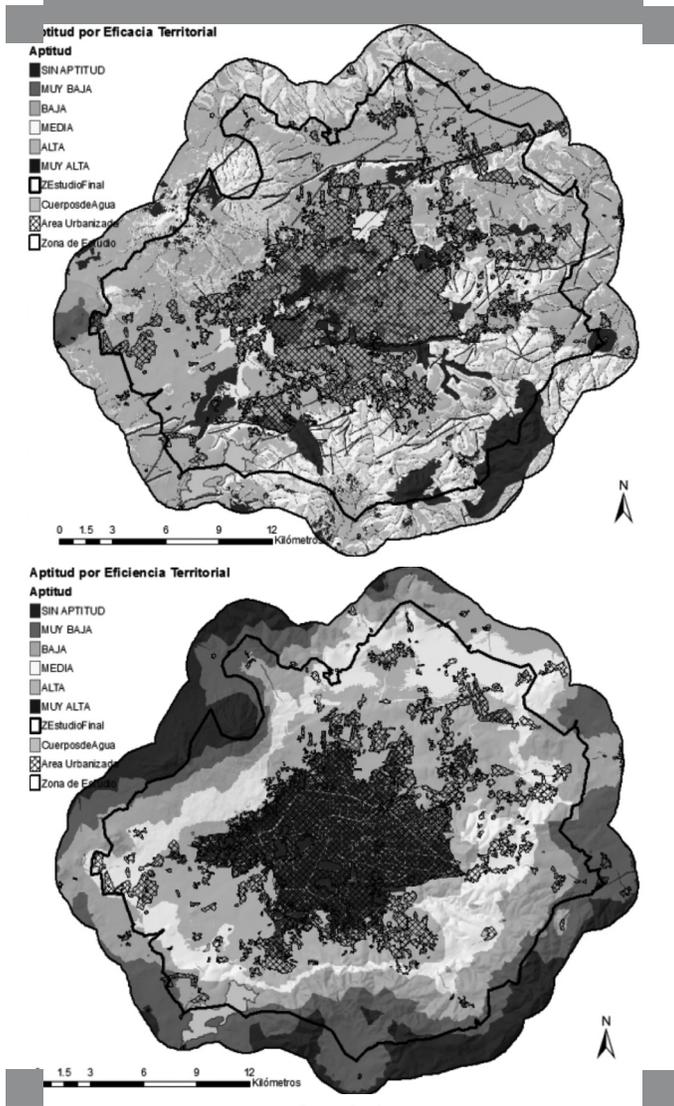


Figura 2 y 3

condiciones físico naturales, fundamentalmente de riesgo por falla, deslizamiento, hundimiento e inundación, establecen que el suelo no debería ser utilizado para fines habitacionales.

A continuación, en el territorio en donde la Eficacia determina posibilidades de uso, los criterios ligados a la Eficiencia permiten obtener una segunda jerarquización de zonas aptas, señalando los niveles de inconveniencia/conveniencia para la habitabilidad (Figura 3). En esta Figura se observa que aquellas porciones del territorio en donde la eficacia

territorial era muy alta (en verde, en la Figura 2), la poca accesibilidad / deseabilidad de las zonas más alejadas reduce las zonas aptas a lugares que se encuentran relativamente próximos de la zona ya urbanizada, fundamentalmente por la proximidad a servicios de diversos tipos.

Finalmente, los criterios de Equidad, en donde se busca asignar el territorio más eficiente para los desarrollos de vivienda orientados a grupos socioeconómicos con menores oportunidades, establecen de qué manera debería realizarse la ocupación del suelo urbano para

vivienda si se quiere orientar el desarrollo urbano de manera más justa.

Desde luego, esta clasificación del suelo, y su asignación a vivienda para determinados grupos socioeconómicos, solo establece una recomendación de uso, más no limita la libre determinación de los desarrolladores para construir conjuntos de vivienda orientados a grupos socioeconómicos diferentes de aquellos indicados en el mapa.

### **Potencial de aprovechamiento**

Estos resultados sugieren que la adopción de una metodología, como la propuesta, basada tanto en principios de planeación como en técnicas formales de toma de decisiones, es indispensable si se desea que el desarrollo urbano esté acorde con la naturaleza del territorio

y ofrezca una mejor calidad de vida para los habitantes de las ciudades de nuestro país. Específicamente, se sugiere la posibilidad de que la CONAVI la adopte como la base de un ejercicio amplio para el establecimiento de políticas nacionales en materia de regulación del suelo para vivienda, en reemplazo de la actual metodología que sustenta a los Perímetros de Contención Urbana.

Durante el desarrollo del proyecto se contó con la participación del Instituto Municipal de Planeación de Morelia, y debido a la pertinencia de los resultados para los fines de esta institución se está buscando la posibilidad de integrar los resultados dentro del Plan de Desarrollo Urbano de Morelia, a fin de que tengan un valor práctico y normativo.

### **Luis Miguel Morales Manilla**

Es Doctor en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México, con estudios de Maestría en Geoinformación en la Universidad de Wageningen y la Universidad de Twente, en Holanda. Fue responsable, en diversos períodos entre 1986 y 2015, del Laboratorio de SIG y Percepción

Remota del Instituto de Geografía, y del Laboratorio de Análisis Espacial del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), ambos de la UNAM. Sus áreas de especialización son los Sistemas de Información Geográfica y el Análisis Espacial aplicado a la construcción de modelos territoriales. Se desempeña actualmente como Secretario Técnico del CIGA.

### **Coautores**

Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM:

Dr. Luis Miguel Morales Manilla

M. en G. Paz del Carmen Coba Pérez

M. en G. Daniel Ernesto Ben-  
net Sánchez-Noriega

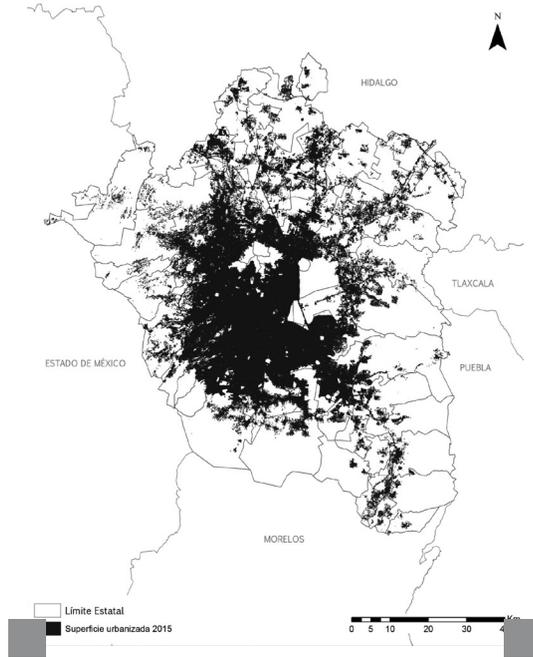
Dr. Manuel Eduardo Mendoza Cantú

M. en G. Gabriela Cuevas García  
Facultad de Arquitectura de la Universidad  
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo:

Arq. Vianey León Mendoza

Instituto Municipal de Planeación de Morelia:

M. en Arq. Ma. Luisa Melgoza del Ángel



Mapa 1

## Identificar y caracterizar el suelo apto para vivienda de la población de bajos ingresos de la zmvm

Localización y caracterización de suelo apto para vivienda, a partir del análisis del territorio, los tipos de poblamiento metropolitano y el crecimiento demográfico y de vivienda esperado para 2030.

**E**l objetivo general fue desarrollar un estudio de las distintas formas de poblamiento en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), para evaluar los impactos ambientales, sociales, culturales, económicos y urbanos en los municipios y delegaciones que la conforman, proponiendo criterios

generales que permitan identificar y caracterizar el suelo apto para la vivienda que requiere la población de bajos ingresos. Lo anterior, con objeto de hacer recomendaciones a los organismos públicos del sector vivienda y que estos tengan elementos que guíen las acciones necesarias para el cumplimiento de las estrategias de

desarrollo urbano y vivienda, establecidas para la capital del país y su zona metropolitana; así como mostrar las áreas posibles de poblamiento. Con esa perspectiva, los ejes temáticos de la investigación fueron: visión general de los procesos de poblamiento de la zona metropolitana 1990-2010 y tendencias futuras; perfil socio-económico de los pobladores; impactos sociales y ambientales del desarrollo urbano metropolitano; formas de gestión de acceso al suelo para vivienda del sector público, social y privado.

### **Planteamiento y desarrollo de la investigación**

Para lograr el objetivo principal del proyecto, se procedió a caracterizar los principales factores geográficos y ambientales del territorio y su ordenamiento territorial vigente; haciendo también la descripción de componentes urbanos y habitacionales de la ZMVM, aplicando la metodología de tipos de poblamiento, desarrollada en estudios anteriores, pero en esta ocasión atendiendo en particular las formas de poblamiento popular y de conjuntos habitacionales, que son característicos de la población de menores ingresos. Además, se analizaron las tendencias de crecimiento demográfico y de vivienda a partir de 1950 y, sobre todo, para el período 1990-2010, de municipios y delegaciones de las unidades político administrativas de la Zona Metropolitana del Valle de México. A ese respecto, si en 1950 la ciudad de México tenía 2.9 millones de habitantes y 600 mil viviendas, ocupando un área urbanizada de 262 km<sup>2</sup> y para 2010 la población llegó a 20.1 millones de personas y a 5.3 millones de viviendas, que

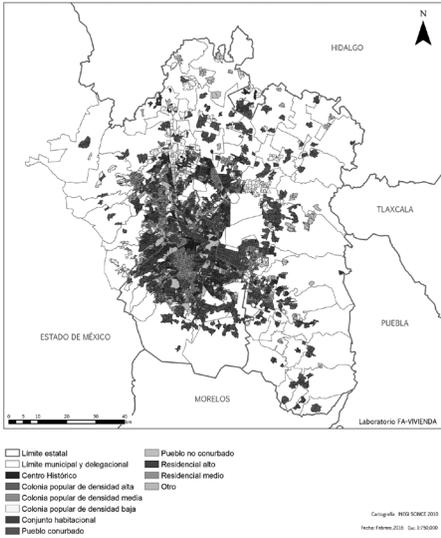
abarcan una superficie urbanizada de aproximadamente 1,715 km<sup>2</sup> en 2010 y de 1,730.8 km<sup>2</sup> en 2015, sobre los territorios de 16 delegaciones de la Ciudad de México, 59 municipios metropolitanos del estado de México y uno de Hidalgo y una población de 21.25 millones de habitantes ocupando 5.8 millones de viviendas.

Considerando el mismo número de unidades político administrativas en la t, para 2030 se prevé que la ZMVM alcanzará los 23.5 millones de habitantes, habrá 7.4 millones de viviendas y la superficie urbanizada se estima que alcanzará unos 2,400 km<sup>2</sup>.

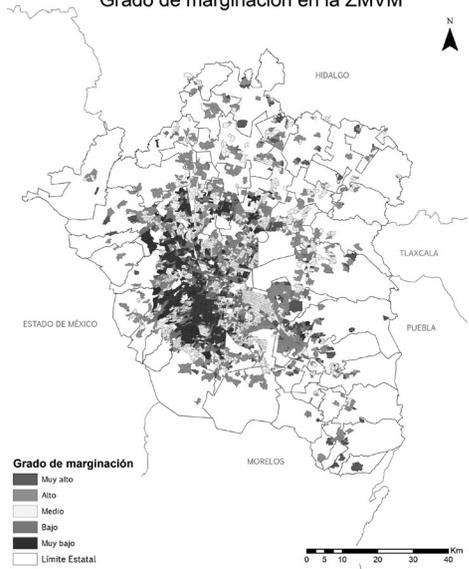
Igualmente, fue muy útil tomar en consideración los distintos tipos de poblamiento que tienen lugar en la ciudad. Con ese fin, se seleccionaron casos de estudio en colonias populares, unidades habitacionales y pueblos conurbados habitadas por familias de ingresos bajos, donde se llevaron a cabo entrevistas, recorridos, reportes fotográficos, historias de vida y un diagnóstico del contexto urbano-arquitectónico de cada uno de ellos. Lo anterior debido a que, a lo largo del tiempo, la dinámica de los procesos de poblamiento de la metrópoli han estado determinados en su mayor parte, por esa población de menores ingresos, que en la búsqueda de una mejora en su calidad de vida, ha recurrido principalmente a dos formas de producción habitacional: producción social de vivienda y producción de vivienda con financiamiento público.

En promedio en la Zona Metropolitana alrededor de 50% del suelo urbanizado se destina al uso habitacional en colonias populares (de baja, media y alta densidad) y pueblos conurbados. Pero hay algunos

TIPOS DE POBLAMIENTO 2010 DE LA ZMVM



Grado de marginación en la ZMVM



Mapas 2 y 3

municipios metropolitanos en que la vivienda popular ocupa más de las tres cuartas partes de su superficie total. De acuerdo con datos del CONEVAL, el 27% de la población del Distrito Federal y 43.2% de la población de los municipios metropolitanos se encuentran en pobreza, lo que se ha traducido en 2010, en que, el 43.6% del total de viviendas del Distrito Federal y el 72.3% de viviendas en los municipios metropolitanos fueron resultado de procesos de autoproducción.

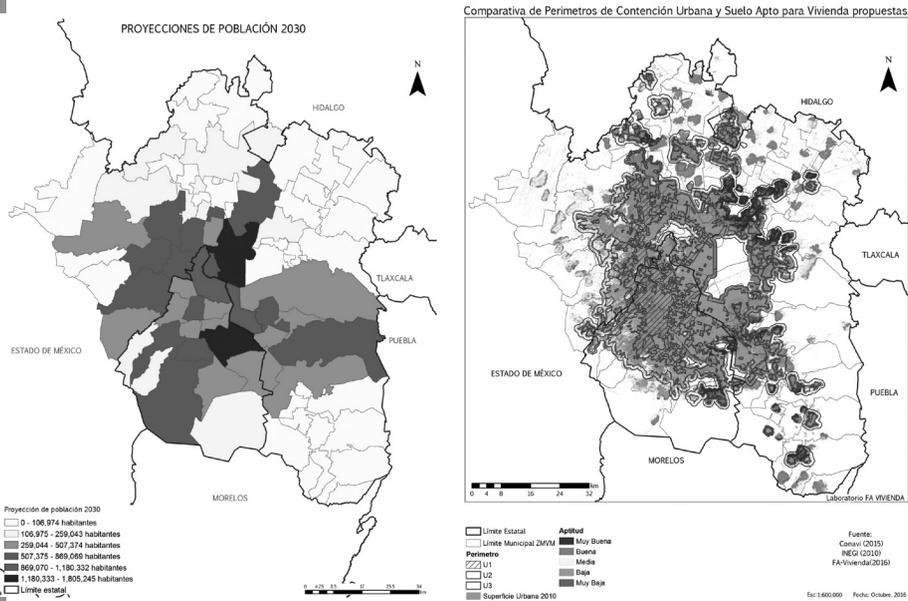
Con los antecedentes anteriores, se procedió a revisar las proyecciones existentes y más recientes de población hasta 2030, en las cuales se plantea que la Ciudad de México perderá población mientras que los municipios conurbados seguían creciendo. Por considerar que ello no sería necesariamente así, se planteó una proyección demográfica alternativa que fue la que se utilizó para estimar la demanda de vivienda entre 2010 y 2030 y su ubicación dentro de la metrópoli.

En el horizonte 2030 de la proyección alternativa, la mayor parte

de crecimiento urbano tendrá lugar sobre el territorio de los municipios metropolitanos mexiquenses ya que, aunque la ciudad de México también seguirá incrementando su población y el número de sus viviendas, lo hará a un ritmo cada vez más lento. Y nuevamente, el mayor actor de ese crecimiento metropolitano seguirá siendo la población con ingresos bajos que habita en formas de poblamiento popular y en unidades habitacionales.

### Principales conclusiones y reflexiones finales

Durante las últimas décadas la producción de vivienda gestionada o inducida por el sector público en la ZMVM ha estado principalmente dirigida a sectores de población de ingresos bajos, y aunque en apariencia ofrece mejores condiciones de habitabilidad respecto de los asentamientos populares con mayor grado de marginación, pueden presentar problemas semejantes o incluso peores que, finalmente, los ponen en condiciones muy similares. Den-



Mapas 4 y 5

tro de esas problemáticas, se pueden mencionar que las unidades habitacionales han sido construidas alejadas de los centros de trabajo, de estudio, de abasto, de salud, etc. Y no han contado con vías de comunicación ni medios de transporte, seguros y eficientes, hacia los lugares en donde pudieran obtener esos satisfactores. Otro aspecto a considerar, ha sido la inseguridad (visibilizada a través de las extorsiones, robos y, sobre todo homicidios), mayormente presente en los municipios conurbados a donde principalmente se ha extendido la ciudad, lo que se ha traducido en un elevado número de viviendas abandonadas y/o deshabitadas que son poco atractivas para sus posibles usuarios. Por último, también se puede considerar que los lugares en que han sido construidas esas unidades habitacionales no siempre han tenido las mejores condiciones de suelo y la calidad de las viviendas no siempre ha sido la deseable ni la que se esperaba.

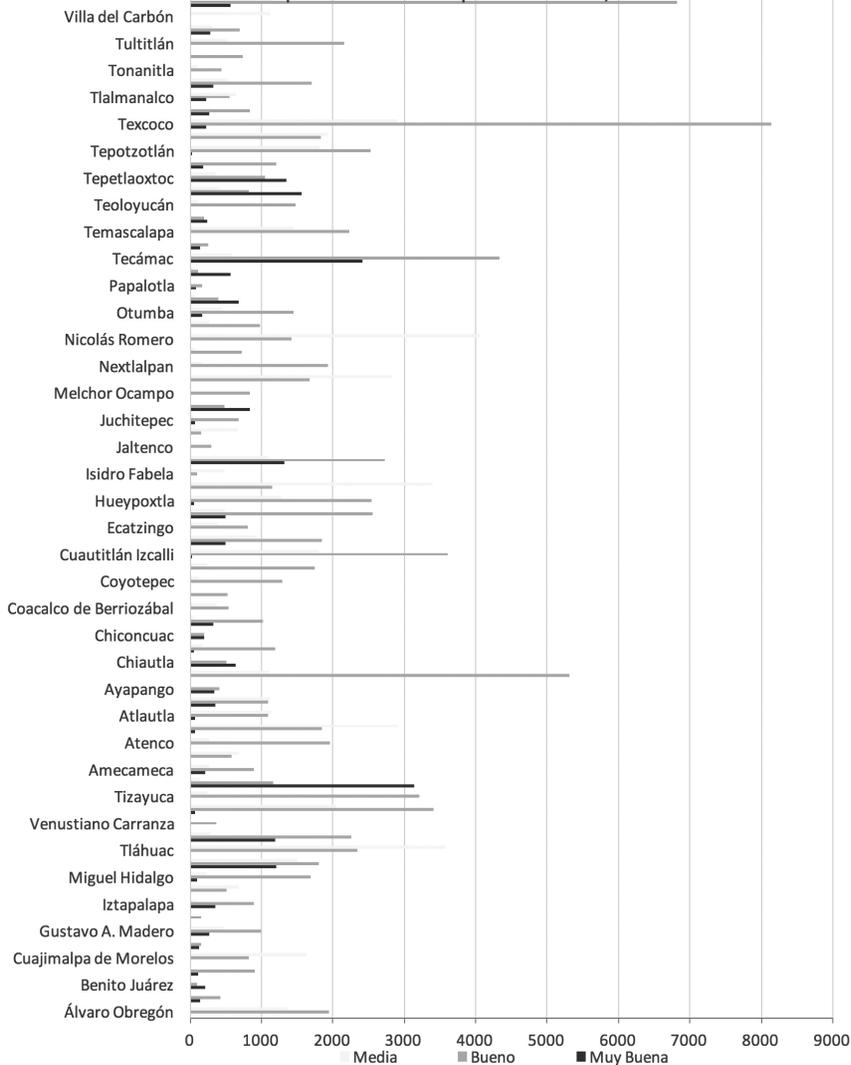
En ese contexto, las condiciones de pobreza difícilmente cambiarán

durante los próximos lustros, por lo que las políticas de vivienda deben dirigirse principalmente a la demanda de vivienda de estos grupos de población, que son los que más dificultades encuentran para satisfacer esa necesidad vital. A partir de esa realidad y tomando en cuenta la situación socioeconómica mayoritaria actual y la que se prevé que en el futuro cercano, la caracterización del suelo apto para vivienda presentada por esta investigación permite hacer recomendaciones a los organismos públicos del sector vivienda para, en su caso guiar o reorientar la política de vivienda y sus acciones para dar cumplimiento de las estrategias de desarrollo urbano y de vivienda en la ZMVM, de cara al resto del siglo XXI.

### Potencial de aprovechamiento

En síntesis, la política de vivienda en la ZMVM debe atender en forma primordial a la población de menores ingresos, que como se mencionó anteriormente, ocupa actualmente alrededor ➤

### ZMVM: Aptitud del suelo para vivienda, 2010



Fuente: estimación propia con base en la presente investigación

Gráfica 1

del 50% de todo el suelo urbanizado de la Zona Metropolitana y que, en términos de viviendas, representaban alrededor de 3.4 millones (entre el 60 y el 65% de todas las viviendas) de las 5.3 millones de viviendas contabilizadas en 2010. Lo anterior, mediante la selección y creación de reservas territoriales adecuadas para las distintas formas de producción habitacional, incluyendo asentamientos populares planificados y dotados de infraestructura y servicios urbanos básicos y por supuesto,

unidades habitacionales cuyas viviendas y localización urbana realmente respondan a las necesidades de la población. Finalmente, es importante mencionar que durante el desarrollo de la investigación se tuvo relación directa con la Comisión Nacional de Vivienda CONAVI y se hicieron presentaciones y consultas con INFONAVIT y con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda SEDUVI.



### **Alejandro E. Suárez Pareyón**

Arquitecto y urbanista formado en la UNAM es, desde 1971, profesor de la Facultad de Arquitectura, en las áreas de historia, urbanismo y proyectos. Actualmente es responsable del campo de conocimiento Arquitectura, Ciudad y Territorio de la Maestría en Arquitectura. Desde 2014 es responsable de la coordinación del Laboratorio de Vivienda de la Facultad, en donde se realizan proyectos de investigación aplicada en convenios de colaboración con INFONAVIT, el Fondo CONAVI-CONACYT y otras instituciones tanto del Gobierno Federal como de la Ciudad de México. Autor o coautor de numerosos capítulos en libros y revistas especializadas, ha sido acreedor a diversos premios nacionales e internacionales. Ha trabajado como consultor de organizaciones nacionales e internacionales como el Consejo Nacional de Población, Banco Mundial, Naciones Unidas, etc.

### **Grupo de trabajo**

Responsable Técnico:

Arq. Alejandro Emilio Suárez Pareyón

### **Investigadores:**

Mtra. en Arq. Tania Montserrat García Rivera

Mtra. en Arq. Mariana Aurora Borja Rodríguez

Biólogo Jairzinho López Zamora

Pasante en Arq. Fernanda Josefina Reyes Córdova

Pasante en Arq. Lizet Zaldívar López

Pasante en Arq. Guillermo Kepler Sánchez Trejo

Pasante en Ing. Edgar Mejía Chávez

Pasante en Arq. Mario Espinosa Hernández

Asesores del Laboratorio de Vivienda

Mtro. en Arq. Ernesto Alva Martínez

Mtro. en Arq. Eric Ismael Castañeda López

Mtro. en Arq. Rolando Bramlett Cortés

Mtro. en Demografía René Flores Arenales

Ing. Erik De Valle Salgado

# Directorio

**MDI. Paloma Silva de Anzorena**

Directora General de Conavi  
y Presidenta del Fondo

**Dr. Enrique Cabrero Mendoza**

Director General de Conacyt

**Lic. Luis Ignacio Torcida Amero**

Subdirector General de Asuntos Jurídicos, Legislativos de Conavi  
y Presidente Suplente del Fondo

**Dra. Julia Tagüeña Parga**

Directora Adjunta de Desarrollo Científico de Conacyt  
y Vocal del Fondo

**Lic. Javier Gavito Mohar**

Vocal del Fondo

**Ing. Alejandro Morales Ramírez**

Coordinador General de Análisis de Vivienda de Conavi  
y Vocal del Fondo

**Mtra. Margarita Irene Calleja y Quevedo**

Directora de Investigación Aplicada de Conacyt  
y Secretaria Técnica del Fondo

**Lic. René Conde Ayala**

Coordinador General de Administración de Conavi  
y Secretario Administrativo del Fondo





Tercer Encuentro Académico. Es un material para difundir proyectos de investigación apoyados por el Fondo CONAVI - CONACYT. Se terminó de imprimir y encuadernar el 15 de noviembre de 2016 en los talleres de Grupo Editorial GPI, S.A. de C.V., Hidalgo No. 190, Col. Santa Anita, Delegación Iztacalco, C. P. 08300, Ciudad de México. En su composición se usó tipo Adobe Caslon Pro 24:26, 11:18, 10:12 puntos; Arial Narrow 10:12, 9:10 puntos. La edición consta de 300 ejemplares. Coordinación: Erika Izquierdo García y Alejandro Morales Ramírez. Arte, diseño y cuidado de la edición: Oscar J. Ibarra Luna; Dirección de Comunicación Social de la CONAVI.

