

# TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN

28 | 2012

INSTITUTO DE DESARROLLO  
EXPERIMENTAL DE LA  
CONSTRUCCIÓN / IDEC  
FACULTAD DE  
ARQUITECTURA  
Y URBANISMO  
UNIVERSIDAD CENTRAL  
DE VENEZUELA

Publicación semestral  
ISSN Impreso: 0798-9601 ISSN  
ISSN Electrónico: 2343-5836  
pp.198402DC2604



Volumen 28. Número I  
 Publicación semestral  
 Portada:  
 enero - junio 2012  
 Depósito Legal: pp.198402DC2604  
 ISSN Impreso: 0798-9601  
 ISSN Electrónico: 2343-5836

### Tecnología y Construcción

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

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

### Tecnología y Construcción

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

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

### Comité Consultivo Editorial Internacional:

**Argentina**  
*Hector Massuh*  
 Centro Experimental de la Vivienda Económica CEVE  
 Córdoba - Argentina  
[casapartes@ceve.org.ar](mailto:casapartes@ceve.org.ar)

**Brasil**  
*Francisco Vecchia*  
 Escuela de Ingeniería de San Carlos, Universidad de São Paulo Brasil  
[fvecchia@sc.usp.br](mailto:fvecchia@sc.usp.br)

**Colombia**  
*Maarten Goossens*  
 Universidad de los Andes  
 Departamento de Arquitectura. Bogotá  
[m.goossens270@uniandes.edu.co](mailto:m.goossens270@uniandes.edu.co)

**Chile**  
*Luis A. Leiva*  
 USACH  
 Universidad de Santiago de Chile  
[lleiva@usach.cl](mailto:lleiva@usach.cl)

**Cuba**  
*Maximino Bocalandro*  
 CTDMC. Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción

**Francia**  
*Francis Allard*  
 Universidad de La Rochelle, LEPTIAB  
[fallard@univ.lr.fr](mailto:fallard@univ.lr.fr)

Información:  
 Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Planta Baja, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos. Caracas. 1041-A. , Venezuela  
 Teléfonos: (058-212) 605.2046  
 Dir. 605.1912, 1930  
 Fax. (058-212) 605.2048  
 Envío de materiales, correspondencia, canje,

Editor  
 IDEC/UCV

Directora  
*Michela Baldi* (IDEC/UCV)

Comité Editorial  
*Idalberto Águila*  
*Angelo Marinilli*  
*Azier Calvo*  
*María Elena Hobaica*  
*Helena González*  
*Beatriz Hernández*

Diseño y diagramación  
*Rozana Bentos*  
 Diseño de portada  
*Rozana Bentos*  
 Corrección de textos  
*Helena González*

Indizada en  
 LATINDEX  
<http://www.latindex.org/>  
 SCIELO  
<http://www2.scielo.org.ve>  
 REVENCYT.  
 Apdo. 234. CP 5101-A  
 Mérida, Venezuela  
[revencyt.ula.ve/informacion/principal.htm](mailto:revencyt.ula.ve/informacion/principal.htm)  
 PERIODICA  
 Índice Bibliográfico  
 Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.  
 Universidad Nacional Autónoma de México  
<http://www.dgbiblio.unam.mx/index.php/catalogos>  
 REDINSE. Caracas  
 Saber UCV  
 Repositorio Institucional  
[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_tc](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc)

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
 Rectora  
*Cecilia García Arocha*  
 Vice-Rector Académico  
*Nicolás Bianco*  
 Vice-Rector Administrativo  
*Bernardo Méndez*  
 Secretario  
*Amalio Belmonte*

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 Decano  
*Guillermo Barrios*  
 Director de la Escuela de Arquitectura  
*Carlos Raúl Villanueva*  
*Gustavo Izaguirre*  
 Directora del Instituto de Urbanismo  
*María Isabel Peña*  
 Directora del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción  
*Beatriz Hernández*  
 Directora-Coordinadora de la Comisión de Estudios de Postgrado  
*Florinda Amaya*  
 Coordinadora administrativa  
*Marieva Payares*  
 Coordinadora de investigación  
*Rosario Salazar*  
 Coordinador de extensión  
*Ignacio Marcano*  
 Coordinadora de Docencia  
*María Eugenia Sosa*

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN / IDEC  
 Director  
*Beatriz Hernández*  
 Investigación  
*Luis Rosales*  
 Docencia  
*Mary Ruth Jiménez*  
 Extensión  
*Argenis Lugo*  
 Administración  
*Lunia Bethancourt*

---

**EDITORIAL**


---

*Michela Baldi* 5

---

**ARTÍCULOS**


---

TECHNOLOGY INTEGRATION  
IN A SUSTAINABLE PROGRESSIVE HOUSE

INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA EN UNA  
VIVIENDA PROGRESIVA SUSTENTABLE 6

*Ferrero, Aurelio / Pipa, Dante Agustín / Gaggino, Rosana /  
Gatani, Mariana Pilar / Floreano, Alberto*

PERFORMANCE OF THE REINFORCED CONCRETE WITH SISAL  
FIBER FOR THE PRODUCTION OF BUILDING COMPONENTS

DESEMPEÑO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE SISAL  
PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS 20

*Milena Sosa / Yuraima Centeno / Idalberto Águila*

AERATION SYSTEM INDUCED AS PASSIVE  
HYGROTHERMAL CONTROL STRATEGY  
IN BLOCK HOLE HOUSING IN THE HUMID TROPICS.  
CATCHMENT AIR NETWORK OPTIMIZATION

SISTEMA DE AIREACIÓN INDUCIDA COMO ESTRATEGIA  
PASIVA DE CONTROL HIGROTÉRMICO EN LAS VIVIENDAS  
DE BLOCK HUECO EN EL TRÓPICO HÚMEDO.  
OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE CAPTACIÓN DE AIRE 30

*Aida López Cervantes / Jorge Flores González  
Haydee Pérez Castro / Jorge Flores González*

ENVIRONMENTAL COMFORT OF PUBLIC SPACES  
IN TEMPERATE CLIMATES. PURPOSE OF STUDY:  
CÓRDOBA CITY, ARGENTINA

CONFORT AMBIENTAL DE ESPACIOS PÚBLICOS  
EN CLIMAS TEMPLADOS. OBJETO DE ESTUDIO:  
CIUDAD DE CÓRDOBA, ARGENTINA 46

*María Rosa Mandrini / María Marta Pérez / Eugenia Sipowicz*

---

**POSTGRADO**


---

VI POSTGRADE OF TECHNOLOGICAL  
DEVELOPMENT IN CONSTRUCTION.  
SUMMARIES OF WORK

VI ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO  
TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN  
RESÚMENES DE LOS TRABAJOS 62

*Mary Ruth Jiménez*

---

**DOCUMENTOS**


---

CITY AND ARCHITECTURE IN CARACAS  
LOWER INCOME NEIGHBORHOODS.  
An international call to think and propose solutions  
with and for and popular communities

CIUDAD Y ARQUITECTURA EN LAS ZONAS  
DE BARRIOS DE CARACAS  
Una convocatoria internacional a pensar y proponer soluciones  
con y para las comunidades populares 68

*Teolinda Bolívar / Florinda Amaya*

---

**EVENTOS**


---

JOURNEY TO THE CENTER OF STEEL. Final report of the workshop

VIAJE AL CENTRO DEL ACERO. Informe final del taller 86

---

**RESEÑAS**


---

MAGAZINES, BOOKS AND WEB

LIBROS, REVISTAS Y PORTALES 88

NORMS FOR AUTHORS

NORMAS PARA AUTORES 90





Michela Baldi

Directora

*Tecnología y Construcción* no es ajena a la preocupación actual por preservar el medio ambiente y utilizar al máximo los recursos naturales y de desecho para lograr una construcción racional, sostenible y confortable. En esa dirección apunta el contenido de este número que nos ofrece la interesante visión de varios autores, su forma de resolver y aprovechar al máximo los materiales disponibles y maximizar las condiciones de habitabilidad de viviendas afectadas por los cambios meteorológicos al igual que el estudio que permite mejorar y sacar el mayor provecho –desde el punto de vista de los usuarios– al uso de plazas públicas en las diferentes estaciones del año.

Racionalizar el uso de materiales para la construcción es uno de los objetivos de los investigadores del Centro Experimental de la Vivienda Económica-CEVE en Argentina que en este número, con su artículo “Integración tecnológica en una vivienda progresiva sustentable”, nos muestran como a través del reciclado de PET, placas termo aislantes elaboradas con cáscara de maní así como artefactos sanitarios economizadores de agua y otros, se logran soluciones habitacionales involucrando a los habitantes del lugar tanto en su construcción como en su elaboración.

La investigación identificada como “Desempeño del concreto reforzado con fibras de sisal para la producción de componentes constructivos” dio como resultado la evaluación experimental de la utilización de la fibra de sisal para reforzar el concreto a utilizar en cerramientos y componentes constructivos. Este artículo nos llevará por los resultados de las distintas pruebas realizadas, las cuales dieron como resultado la posibilidad de uso de este material en la industria de la construcción.

El ahorro energético a través de redes de captación de aire en el trabajo titulado “El sistema de aireación inducida como estrategia pasiva de control higrotérmico en las viviendas de block hueco en el trópico húmedo” nos ofrece el estudio que hacen sus autores sobre la posibilidad de inyectar y eyectar aire a través del SAI, Sistema de Aireación Inducida.

Por último cabe preguntarse: ¿qué hace que un espacio público sea confortable y utilizable? La plaza pública del casco histórico de Córdoba (Argentina) se analiza desde la visión holística de sus autores, estudiando, analizando y comparándola con otras plazas, tomando en consideración las variables climáticas a lo largo de las distintas horas del día y estaciones del año, y cómo estas inciden sobre su uso. La conclusión que ofrecen remite a la importancia de un buen diseño a la hora de proyectar tomando en consideración las variables antes mencionadas.

Para finalizar el contenido de este número, además de la reseña de eventos, de libros y de revistas, ofrecemos a los lectores la habitual sección sobre el Postgrado de nuestro Instituto, en este caso presentando un adelanto de los trabajos de Maestría y Especialización en curso, así como la sección Documentos, en la cual se reporta una interesante experiencia de trabajo vivencial en barrios del área metropolitana de Caracas realizado por estudiantes de la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva de nuestra Facultad en conjunto con un grupo de estudiantes franceses, con el objetivo principal de construir conocimiento integrado sobre las grandes metrópolis en América Latina y en Europa a través del intercambio teórico y práctico realizado con algunas universidades participantes en las ciudades escogidas, un trabajo presentado en París 2012: Séminaire France & Mercosur.



## INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA EN UNA VIVIENDA PROGRESIVA SUSTENTABLE TECHNOLOGY INTEGRATION IN A SUSTAINABLE PROGRESSIVE HOUSE.

### FERRERO, AURELIO

Arquitecto. Director del Centro Experimental de Vivienda Económica. Profesor FAU UNC. Titular del Proyecto Bicentenario CONICET.

### PIPA, DANTE AGUSTÍN

Arquitecto. Vice director del Centro Experimental de Vivienda Económica. Co- Titular del Proyecto Bicentenario CONICET.

### GAGGINO, ROSANA

Doctora, Magister y Arquitecta. Directora del Proyecto de ladrillos elaborados con plástico PET reciclado, desarrollado en el Centro Experimental de Vivienda Económica. Participante del Proyecto Bicentenario CONICET.

### GATANI, MARIANA PILAR

Doctora Arquitecta. Directora del Proyecto de placas elaboradas con cáscaras de maní recicladas, desarrollado en el Centro Experimental de Vivienda Económica. Participante del Proyecto Bicentenario CONICET.

### FLOREANO, ALBERTO

Miembro del Personal de Carrera de Apoyo de CONICET. Gerente del Proyecto Bicentenario CONICET.

### LUCIO SCARDINO

Colaborador.

Todos los autores miembros del Centro Experimental de la Vivienda Económica-CEVE /CONICET  
[direccion@ceve.org.ar](mailto:direccion@ceve.org.ar)

### RESUMEN

La vivienda progresiva sustentable es el resultado de la combinación de tecnologías desarrolladas por CEVE: el Sistema UMA de estructuras metálicas, los cerramientos verticales internos de ladrillos producidos con reciclado de PET (polietileno Tereftalato), placas termo aislantes elaboradas con cáscaras de maní (cacahuete), aberturas de hormigón premoldeadas, y artefactos sanitarios economizadores de agua. Se utilizan también otros desarrollos como Sistema Sancocho de prefabricación de entrepisos (OTIP, Venezuela), y el equipamiento para cocina elaborado a partir de la recuperación de recortes de melanina (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

Se parte de un volumen inicial de dos plantas de altura, completo por fuera, que conforma la "cáscara" de la vivienda, diseñado con el objetivo de vincular la demanda de la construcción de viviendas con el desarrollo local, buscando que el abastecimiento de insumos y servicios también se dé a través de productores locales. El esquema de producción propone una articulación permanente entre el equipo de coordinación y los emprendimientos participantes del proyecto, separando los procesos de fabricación de componentes y montaje de la vivienda.

### Descriptores

vivienda progresiva, Sistema UMA, Ahorro hidrico, reciclado de PET

### ABSTRACT

*The progressive sustainable housing is the result of a combination of technologies developed by the Experimental Center of the Economical Housing: (CEVE in Spanish) the UMA\* system of steel structures, internal vertical walls of bricks produced from recycled PET (polyethylene terephthalate), insulating boards made from groundnuts (peanuts) shells, premolded concrete apertures and water-saving sanitary device. Other developments are also used as Sancocho System (OTIP, Venezuela) and kitchen equipment made from cuts recovery melanin (National University of Córdoba, Argentina).*

*In the first stage, the external walls are builded and the internal walls are partially builded, configuring the external volume of the building and the rooms on the ground floor only. In a second stage the floor slab and the rooms upstairs are complemented. In this way the "shell" of the house is forming. The resulting volume is designed with the aim of linking the demand for housing construction to local development, seeking the supply of inputs and services will also be given through local producers.*

### Descriptors:

*Progressive housing, UMA System, Water saving, PET Recycled.*



## INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA. EN UNA VIVIENDA PROGRESIVA SUSTENTABLE

Argentina es un país de aproximadamente 40 millones de habitantes y 3 millones de km<sup>2</sup>.

A pesar de los esfuerzos estatales a través del sistema de construcción pública de viviendas financiado mayormente a través del Fondo Nacional de la Vivienda (FONAVI), creado en 1977 (ley 21581) y de los Programas Federales de vivienda y hábitat implementados a partir de 2003, no se ha podido revertir el déficit habitacional que, según el Censo 2010, se mantiene en 3.450.860 viviendas, es decir un 28,4% del total de hogares en Argentina (déficit que incluye hogares irrecuperables, hogares mejorables y hogares con hacinamiento).

Las dificultades para sectores de medios y bajos recursos para acceder al suelo urbanizado son cada vez más marcadas debido al creciente valor y la ausencia de políticas públicas en materia de gestión y planificación del uso del suelo. Esto impacta en el crecimiento de asentamientos en zonas no urbanizadas, produciendo respuestas espontáneas de la población más pobre ante la falta de soluciones a sus problemas de hábitat. En la provincia de Córdoba, por ejemplo, con 3.308.876 habitantes, se han relevado 238 asentamientos espontáneos con una población total de 26.719 familias (Un Techo para mi país, 2011). En todos los casos, las condiciones medioambientales, en términos de salubridad, seguridad, conectividad urbana y acceso a servicios se encuentran por debajo de los umbrales mínimos admisibles.

Estos datos ponen de manifiesto que la complejidad de la problemática habitacional determina que las soluciones que apunten a reducir el déficit existente deben dar diferentes respuestas para atender de manera más eficaz las necesidades en esta materia.

En este contexto, el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) –con el objetivo de fortalecer a gobiernos locales, organizaciones de la sociedad civil, cooperativas y sindic-

tos para contribuir a generar proyectos integrales de hábitat social– investiga, experimenta y desarrolla tecnologías de construcción, organización de la producción, gestión y evaluación destinadas a la producción social del hábitat, factibles de ser transferidas total o parcialmente. Así mismo realiza acciones de asesoramiento, capacitación, transferencia e intercambio a nivel nacional e internacional para contribuir a la cooperación sur-sur.

En este marco se inscribe la propuesta de vivienda progresiva sustentable desarrollada por CEVE que sintetiza los últimos desarrollos de la experiencia institucional agrupados en los siguientes aspectos:

- Tecnologías constructivas, dinamizadoras de la pequeña y mediana industria, que utilizan recursos locales convencionales y otros provenientes de insumos reciclados.
- Criterios de diseño innovadores relacionados con la densificación predial y el crecimiento progresivo consolidando un volumen inicial de vivienda que contribuye al ordenamiento del espacio residencial.
- Tecnologías de gestión que potencian el accionar de gobiernos locales en la puesta en marcha de programas que impulsan el desarrollo local a partir de la integración de objetivos sociales, económicos-productivos y habitacionales de las familias destinatarias y los emprendimientos vinculados.

Esta experiencia institucional quedó plasmada en dos prototipos de vivienda construidos con el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), mediante un subsidio otorgado a CEVE a través del Proyecto Bicentenario CONICET. Uno fue construido en la sede de CEVE y el otro en un barrio popular de Córdoba (Marqués Anexo), en un sitio cedido por la municipalidad.

## CONCEPTOS PRINCIPALES DE LA PROPUESTA

Las contribuciones del proyecto pueden sintetizarse en los siguientes aspectos:

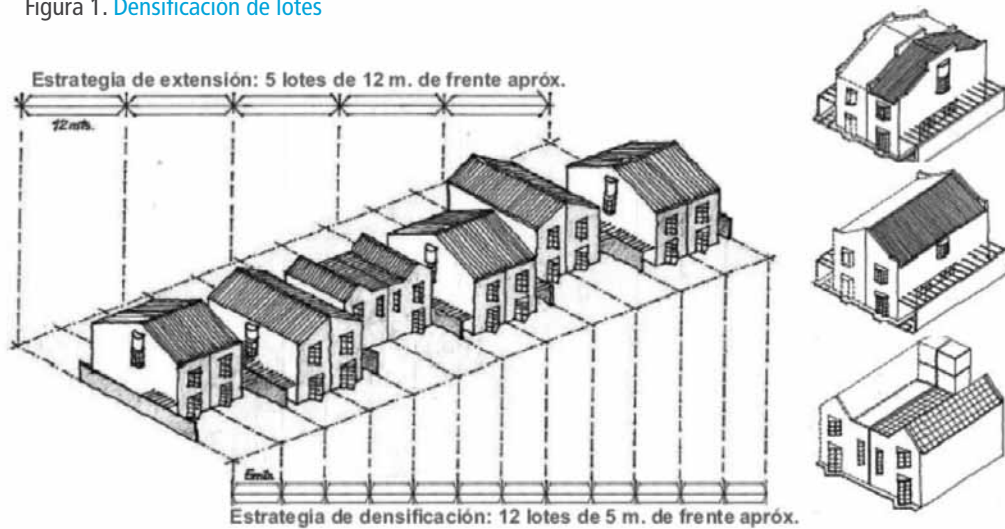
### Uso del suelo

Este aspecto tiene como premisa la optimización del suelo urbanizado y su accesibilidad a precios aptos para sectores medios y medios bajos. Como propuesta urbana, la den-

sificación posibilita el mejor aprovechamiento del suelo urbanizado y sus redes de servicios (agua, energía, cloacas, transporte, equipamiento social).

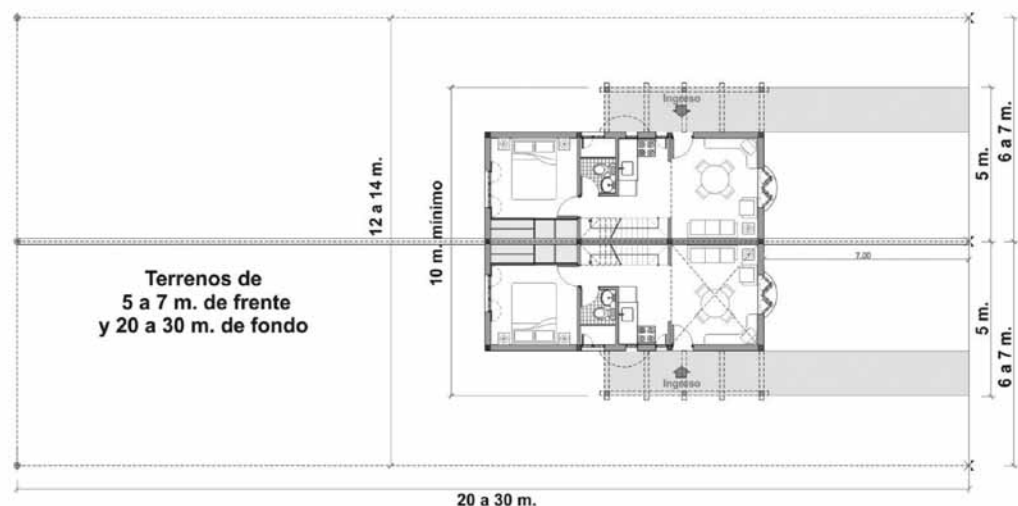
Este aprovechamiento del espacio se materializa en la propuesta de subdivisión de lotes de 10,00 metros de frente o más (frecuentes en la ciudad), para alcanzar 5 o 7 metros de frente mínimo, optimizando el aprovechamiento de infraestructura urbana existente (figuras 1 y 2).

Figura 1. **Densificación de lotes**



Fuente: CEVE

Figura 2. **Ubicación de la vivienda en lote**



Fuente: CEVE



### Idea espacial y diseño de la vivienda

El concepto de progresividad en este caso se adhiere a la provisión inicial de *volumen habitable* en contraposición con la idea de *superficie habitable* (vivienda cáscara, idea desarrollada por el Dr. Carlos González Lobo de la UNAM de México), facilitando la inversión en etapas que se van completando de manera progresiva, manteniendo la imagen externa de la vivienda sin mayores alteraciones.

La idea es que esta cáscara conforme el paisaje urbano desde el principio y que las ampliaciones se realicen paulatinamente dentro de la unidad según las posibilidades económicas de los destinatarios. De este modo, se resuelve la materialización de un objeto apto para crédito hipotecario, que se completará en la medida en que las familias lo habiten. Se parte de un volumen inicial de dos plantas de altura, completo por fuera, que conforma la “cáscara” de la vivienda.

La superficie habitable en esta primera etapa es de 35 m<sup>2</sup> distribuida en Planta Baja que cuenta con cocina/comedor, un dormitorio y baño (figura 3). En una segunda etapa, con la materialización de los entrepisos, la vivienda cuenta con los siguientes ambientes en Planta Alta: dos dormitorios con un baño o cuarto de estudio adicional para alcanzar la superficie total final de 70 m<sup>2</sup> (figura 4). Adicionalmente el retiro en el frente de la vivienda y el extenso patio al fondo permiten posibles crecimientos en superficie.

El costo de la vivienda completa con planta alta terminada (sin el terreno) se estima entre US\$ 20.000 y US\$ 25.000 aproximadamente (costo de construcción en Argentina en 2012. Incluye materiales y mano de obra a precio de mercado).

### Modelo de gestión y construcción

Se propone la producción de viviendas desde una visión integral como alternativa al problema del abordaje del hábitat como entorno construido.

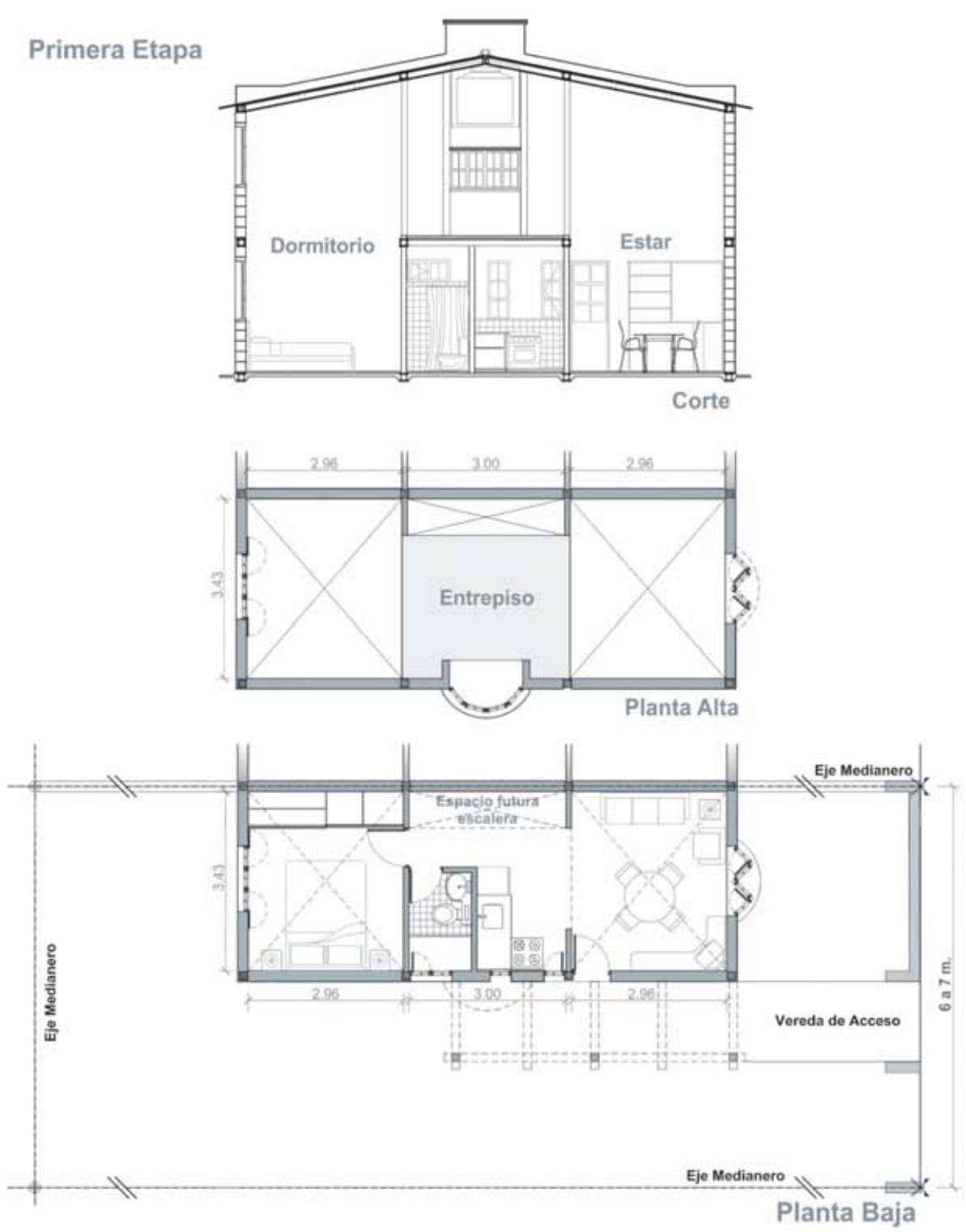
El diseño arquitectónico de la propuesta tiene implícito una serie de premisas y objetivos que permiten el armado de un esquema donde tecnología de producción, propuesta urbanística, trabajo social y modelos de gestión propician la articulación de distintos actores (Estado, población, empresas, ONG). De este modo, la participación de la comunidad en el proceso productivo y de los pequeños emprendimientos se facilita gracias al uso de tecnologías flexibles, apropiadas y apropiables. Este enfoque permite la generación de un sistema productivo basado en una serie de pequeños emprendedores que participan a lo largo de todo el proceso de construcción. Por ello, la propuesta se basa en una diversidad de componentes aptos para múltiples combinaciones productivas y de ensamble.

El esquema de producción de esta Unidad de Gestión Participativa propone una articulación permanente entre el equipo de coordinación y los emprendimientos participantes del proyecto, separando los procesos de fabricación de componentes y montaje de la vivienda. Los emprendedores reciben asesoramiento y capacitación en las distintas tecnologías constructivas que intervienen en la propuesta arquitectónica (figura 5).

Este modelo de gestión se sustenta en los siguientes criterios:

- Promover el empoderamiento de sectores populares a través del fortalecimiento de su organización interna y su inserción en la producción de bienes y servicios.
- Favorecer el uso de mano de obra intensiva, evitando la mecanización de los puestos de trabajo.
- Incluir la utilización de equipos, maquinarias y herramientas de fácil operación y aprendizaje, de baja inversión y que no generen dependencia tecnológica.
- Diseñar y aplicar la transferencia de tecnología implantando programas de asistencia técnica y capacitación, que además

Figura 3: Plantas y corte primera etapa

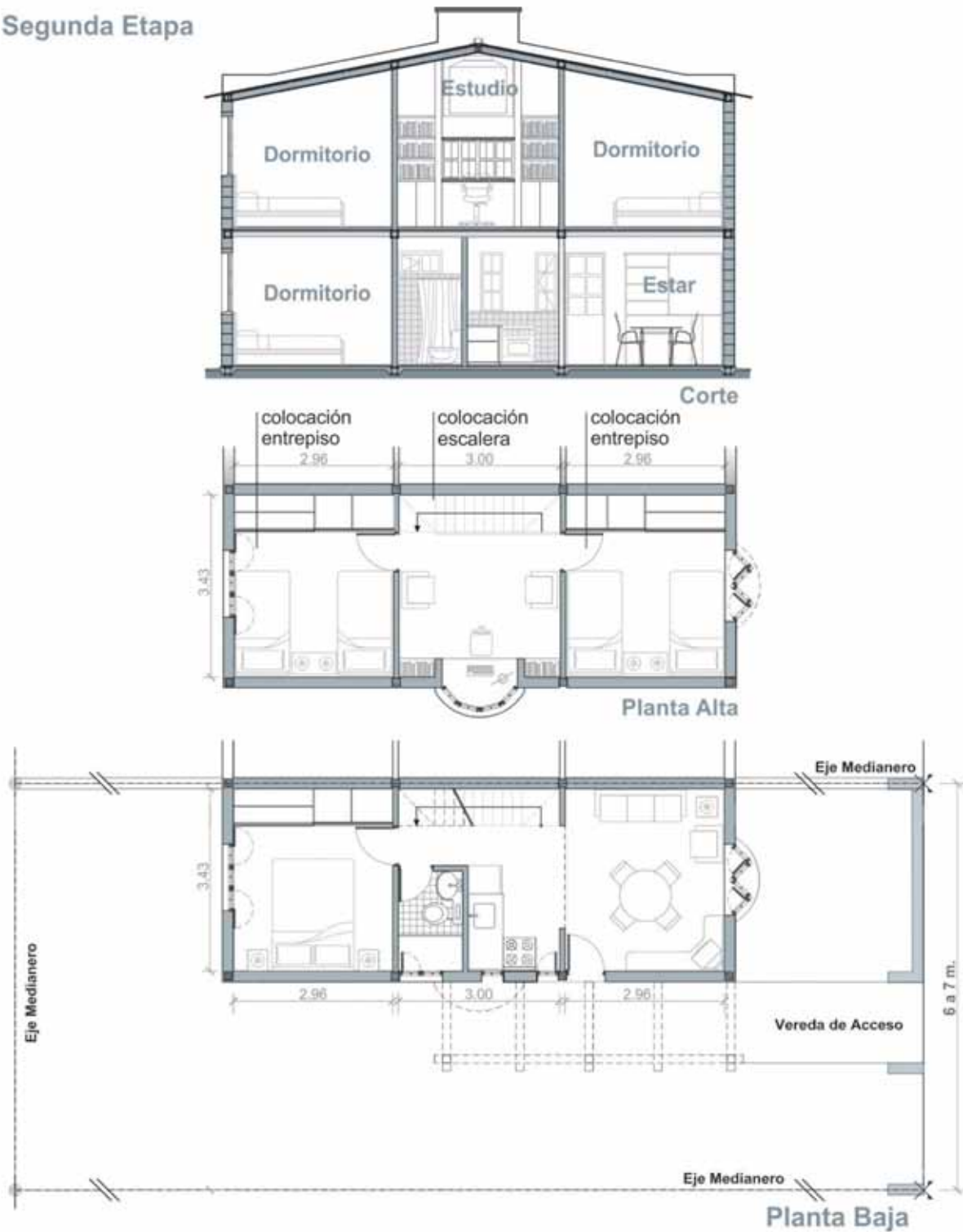


Fuente: CEVE



Figura 4: Plantas y corte segunda etapa

## Segunda Etapa



Fuente: CEVE

de incrementar los conocimientos técnicos específicos, tiendan a impulsar el desarrollo empresarial y promover su continuidad y fortalecimiento.

- Favorecer a los proveedores locales, de manera de retener los circuitos de dinero en el ámbito local o regional, y tender a la dinamización de la economía local.
- Desarrollar e implementar tecnologías constructivas y de producción que no afecten negativamente al ambiente natural o construido, y que favorezcan el reciclaje de desechos locales.

El modelo ha sido diseñado con el objetivo de vincular la demanda de la construcción de viviendas con el desarrollo local y el fortalecimiento de emprendimientos productivos locales a través de la generación de trabajo. Además, se busca que el abastecimiento de insumos y servicios también sea a través de productores locales, lo cual beneficia a toda la cadena productiva de la micro-región, desde los que extraen los áridos hasta quienes fabrican componentes y los encargados del montaje.

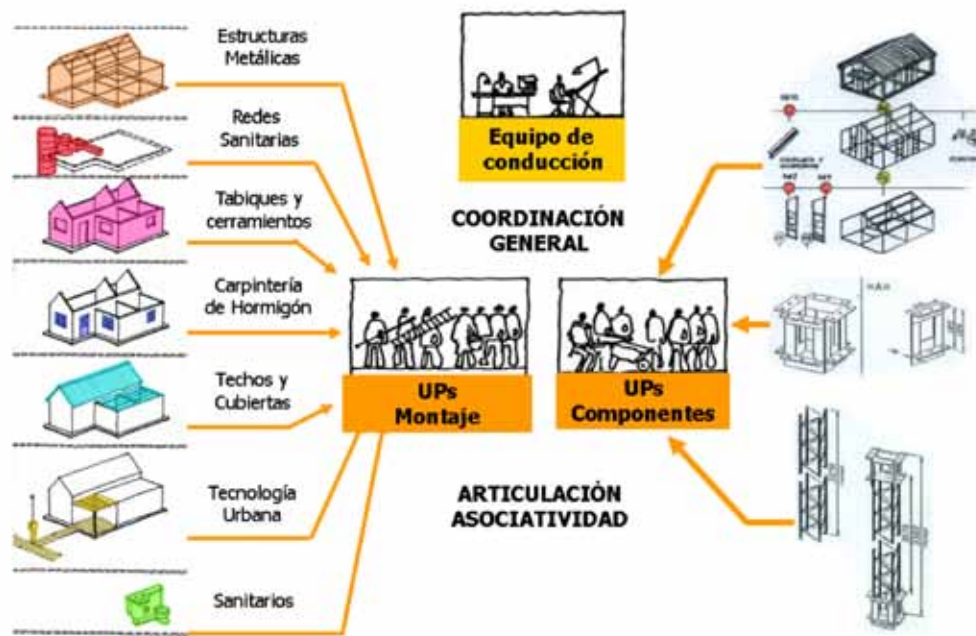
### Sustentabilidad ambiental

La construcción del entorno humano es una actividad que siempre ha generado impacto ambiental en todas sus etapas: en la fabricación de los materiales, la construcción de los edificios, así como su utilización y demolición. Implica consumo de recursos naturales –en algunos casos no renovables–, gasto de energía, contaminación por las emisiones, y generación de residuos.

El aspecto de cómo se utilizan los recursos naturales, particularmente los no renovables, impone reflexionar sobre la necesidad de su conservación, cuidado y uso, de manera de garantizar la disponibilidad de los mismos para las generaciones venideras.

En línea con el concepto de construcción sostenible, las tecnologías de reciclado que propone el Centro Experimental de Vivienda Económica (CEVE) reducen la contaminación del medio ambiente porque utilizan como materia prima principal un residuo que actualmente en gran medida se acumula o entierra. De este modo, también disminuyen el consumo de recursos naturales en la fabricación de ele-

Figura 5: Modelo de gestión



Fuente: CEVE

mentos constructivos con respecto a otras tecnologías tradicionales.

## TECNOLOGÍAS

La vivienda progresiva sustentable es el resultado de la combinación de tecnologías desarrolladas por CEVE: el Sistema UMA de estructuras metálicas, los cerramientos verticales internos de ladrillos producidos con reciclado de PET (polietileno Tereftalato), placas termo aislantes elaboradas con cáscaras de maní (caca-huete), aberturas de hormigón premoldeadas, y artefactos sanitarios economizadores de agua. Se utilizan también otros desarrollos de instituciones vinculadas a CEVE, tal es el caso del Sistema Sancocho de prefabricación de entresijos ideado por el Ing. José Adolfo Peña (OTIP, Venezuela), y el equipamiento para cocina elaborado a partir de la recuperación de recortes de melanina, desarrollado por los arquitectos Jonny Gallardo y María José Verón, de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, de la Universidad Nacional de Córdoba.

### Sistema UMA<sup>1</sup>

Los criterios esenciales del sistema son la calidad del producto industrializado seriado en taller (facilita el control de calidad), la eficiencia en el costo (su rápida ejecución limita los tiempos muertos en obra), la confiabilidad (resolución estructural controlada y resuelta a través de una operación simple de abulonado) (ver Figura 6), cerramientos abiertos realizados *in situ* o en taller (placas premoldeadas cerámicas), estructurante y ordenador espacial. Plantea una estructura productiva en la cual se combina un sistema industrializado con un sistema abierto de cerramientos, con máximo aprovechamiento de recursos locales.

Consiste en una serie de componentes metálicos (vigas y columnas) que mediante

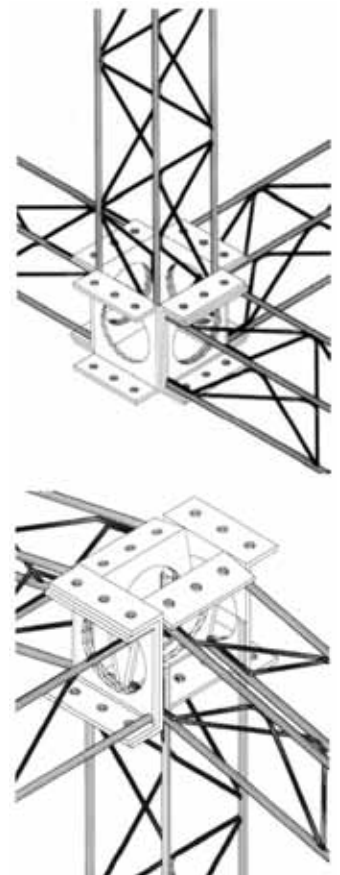
nudos matrizados logra un rápido armado del esqueleto estructural del prototipo, que facilitan los plomos, escuadras y niveles a través de procedimientos sencillos y favorece la participación de grupos de trabajadores no especializados (inclusión laboral).

Una vez ubicado el esqueleto dentro del terreno se procede al llenado de su plataforma de fundación de hormigón armado (H° A°) dejando previsto el canal sanitario premoldeado y los ingresos de agua, luz y gas. La envolvente vertical posibilita la adaptabilidad a diversos tipos de mampuestos de acuerdo a los materiales existentes en el lugar, otra de las características del sistema. En la propuesta desarrollada se utilizaron para la envolvente exterior tabique cerámico y las divisiones interiores se ejecutaron con ladrillos de PET. Una vez ejecutadas las paredes se llena el esqueleto metálico con hormigón consiguiendo así una estructura estable que responde a las condiciones sísmicas que requiere el lugar.

Finalizada esa etapa se hace la cubierta liviana, resuelta con chapa + aislamiento térmico + cámara de aire y terminación final con cielorraso suspendido. Para el caso presentado se utilizaron paneles de cáscara de maní. Con la cubierta resuelta, en el interior se monta el entresijo seco conformado por placas de H° A° vinculadas mediante soldadura a las vigas premoldeadas previamente colocadas. Con igual tecnología se resuelve la escalera. Se dejan planteados todos los elementos necesarios para recibir el resto del entresijo que podrá ser del tipo que desee el futuro propietario. Las terminaciones son muy variadas y dependen de la disponibilidad de los recursos económicos que se cuenten.

Para la ejecución de los cerramientos laterales se utiliza como guía el esqueleto descrito siendo posible utilizar materiales tradicionales (ladrillos comunes, bloques de hormigón, bloques cerámicos, adobes, madera).

Figura 6. Uniones de la estructura



Fuente: CEVE

1 UMA es una palabra quechua, idioma original de los incas, que significa: COMIENZO, INICIO, CABEZA. La idea es que el sistema ayuda al comienzo de una solución habitacional.



Esta tecnología, patentada por CEVE-CONI-CET, y los arquitectos Ferrero y Pipa, ha sido ampliamente validada en más de 1800 viviendas construidas en Argentina y Uruguay (fotos 1, 2, 3, 4, 5, y 6).

### Sustentabilidad ambiental

#### *Mueble sanitario integral*

CEVE desarrolló diferentes artefactos y componentes que buscan reducir el consumo y optimizar la utilización de este recurso.

El mueble sanitario integral, de plástico termo-formado que se instala en una sola operación, sobre los revestimientos de paredes y pisos, sintetiza en un solo artefacto la esencia del baño. La carcasa es removible e incorpora el depósito de agua para el inodoro, las redes y grifería de lavatorio y ducha. Su característica diferencial se sustenta en la reutilización y reciclado del agua del lavatorio, acumulándola en un depósito para el lavado de la taza del inodoro. Permite así una reducción promedio en el consumo de unos 3.000 litros de agua por mes (foto 7).

#### *Dispositivo pulverizador*

Otro de los resultados de investigaciones llevadas adelante por el arquitecto Héctor Mas-suh, investigador y ex director de CEVE, es el dispositivo pulverizador que, aplicado en la grifería del lavatorio, permite reducir el consumo de agua de manera considerable (foto 8). Las pruebas indican que una canilla común expulsa aproximadamente 7 litros de agua por minuto, mientras que aquellas que tienen el pulverizador consumen sólo un litro por minuto. Actualmente se encuentra en etapa de adaptación a diferentes variedades de artefactos disponibles en el mercado.

#### *Ladrillos con plástico PET reciclado*

Es un componente para muros exteriores e interiores elaborado con una mezcla de partículas de plástico PET proveniente de envases descartables de bebidas, ligadas con cemento Portland y aditivos, que se moldea con una máquina manual rodante (foto 9).

Este es un ladrillo más ecológico que otros tradicionales existentes en el mercado porque

Fotos 1,2,3,4,5 y 6: **Proceso constructivo Sistema UMA**



Fuente: CEVE



su materia prima principal está constituida por residuos plásticos reciclados. Además, la producción del ladrillo macizo de tierra cocida, utilizado habitualmente en mamposterías, a partir de la extracción de la capa de tierra superficial fértil (humus), y su posterior cocción en grandes hornos a cielo abierto, produce desertifi-

cación del suelo, contaminación atmosférica (por el humo generado), y tala de árboles para obtener la leña necesaria para el funcionamiento del horno.

Desde el punto de vista técnico el ladrillo de PET se destaca también en lo que respecta a liviandad y aislamiento térmico.

#### Cuadro 1. Descripción técnica del producto

Dimensiones	5,5 cm. x 12,5 cm. x 26,2 cm
Peso por unidad	1443 gr.
Peso por m <sup>2</sup> de superficie	79,2 kg/m <sup>2</sup> (utilizado en una mampostería de 12,5 cm. de espesor)
Densidad	1150 kg/m <sup>3</sup> .
Resistencia característica a la compresión	2,00 Mpa.
Absorción de agua	Masa 19,1 %, volumen 214 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia al envejecimiento	Resistentes a los rayos ultravioletas y a la humedad
Permeabilidad al vapor de agua	Entre 1,76 y 3,81 x 10 <sup>-2</sup> ± 4% g/mhkPa
Resistencia al fuego	Clase RE 2: Material combustible de muy baja propagación de llama
Conductividad térmica coeficiente	0,15 W/mK
Adherencia de revocos	0,25 MPa
Resistencia acústica	41 db, en muro de 0,15 m. de espesor revocado de ambos lados
Resistencia al corte y aserrado	Son fáciles de cortar y aserrar

Foto 7: Mueble sanitario integral



Fuente: CEVE

Foto 8: Pulverizador de ducha



Fuente: CEVE

Foto 9: Muro de ladrillo de PET



Fuente: CEVE

### Cielorrasos de cáscaras de maní (cacahuete) recicladas

Es un componente de aislación térmica para aplicar en cielorrasos, sobre estructura de soporte de perfilería metálica.

La placa está elaborada con cáscaras de maní aglomeradas con resina polimérica y conformada por compresión en prensa hidráulica (foto 10).

Este componente se presenta como alternativa a los cielorrasos de madera industrializada o placas de poliestireno expandido entre otros, utilizados para aplicaciones en arquitectura de interiores, con el objetivo de disminuir el consumo de materias primas no renovables, y los impactos ambientales relacionados al uso de insumos derivados del petróleo. Contribu-

ye a la sustentabilidad económica, social y ambiental, y promueve la producción de componentes de construcción de viviendas saludables y accesibles para sectores con necesidades socio habitacionales.

Las cáscaras de maní constituyen un recurso muy abundante a nivel regional. Algunos usos de las cáscaras hasta el momento son: combustible de calderas, alimento balanceado y producción de carbón activado. Aún así, constituye un recurso muy abundante no suficientemente valorizado en la cantidad en que se dispone.

La placa con cáscaras de maní desarrollada tiene un atractivo aspecto estético. Destaca entre sus principales cualidades técnicas la de aportar aislación térmica y acústica a los espacios interiores.

#### Cuadro 2. Descripción técnica del producto

Dimensiones	50 cm. x 150 cm. x 3 cm
Densidad	228 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia al fuego	Clase RE5: Material combustible
Coefficiente conductividad térmica	0,12 W/mK.
Resistencia a la compresión	0,9 k/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la compresión	0,84 k/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	70,86
Resistencia a la tracción directa	6,95 k/cm <sup>2</sup>

Foto 10: Cielorrasos de cáscaras de maní (cacahuete) recicladas



Fuente: CEVE



### Mobiliario de cocina patchwork con recortes de melamina

Este mueble se utiliza como equipamiento para cocina. Está compuesto por una estructura de listones de madera tipo entramado que soportan la mesada, superficies y envoltentes con tableros fabricados a partir de retazos y desperdicios reciclados de placas de aglomerados de viruta de madera recubiertos con láminas de melamina, producidos en las carpinterías.

A partir de la selección de las piezas a utilizar, se diseña un ordenamiento de las mismas, y se las arma dentro de marcos de madera maciza para formar tableros. Las uniones se realizan con cola polivinílica (foto 11).

Generalmente los desperdicios de carpintería son piezas pequeñas que no pueden ser vendidas, por lo cual se propone su uso en la generación de nuevos paneles. Este desperdicio no tiene posibles usos, contraproducente como combustible por los gases que se originarían y, deshacerse de ellos, representa usualmente problemas y costos adicionales para las industrias fabricantes de muebles.

El *patchwork* puede utilizarse para la confección de puertas, cajones y laterales. La selección de piezas que lo componen, en cuanto a su color, es aleatoria, siendo importante que todas las piezas a reciclar tengan el mismo espesor para favorecer el armado de los tableros.

Foto 11: Mobiliario de cocina *patchwork* con recortes de melamina



Fuente: CEVE

Desde el punto de vista técnico esta nueva placa es estable dimensionalmente ya que sus partes trabajan solidariamente. Se debe tener la precaución de no sobrepasar las medidas recomendadas para cualquier puerta de muebles con placas revestidas de melamina, o en su defecto colocar refuerzos y aplicar herrajes más resistentes.

#### Cuadro 3. Descripción técnica del producto

Dimensiones	Variada
Espesor	28 mm
Densidad	Entre 400 y 800 kg/m <sup>3</sup>
Propiedades técnicas	Establecidas mediante ensayos realizados por la empresa MASISA, fabricante de placas de aglomerados con melamina.

### Ventana de hormigón

Las ventanas de micro-concreto armado desarrolladas por el CEVE están constituidas por un marco y divisorios interiores que conforman una trama modular ortogonal de aproximadamente 40cm. Incorporan en su masa refuerzos de acero conformada por varillas de hierro de 4,2mm. de diámetro.

Las ventanas pueden incorporar en su diseño vidrios fijos, paños ciegos, hojas de abrir metálicas o de madera, tejido mosquitero, postigos de oscurecimiento y reja de protección (foto 12).

Foto 12: Ventana de hormigón



Fuente: CEVE

Por su diseño modular ofrecen una gama de combinaciones que brindan una amplia variedad de cerramientos tanto interiores como exteriores, ya sea contenidas en el plano del muro, en forma de *bow-window*, semi-círculos o voladizo.

Son además compatibles y combinables con los diversos materiales utilizados en los cerramientos verticales (ladrillo común, ladrillos cerámicos de fábrica, bloques de concreto, ladrillos de PET y placas premoldeadas).

### CONCLUSIONES

Entendemos la producción social del hábitat como aquellos procesos de gestión sin fines de lucro en ciudades, poblaciones, barrios y viviendas mediante la puesta en marcha de sistemas participativos de autoproducción y control a cargo de las propias comunidades.

La propuesta presentada es el resultado de diversas investigaciones y desarrollos de CEVE y de otros investigadores. A diferencia de las tecnologías duras que quieren modificar el medio, la idea propuesta aquí contiene un puñado de tecnologías adaptables al medio que incorporen fuerzas y capacidades locales en su desenvolvimiento. Las fotos 13, 14, 15, 16, y figuras 17 y 18 permiten una aproximación gráfica al producto terminado.

Se asume el concepto de construcción progresiva entendiendo la producción de viviendas como un proceso y no como objeto. Esta concepción implica nuevos desafíos tanto para las universidades como para las empresas, y además un cambio de actitud del profesional para desarrollar nuevas aptitudes y destrezas.

Por lo tanto la gestión de la producción social del hábitat es un proceso que facilita que diversos sectores de la sociedad puedan

Foto 13: Fachada del prototipo



Fuente: CEVE

Foto 15: Interior. Comedor



Fuente: CEVE

Figuras 17 y 18: Maqueta del proyecto construido



Foto 14: Interior Planta baja



Fuente: CEVE

Foto 16: Interior. Planta alta



Fuente: CEVE



Fuente: CEVE

tener un hábitat que responda a sus múltiples demandas. También hace a los diferentes actores (económicos, sociales y políticos) co-responsables en la tarea de garantizar un acompañamiento integral y participativo compuesto por instrumentos indisociables:

- Crédito focalizado y accesible.
- Subsidio como estrategia redistributiva.
- Asistencia técnica integral y participativa.
- Valoración del capital social como potenciador del desarrollo comunitario.
- Políticas de Estado integrales e integradoras.
- Tecnologías constructivas y sociales entendidas como desarrollos culturales que son generados y producidos en el ámbito de una doble transferencia de conocimientos permanente entre técnicos y pobladores.

Todos estos instrumentos son servicios de acompañamiento que podrían ser incorporados e institucionalizados por las entidades gubernamentales.

En síntesis, la propuesta pretende dar forma física a valores caracterizados por lo productivo y lo ambiental. Como centro de investigación con más de 45 años de recorrido, CEVE agrega a su producción esta alternativa, integradora de sus propios resultados obtenidos en el campo tecnológico con los aportes de otros compañeros de ruta, con la intención de que puedan ser de utilidad total o parcial a instituciones, profesionales y pobladores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CYTED - AECI (2006) Conclusiones finales de las Jornadas Iberoamericanas sobre Hábitat Evolutivo y Producción Social del Hábitat: tecnologías y herramientas de apoyo. Cartagena de Indias, Colombia.
- KIBERT, C. (1994) First International Conference on Sustainable Construction. CIB-TG16. Florida, EE.UU.
- LANTING, R. (1996) Sustainable Construction in The Netherlands -A perspective to the year 2010. Working paper for CIB W82 Future Studies in Construction. TNO Bouw.
- Ortiz, ENRIQUE (1995) Derechos Humanos y Producción Social del Hábitat: Pilares de la Estrategia de HIC en América Latina. Extraído el 12 de Noviembre de 2011 de: <http://www.hic-net.org/document.php?pid=2446>
- OTIP C.A. (1996) Manual de Montaje Sancocho. OTIP C.A., Caracas.
- RODRÍGUEZ, M.; TABORDA, A. (2010). Análisis de Políticas Públicas. Formación, estilos de gestión y desempeño: Políticas de Vivienda. Córdoba: Brujas.
- SALAS SERRANO, J. (1999) Carlos González Lobo: Vivienda y ciudad posibles. Colección Tecnologías para Vivienda de Interés Social. Bogotá, Colombia: Editorial Escala.
- Un Techo para mi País (2011) Relevamiento de asentamientos informales de la provincia de Córdoba. Extraído el 4 de Julio de 2012 de: <http://www.untechoparamipais.org/argentina/sites/default/files/Catas-trocordobafinal.pdf>



## DESEMPEÑO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE SISAL PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS\*

PERFORMANCE OF THE REINFORCED CONCRETE  
WITH SISAL FIBER FOR THE PRODUCTION  
OF BUILDING COMPONENTS.

### MILENA SOSA

Arquitecto (1979).  
FAU-UCV. Doctor en Ciencias  
y Técnicas de la Construcción  
de la Universidad Pierre et  
Marie Curie. (Paris VI), Paris,  
Francia. (1989). Master en  
Historia de las Técnicas,  
Conservatoire des Arts et  
Metier, Université Paris IV  
(La Sorbonne), Paris, Francia.  
(2008). Profesor Titular  
(IDEC-FAU/UCV).  
[pimifaster@gmail.com](mailto:pimifaster@gmail.com)

### YURAIMA CENTENO

MSc. en Desarrollo  
Tecnológico de la  
Construcción  
(IDEC-FAU-UCV).

### IDALBERTO ÁGUILA

Ingeniero Civil (ISPJAE,  
Cuba, 1984). MSc. en  
Desarrollo Tecnológico  
de la Construcción (IDEC-  
FAU-UCV, 2000). Doctor en  
Arquitectura (UCV, 2008).  
Profesor-Investigador del  
Instituto de Desarrollo  
Experimental de la  
Construcción (IDEC-FAU/UCV)  
[idalbertoaguila@gmail.com](mailto:idalbertoaguila@gmail.com)

### RESUMEN

El artículo evalúa de manera experimental el desempeño del concreto reforzado con fibras de sisal para su utilización en la elaboración de paneles de cerramiento y otros componentes constructivos. Se realizaron ensayos de resistencia a compresión y a flexión de cada muestra midiéndose el efecto que provoca la adición de fibras en el comportamiento estructural de cada pieza. Los resultados muestran que no hay afectaciones marcadas en los valores máximos de resistencia a compresión y flexión, en tanto se evidencia un cambio en el comportamiento del material desde el punto de vista de la ductilidad. En virtud de esto se concluye que es estructuralmente conveniente la utilización de la fibra de sisal como refuerzo, siendo 0,5% y 0,75% los porcentajes más adecuados y la longitud de 5 cm la que ofreció mejores resultados.

### Descriptores

Material de Construcción, Fibras de Sisal, Concreto reforzado.

### ABSTRACT

*The article evaluates experimentally, the performance of reinforced concrete with sisal fibers for use in the manufacture of cladding panels and other building components. Testing flexural and compressive strength of each sample by measuring the effect caused by the addition of fibers in the structural behavior of each part is performed. The results show that there is no marked encumbrances on the maximum values of resistance to compression and bending, while a change is evidenced by the behavior of the material from the viewpoint of ductility. Under this it is concluded that it is advisable to use sisal fiber as reinforcement structural, with 0.5% and 0.75% rates and length of 5 cm which gave better results as the most appropriate.*

### Descriptors

Construction material, Sisal fibers, Reinforced Concrete.

\* Esta investigación contó con el financiamiento del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela (UCV).



## DESEMPEÑO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE SISAL PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPONENTES CONSTRUCTIVOS

Las fibras del sisal se extraen de la planta del género *Agava* siendo la más común la *Sisalana*, planta originaria de Yucatán (México). Son comúnmente usadas para el tejido de diferentes telas, sin embargo, el empleo creciente de tejidos sintéticos a más bajo costo genera la necesidad de evaluar su empleo para otros usos no tradicionales entre ellos para la producción de fibrocemento. De la planta de sisal solamente el 4% constituye la fibra, 85% es agua y el resto son desperdicios de pulpa y fibrillas. Durante la vida de una planta se producen entre 5 y 7 kilogramos de fibra (Quiñonez, 1989, citado por De Oteiza, 1992). En Venezuela, aunque la producción de fibras de sisal ha decaído en la última década, ésta se sitúa sobre las 5.000 ton anuales (FEDEAGRO, 2013).

Las propiedades físicas de las fibras del sisal y de otros vegetales han sido estudiadas con bastante profundidad, quedando en evidencia que éstas ofrecen una posibilidad técnica y económica viable para el refuerzo del concreto. Filho, Barbosa y Ghavani (1990) determinaron que, en relación con las fibras de coco, las fibras de sisal tienen una alta resistencia a la tracción y menor capacidad de deformación. Sin embargo, a pesar de que ambas fibras tienen una humedad natural similar, la capacidad de absorción de agua del sisal es mucho mayor que la de las fibras del coco. Esto está posiblemente relacionado con la impermeabilidad propia de estas fibras. Estos resultados indican que las fibras del sisal requieren mayor protección superficial que las de coco cuando son utilizadas en un medio húmedo.

Las fibras obtenidas del sisal se ubican entre las más fuertes dentro de las fibras naturales y está ampliamente difundido su cultivo y uso como refuerzo del concreto. Un experimento realizado por Carlsson y Ödeen (1977),

muestra que la incorporación de pequeñas cantidades de sisal dentro de la masa de concreto provoca una reducción en su resistencia a la compresión y a la tracción. Sin embargo, este estudio indica la posibilidad de reforzar el concreto con fibras naturales, dado que las reducciones son pequeñas comparadas con el concreto simple.

Según Gram (1983) el Swedish Cement and Concrete Research Institute (Suecia) ha desarrollado un componente de concreto reforzado con fibras de sisal. Los prototipos realizados son placas onduladas y trapezoidales para ser posteriormente cubiertas con tejas, las cuales pueden cubrir una luz de 3,3 metros y soportar cargas de 650 kg/m<sup>2</sup>.

Juárez, Valdez y Durán (2004) en la búsqueda de materiales de construcción económicos y durables, señalan que las fibras de acero, vidrios y poliméricas son alternativas pero muy costosas, por lo que recomiendan el estudio de las fibras naturales. Se ha verificado que la fibra natural se ve afectada por la alcalinidad de la matriz cementante del concreto, en consecuencia, la durabilidad del compuesto dependerá de la protección que tenga la fibra y de la impermeabilidad de la matriz cementante. En su investigación ellos tratan de encontrar tratamientos químicos adecuados en la fibra de lechuguilla que permitan aumentar la durabilidad del compuesto, reduciendo el deterioro que sufre la misma en el medio alcalino propio del concreto. Además, demuestran que las fibras largas adicionadas en bajos porcentajes de volumen total de mezcla proporciona al concreto capacidad para soportar mayores cargas de flexión en comparación con el concreto simple.

Es por todos conocido que el concreto posee un comportamiento frágil cuando es sometido a esfuerzos mecánicos, es decir, que

el fallo se produce de forma brusca al llegar a la carga de rotura. En general es deseable que los elementos estructurales tengan un comportamiento más dúctil y que al llegar a la fase de rotura experimenten deformaciones elásticas que les impidan soportar más cargas, pero que no fallen. De esta manera habría oportunidad para tomar medidas que eviten el colapso de la estructura o que al menos lo retarden.

El uso de la fibra vegetal, más que incrementar la resistencia mecánica del concreto, persigue, en primer lugar, mejorar su ductilidad, lo cual es beneficioso sobre todo cuando se somete la estructura a cargas dinámicas como lo es la carga sísmica, y segundo, reducir el crecimiento de las grietas que aparecen en el concreto una vez que estas hayan aparecido. Aunque en este trabajo no se aborda el agrietamiento debido a cambios de volumen por retracción y por variaciones de temperatura, es reconocido el aporte de la fibra para controlar estos agrietamientos (Sika, 2008).

Uno de los problemas principales que se presenta al utilizar fibras naturales como refuerzo del concreto es su tendencia al deterioro, el cual se acelera por la alcalinidad característica de la matriz cementicia. Juárez (2002) demuestra que la protección directa de la fibra con parafina, unida a la disminución de la alcalinidad de la matriz con la adición de cenizas volantes (puzolana), desacelera considerablemente ese deterioro. No obstante recomienda seguir estudiando este tema para mejorar aún más esa protección.

Este artículo no aborda el tema del deterioro de la fibra, se centra solo en el aspecto estructural inicial. En estos momentos se investigan formas de protección de la fibra a largo plazo cuyos resultados se tendrán en el futuro.

Con este trabajo se pretende contribuir al enriquecimiento del conocimiento sobre el tema, definiendo las condiciones más adecuadas para lograr una mezcla de mortero reforzado con fibras de sisal producidas a partir de plantaciones existentes en Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo principal del experimento es determinar la longitud y la proporción más adecuadas de fibra dentro de la mezcla de concreto para mejorar su comportamiento estructural. El estudio parte de una caracterización de los materiales para luego evaluar de manera experimental el comportamiento mecánico de probetas de mortero elaboradas con diferentes porcentajes de fibras de distintas longitudes. Los ensayos de laboratorio se realizaron en el Instituto Venezolano de Investigaciones Tecnológicas e Industriales (INVESTI).

### Caracterización de materiales

Los materiales a utilizar en la elaboración de las probetas son: cemento, arena natural, agua de chorro y fibras de sisal.

**Cemento:** Se utilizó Cemento Portland tipo I según norma COVENIN 28 (ASTM C 150).

**Arena:** Se empleó arena natural comercializada en las redes de ferretería. Los agregados comerciales son analizados granulométricamente en sus condiciones iniciales COVENIN 277. Previo a su utilización se determinó la granulometría, el peso específico, la absorción, y el contenido de sulfuros y sulfatos

#### *Pesos unitarios*

El ensayo se realizó según lo establecido en la Norma COVENIN 263, obteniéndose los siguientes resultados:

Peso Unitario Suelto (PUS) = 1502 Kg. /m<sup>3</sup>

Peso Unitario Compacto (PUC) = 1721 Kg. /m<sup>3</sup>

#### *Distribución de tamaño de partículas. Granulometría*

El ensayo se realizó según lo establecido en la Norma COVENIN 255, obteniéndose el resultado que muestra el cuadro 1.

El porcentaje pasante se encuentra en todos los casos dentro o muy cerca del rango establecido por la norma.





### Peso específico y absorción

El ensayo se realizó según lo establecido en la Norma COVENIN 268, obteniéndose los resultados que muestra el cuadro 2.

### Contenido de Cloruros y Sulfatos

El ensayo se realizó según lo establecido en la Norma COVENIN 261, obteniéndose los resultados que muestra el cuadro 3.

**Fibras de sisal:** Las fibras fueron cortadas en las longitudes de 5 cm, 7,5 cm y 10 cm y secadas por 24 horas a 50°C.

Peso específico: 2,61.

### Diseño de mezcla y vaciado de las probetas

Fueron preparadas 10 mezclas: 1 mezcla Patrón (P) sin fibra y 9 mezclas (M) con diferentes porcentajes y longitudes de fibra. De cada mezcla se elaboraron 3 probetas prismáticas de 10 cm x 10 cm x 40 cm y 2 cilindros de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.

Para evaluar el efecto de la incorporación de las fibras se utilizaron tres longitudes diferentes y tres porcentajes de fibra distintos. La densidad arrojada de la fibra de sisal fue de  $1,45 \text{ g/cm}^3 = 1450 \text{ Kg/m}^3$  y el porcentaje de la misma en el mortero se calculó de la siguiente forma:  $\% \text{ de fibra en el mortero} = \text{m}^3 \text{ de fibra} \times 100 / \text{m}^3 \text{ de mortero}$ . Partiendo de lo anteriormente expuesto, se confeccionaron las mezclas con las longitudes y porcentajes de fibra expuestas en el cuadro 4.

La dosificación del mortero partió de la utilización de una proporción cemento/arena de 1:4. La relación agua/cemento se obtuvo del ensayo de consistencia normal en el que se estableció que al incorporar las fibras se incrementaba la demanda de agua hasta una relación a/c de 0,60. Solo las mezclas M1 y M2 requirieron una relación a/c de 0,55. En la mezcla patrón (sin fibras) se utilizó una relación agua/cemento a/c de 0,6 para unificar los resultados. El cuadro 5 reporta los datos correspondientes al diseño de las mezclas.

El mezclado y la preparación del mortero correspondiente a una misma mezcla se realiza

Cuadro 1. Granulometría de la arena

TAMIZ	% RETENIDO	% MAS GRUESO	% PASANTE	RANGO COVENIN 277
3/8"	0,86	0,86	99,14	100
# 4	20,35	21,21	78,79	85-100
# 8	14,82	36,03	63,97	60-95
# 16	14,13	50,16	49,84	40-80
# 30	14,09	64,25	35,75	20-60
# 50	12,66	79,91	23,09	8-30
# 100	12,69	89,60	10,40	2-10
# 200	4,55	94,15	5,85	0-5
Bandeja	5,85	100,00	0,00	

C.F.: Elaboración propia con base en ensayos realizados por INVESTI.

Cuadro 2. Pesos específicos y absorción

Peso Específico	2,65
Peso Específico (saturado con superficie seca)	2,67
Peso Específico Aparente	2,69
Absorción (%)	0,50

C.F.: Elaboración propia con base en ensayos realizados por INVESTI.

Cuadro 3. Contenido de cloruros y sulfatos

% Cloruros	% Sulfatos
< 0,01	< 0,01

C.F.: Elaboración propia con base en ensayos realizados por INVESTI.

en una sola batida para evitar incorporar variables o condicionantes adicionales relacionadas con la manipulación y dosificación de los materiales, preparación y vaciado de la mezcla. Todo realizado de acuerdo a la siguiente secuencia y tiempo del proceso de mezclado:

1. Incorporación en la mezcladora del 30% del agua a fin de humedecer las paredes, paletas y fondo de la misma.
2. Incorporación del agregado fino y mezcla durante un minuto.
3. Incorporación del 30% del agua y mezclado durante un minuto para permitir la absorción del agua por parte de la arena.
4. Incorporación del cemento.
5. Incorporación del resto del agua y mezclado durante un minuto.

6. Incorporación de las fibras y mezclado durante tres minutos.
7. Descanso durante tres minutos y nuevamente es mezclado durante tres minutos.
8. Medición de la trabajabilidad de la mezcla. Para algunas de las mezclas, previo a la incorporación de las fibras, también se mide el asentamiento para evaluar la diferencia en la trabajabilidad.
9. Vaciado de la mezcla en las probetas. El vaciado de las viguetas se realiza por capas con vibrado manual.

Las probetas son guardadas en sus moldes por 24 horas, posteriormente desmoldadas y curadas manteniendo 100% de humedad relativa y a temperatura de 23°C durante 27 días.

#### Ensayos de comportamiento del mortero reforzado con fibras

##### Ensayo de consistencia

Una vez concluido el procedimiento de mezclado y con el mortero en estado fresco se determina el asentamiento de cada mezcla por medio del Cono de Abrahms, de acuerdo a la norma COVENIN 336.

##### Ensayo de resistencia a la flexión de probetas prismáticas a los 28 días

El ensayo de flexión aplicado a las probetas de ensayo tiene por objeto establecer la resistencia a la flexión de las muestras cuando están bajo un continuo cambio de propiedades. De

Cuadro 4. Resumen de las mezclas

Muestra	Long. de la fibra (cm.)	% Fibra de Sisal
P	0	0
M-1	5	0,5
M-2	5	0,75
M-3	5	1
M-4	7,5	0,5
M-5	7,5	0,75
M-6	7,5	1
M-7	10	0,5
M-8	10	0,75
M-9	10	1

C.F.: Elaboración propia.

Cuadro 5. Diseño de mezclas

Muestra	Arena (Kg.)	Cemento (Kg.)	Agua (Kg.)	Agua/Cemento	Cemento/Arena	% Fibra de Sisal	Longitud de Fibra
P	46,8	11,8	7,1	0,6	0,25	0	0
M-1	39	9,8	4,9	0,55	0,25	0,5	5
M-2	39	9,8	5,4	0,55	0,25	0,75	5
M-3	39	9,8	5,9	0,6	0,25	1	5
M-4	39	9,8	5,9	0,6	0,25	0,5	7,5
M-5	39	9,8	5,9	0,6	0,25	0,75	7,5
M-6	39	9,8	5,9	0,6	0,25	1	7,5
M-7	39	9,8	5,9	0,6	0,25	0,5	10
M-8	39	9,8	5,9	0,6	0,25	0,75	10
M-9	39	9,8	5,9	0,6	0,25	1	10

C.F.: Elaboración propia con base en ensayos realizados por INVESTI .



esta manera, probablemente se detectarán los factores que influyen, tales como: longitud de la fibra, relación agua/cemento y fibra/matriz, adherencia y otros factores inherentes al compuesto. En los ensayos para la determinación de la resistencia a flexión del mortero aplicando carga en el tercio medio (según norma ASTM C 78-84), se utilizan probetas prismáticas con dimensiones de 100 x 100 x 400 mm (4 x 4 x 15,5 pulg.). Para cada uno de los ensayos realizados se cumplen las siguientes condiciones:

1. La distancia entre los apoyos y puntos de aplicación de la carga permanece constante.
2. La aplicación de carga se realiza perpendicularmente a la cara de la vigueta para evitar excentricidades.
3. La carga se transmite a la vigueta a través de barras lisas ubicadas transversalmente.
4. La superficie lisa de los puntos de apoyo de la vigueta garantiza que la dirección de las reacciones sea paralela a la de la carga.
5. La aplicación de la carga se realiza de manera controlada y gradual, sobrepasando la carga de rotura.
6. Se realizan las mediciones de cargas aplicadas y su correspondiente deflexión en el punto medio de la vigueta, destacando la carga de rotura.

En este ensayo para determinar las características geométricas de las probetas se toman tres medidas: una en cada extremo y una en el centro, estableciendo así el ancho, alto y largo promedio de cada una. Los ensayos son realizados a los 28 días, luego de confeccionar las muestras, realizándose un total de 30 ensayos experimentales obtenidos para cada una de las mezclas.

#### **Ensayos de resistencia a compresión de cabezas de vigas a los 28 días**

En los ensayos para determinar la resistencia a compresión del mortero (según norma ASTM C 116-68) se utilizan probetas cúbicas de 100 mm de arista tomadas de las cabezas de las viguetas ensayadas a flexión. Estas probetas están libres de agrietamientos, superficies

astilladas u otros defectos. Para cada uno de los ensayos se cumplen las siguientes condiciones:

1. Las caras de las probetas son planas.
2. La aplicación de carga se realiza perpendicularmente a la cara del cubo para evitar excentricidades.
3. La aplicación de la carga se realiza de manera controlada y gradual sobrepasando la carga de rotura.
4. Se realizan las mediciones de carga máxima.
5. Los ensayos son realizados a los 28 días.
6. En total se ensayaron treinta y tres (33) probetas.

#### **Ensayos de resistencia a compresión de cilindros estándar a los 28 días**

Con la finalidad de obtener información adicional acerca de los cambios ocurridos en el mortero reforzado con fibras de sisal, además de las cabezas de viga, se elaboraron cilindros estándar de concreto, de diámetro 15cm y altura 30cm, de acuerdo a las siguientes condiciones:

1. Se aplica un mortero nivelador para asegurar la perpendicularidad de la carga.
2. La aplicación de carga se realiza perpendicularmente a la cara del cilindro para evitar excentricidades.
3. La aplicación de la carga se realiza de manera controlada y gradual hasta llegar a la falla, registrando solamente la medición de la carga máxima.
4. Los ensayos fueron realizados a los 28 días.
5. Para esta prueba se ensayó un total de veinticinco (25) cilindros.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Ensayo de consistencia**

Al realizar el ensayo de asentamiento con el Cono de Abrahms se detecta, en casi todos los casos, que las mezclas con adición de fibras ven reducido su asentamiento respecto a las mezclas de concreto simple. De igual manera se pudo observar que el mortero fresco refor-

zado con fibras no presenta sangrado de superficie y no se observa segregación alguna en la mezcla. Los resultados obtenidos en esta prueba se resumen en el cuadro 6.

#### Ensayo de resistencia a la flexión de probetas prismáticas a los 28 días

Los valores de resistencia a la flexión obtenidos para cada muestra se reflejan en el cuadro 7 y en el gráfico 1 para su mejor interpretación.

Los resultados muestran que no hay variaciones notables en los valores últimos de resistencia a la flexión cuando se añaden fibras al mortero. Sin embargo, para evaluar el comportamiento de forma completa se deben analizar las curvas de carga *versus* deflexión experimentadas por cada muestra (gráfico 2).

Cuadro 6. Asentamiento en las mezclas

Muestra	% Fibra de Sisal	Longitud de Fibra	Asentamiento (Pulgadas)
P	0	0	3 ½
M-1	0,5	5	1 ¼
M-2	0,75	5	½
M-3	1	5	2 ¾
M-4	0,5	7,5	5 ¾
M-5	0,75	7,5	2 ¾
M-6	1	7,5	1 ¾
M-7	0,5	1	2 ¾
M-8	0,75	1	2 ¾
M-9	1	1	2 ¾

C.F.: Elaboración propia, con base en ensayos realizados por INVESTI

Cuadro 7. Resultados de resistencia a la flexión en las diferentes muestras

Muestras	Rf (kg/cm <sup>2</sup> )
P	10
M-1	11
M-2	11
M-3	8
M-4	9
M-5	9
M-6	9
M-7	10
M-8	10
M-9	9

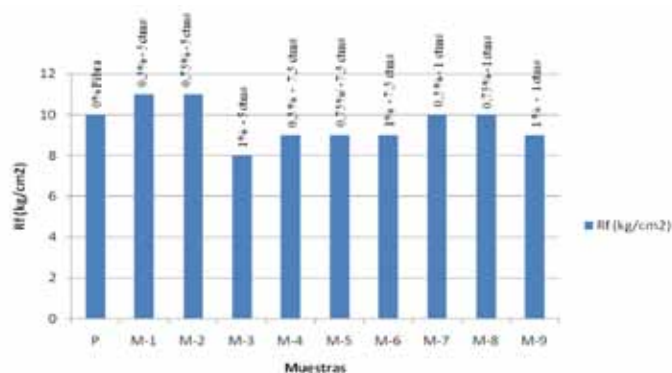
C.F.: Elaboración propia, con base en ensayos realizados por INVESTI.

Como se aprecia en la primera imagen del gráfico 2, al ensayar a la flexión probetas prismáticas de mortero simple, estas se comportan de forma elástica desarrollándose una curva de esfuerzo-deformación más o menos lineal y un fallo brusco o frágil al alcanzarse la carga última o de rotura. Por su parte, en las restantes imágenes del gráfico 2 y en la foto 1, al colocar fibra en el mortero, en una primera fase se mantiene el comportamiento elástico con deformaciones proporcionales a las cargas, sin embargo, en la fase última, al alcanzarse la carga de rotura no se produce un fallo frágil sino que se comporta de forma plástica experimentando importantes deformaciones y manteniendo cierta capacidad portante antes de llegar al fallo final. Este comportamiento, que se verifica en todas las muestras con adición de fibras, viene dado por el trabajo a tracción de las fibras una vez agrietado el concreto (foto 1) y es muy deseable en general, pero sobre todo en estructuras sometidas a cargas sísmicas. Estos resultados se corresponden con la experiencia de otros autores (Sika, 2008; Juárez, 2002; Carlsson y Ödeen, 1977).

#### Ensayos de resistencia a compresión de cabezas de viga y cilindros estándar

Los cuadros y gráficos a continuación demuestran el comportamiento de las probetas en las pruebas de resistencia a compresión a los 28 días.

Gráfico 1. Resistencia a la flexión

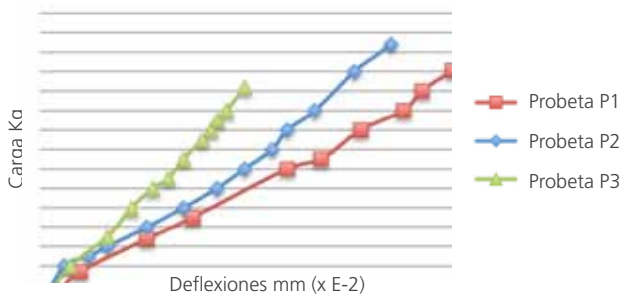


C.F.: Elaboración propia, con base en ensayos realizados por INVESTI.

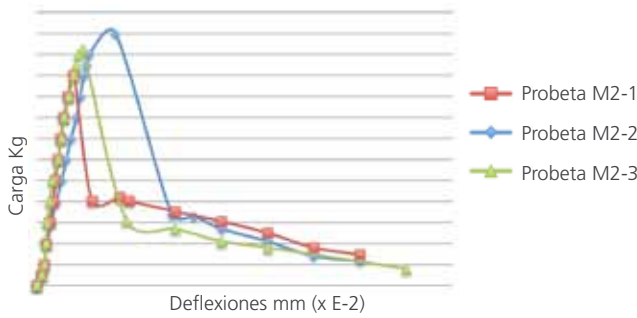


Gráfico 2. Curvas de carga deflexión

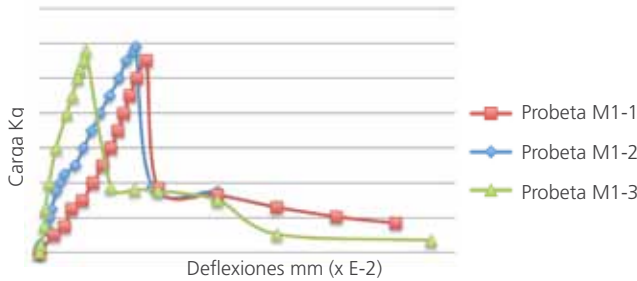
Resistencia a la Flexión  
Mortero fibra 0% en viguetas de 10 x 10 x 40cm



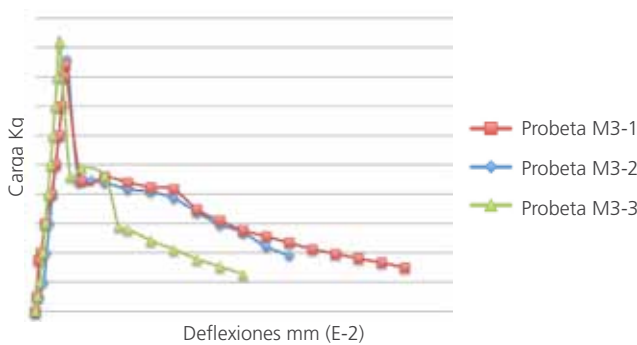
Resistencia a la flexión  
Mortero con 0,75% fibra de 5cm



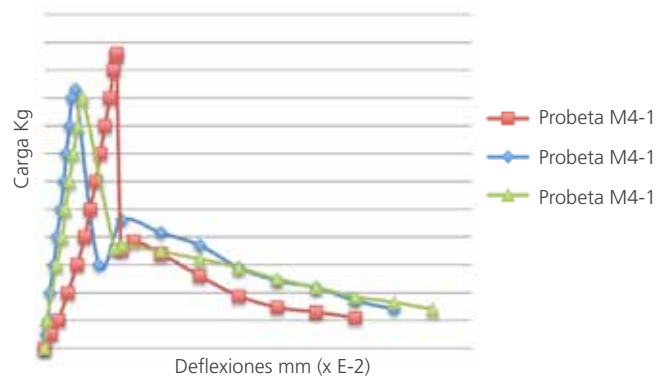
Resistencia a la Flexión  
Mortero con 0,5% fibra largo: 5 cm



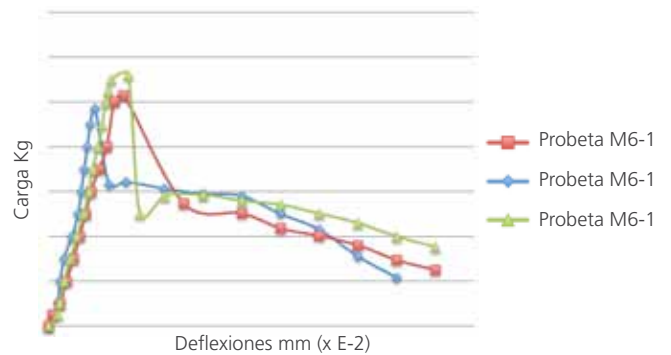
Resistencia a la Flexión  
Mortero con 1% fibra de 5cm



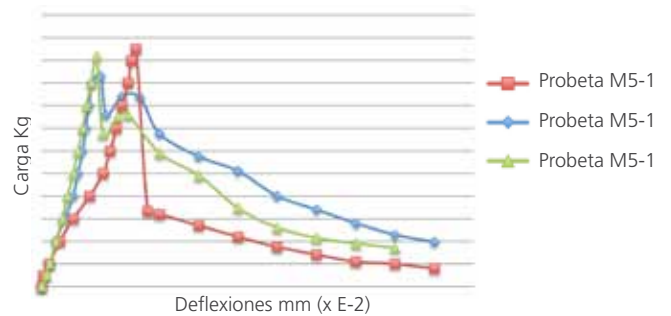
Resistencia a la Flexión  
Mortero con 0,50% fibra de 7,5cm largo



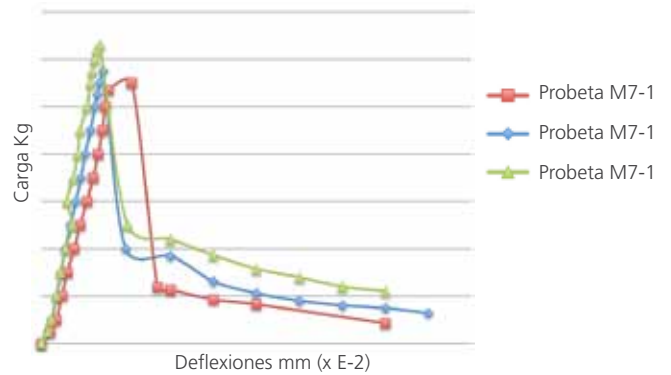
Resistencia a la Flexión  
Mortero con 1% fibra de 7,5cm largo



Resistencia a la Flexión  
Mortero con 0,75% fibra de 7,5 cm largo



Resistencia a la Flexión  
Mortero con 0,5% fibra 10cm largo



C.F.: Elaboración propia, con base en ensayos realizados por INVESTI.

Foto 1. Ensayo de resistencia a la flexión



Fuente: C.F.: Elaboración propia, con base en ensayos realizados por INVESTI.

El cuadro 8 y el gráfico 3 reflejan cómo en general la adición de fibra tiende a disminuir la resistencia a la compresión del mortero, lo cual es proporcional al volumen y largo de la fibra. Es de esperar que la adición de un material orgánico como la fibra provoque un efecto como el anteriormente mencionado. Sin embargo, se evidencia que para porcentajes de 0,5% y 0,75% de fibra las afectaciones son pequeñas; incluso para ambos casos y uti-

lizando fibras cortas de 5 cm, el valor de resistencia obtenido es superior al del patrón. Más que el efecto del material añadido, este incremento se le podría atribuir al factor humano en el desarrollo del ensayo.

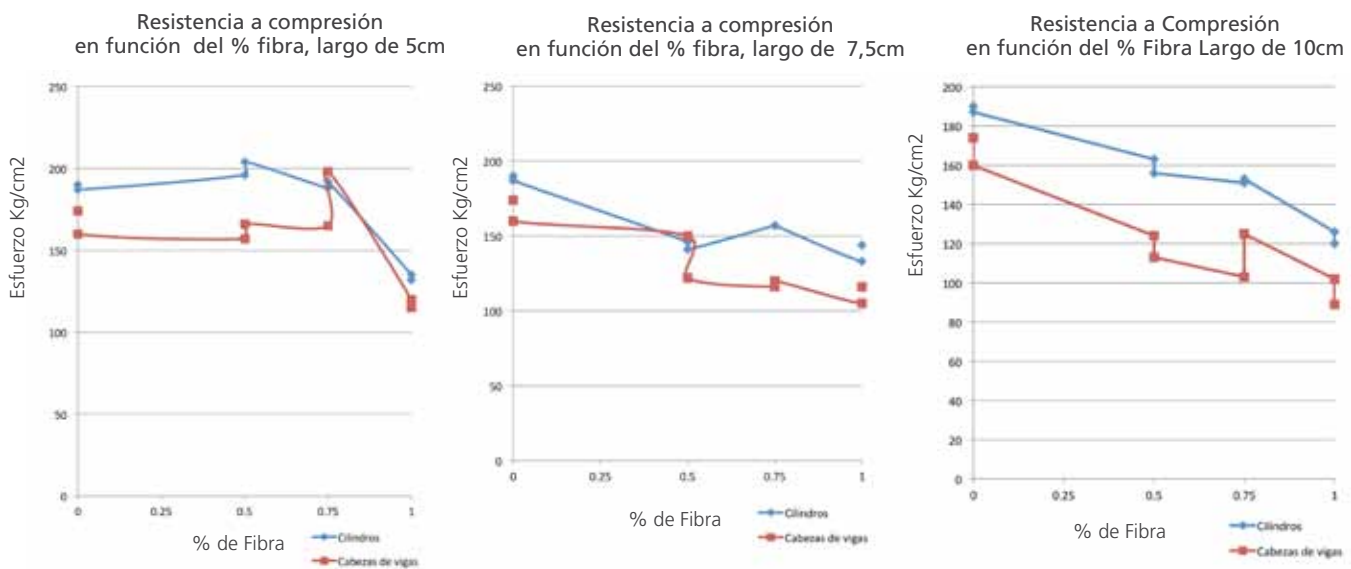
Un análisis integrado de todos los ensayos refleja que la longitud de fibra más adecuada es 5 cm, mientras que se obtienen buenos y similares resultados para porcentajes de fibras de 0,5% y 0,75%.

Cuadro 8. Resistencia Compresión de cabezas de viga y de cilindros

MEZCLA	Resistencia Compresión 28 días			
	Fibra Largo	% Fibra	Cilindros	Cabezas de viga
P	0	0	163	167
M1	5	0,5	200	161,5
M2	5	0,75	190	181,5
M3	5	1	133,5	117,5
M4	7,5	0,5	143,5	136
M5	7,5	0,75	157	118
M6	7,5	1	138,5	110
M7	10	0,5	159,5	118,5
M8	10	0,75	152	114
M9	10	1	123	95,5

C.F.: Elaboración propia, con base en ensayos realizados por INVESTI.

Gráfico 3. Ensayo de resistencia a la flexión



C.F.: Elaboración propia, con base en ensayos realizados por INVESTI.

## CONCLUSIONES

En la revisión de las diversas investigaciones en las que se incorporó la fibra vegetal como refuerzo del concreto, se puede detectar que las fibras vegetales han sido utilizadas tradicionalmente en el campo de la construcción y que actualmente hay un interés técnico-económico en el empleo del sisal para la elaboración de componentes constructivos.

En las pruebas de flexión y compresión realizadas para evaluar el comportamiento del fibrocemento, en este caso mortero reforzado con fibra de sisal, se pudo apreciar que la incorporación de la fibra de sisal no modifica significativamente la resistencia a la flexión, ya que las mismas se comportan de manera similar a la muestra donde no se utiliza fibra. La diferencia principal está en el sustancial aumento

de la ductilidad del material al colocar la fibra. El fallo se hace menos frágil y las piezas experimentan grandes deformaciones antes de la rotura definitiva.

En cuanto a la resistencia a la compresión, se pudo demostrar que la presencia de fibra tiende a disminuir la resistencia a la compresión del mortero, pero esta se hace más notable para porcentajes de fibra altos. Para porcentajes fibra de 0,5% y 0,75% la disminución de resistencia es despreciable, y más aún en el caso en que la longitud de la fibra es de 5 cm donde más bien se experimentó un leve incremento.

Así, se puede concluir que la incorporación de fibras de sisal mejora el comportamiento estructural del concreto en tanto que se recomienda el uso de fibras con un largo de 5 cm y en cantidades entre 0,5 y 0,75 % del total de la mezcla en peso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARLSSON, B.; ÖDEEN K. (1977). Cellulose concrete an orientating investigation. *Swedish Council for Building Research*. Report 13, p 1.
- DE OTEIZA, I. (1992). Estudio del comportamiento de la escayola reforzada con fibras de sisal para componentes en viviendas de bajo coste. Tesis Doctoral. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas, Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, España.
- FEDEAGRO (2013). *Estadísticas de producción*. FEDEAGRO. Extraído el 12 de Noviembre de 2013 <http://www.fedeagro.org/>.
- FILHO, R.D.T.; Barbosa N.P. y Ghavami K. (1990). Application of Sisal and Coconut Fibres in adobe blocks. In *Vegetable Plants and their Fibres as Building Materials*. Proceeding of the Second International RILEM Symposium. Chapman and Hall.
- GRAM, H.E. (1983). Durability of Natural Fibers in Concrete. Swedish Cement and Concrete Research Institutem Estocolmo.
- JUAREZ, C. (2002). Concretos base cemento Portland reforzados con fibras naturales (Agave Lechuguilla), como materiales para construcción en México. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nueva León, Facultad de Ingeniería Civil. México.
- JUÁREZ, C.; VALDEZ, P. Y DURÁN, A. (2004). Fibras naturales de lechuguilla como refuerzo en materiales de construcción. Universidad Autónoma de Nueva León, Facultad de Ingeniería Civil. México.
- SIKA (2008). Concreto reforzado con fibras. *Revista Construcción*. Sika Informaciones Técnicas.
- Universidad Castilla La Mancha (2007). Una alternativa al dañino asbesto. Escuela de Ingeniería Rural. Extraído el 18 de Octubre de 2007 de <http://www.tierramerica.net/kyoto/index.shtml>



## SISTEMA DE AIREACIÓN INDUCIDA COMO ESTRATEGIA PASIVA DE CONTROL HIGROTÉRMICO EN LAS VIVIENDAS DE BLOCK HUECO EN EL TRÓPICO HÚMEDO. OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE CAPTACIÓN DE AIRE

V AERATION SYSTEM INDUCED AS PASSIVE  
HYGROTHERMAL CONTROL STRATEGY  
IN BLOCK HOLE HOUSING IN THE HUMID TROPICS.  
CATCHMENT AIR NETWORK OPTIMIZATION

### AIDA LÓPEZ CERVANTES

Doctora en arquitectura por  
la UNAM, 2010.  
[arqaida@gmail.com](mailto:arqaida@gmail.com)

### JORGE FLORES GONZÁLEZ

Maestro en arquitectura  
por la UNAM, en el área de  
Tecnología Ambiental, 2009.

### HAYDEE PÉREZ CASTRO

Maestro en arquitectura por  
la UNAM, 2009.

Arquitectos especialistas en el  
área de tecnología ambiental.

Profesores Investigadores  
de la División Académica de  
Ingeniería y Arquitectura,  
UJAT, Tabasco, México.  
[investigacion.daia@ujat.mx](mailto:investigacion.daia@ujat.mx)

### RESUMEN

En la búsqueda de desarrollos tecnológicos que aporten alternativas para la rehabilitación de viviendas afectadas por condiciones meteorológicas y ambientales inherentes al clima cálido-húmedo: lluvia, inundaciones, encharcamientos y alta humedad relativa, se desarrolló un Sistema de Aireación Inducida (SAI) que introduce aire en la cavidad de los muros de block hueco, aprovechando como energía para su funcionamiento la carga térmica de la envolvente y la radiación solar.

El SAI está conformado por una red de captación de aire, un subsistema de inyección y un subsistema de eyección. Ahora, se presentan adaptaciones al diseño para optimizar la red de captación de aire a partir de investigación experimental con el objetivo de disminuir el riesgo de condensación con base en la ecuación de ASHRAE (1997) sobre la capacidad de flujo dependiente de la apertura en cfm (pies cúbicos por minuto). El resultado es un sistema pasivo que hace circular aire a través de los muros húmedos como una estrategia para el control higrotérmico en las construcciones de block hueco.

### Descriptores

Estrategia pasiva, Control higrotérmico, Muros de Block hueco, Aire inducido.

### ABSTRACT

*In order to provide alternatives for the rehabilitation of houses affected by inherent to environmental humid-tropic and weather conditions, experimental research was performed to evaluate the capacity of introduced air into an Induced Aeration System -SAI- (López, 2010). The SAI operates within walls, taking advantage of the thermal load of the envelope. the intramural aeration serves as a trigger to lower the water particles contained into cavities that impact on physical conditions of the building and comfort conditions. Now, there are design adaptations on the capturing network. It is based on the equation of ASHRAE (1997) about flow capacity dependent of the opening on cfm.*

*The total output is a wind catchment network that operates as part of a passive strategy to hygrothermal control in empty block constructions.*

### Descriptors

*Passive Strategy, Hygrothermal Control, Empty Block Walls, Induced Air.  
sediorecab*





## SISTEMA DE AIREACIÓN INDUCIDA COMO ESTRATEGIA PASIVA DE CONTROL HIGROTÉRMICO EN LAS VIVIENDAS DE BLOCK HUECO EN EL TRÓPICO HÚMEDO. OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE CAPTACIÓN DE AIRE

### AFECTACIÓN DE LAS VIVIENDAS POR HUMEDAD

Ante los innegables problemas que surgen como consecuencia del cambio climático (inundaciones, prolongados o disminuidos periodos de lluvia, sequías excesivas, etc.), los investigadores, gobiernos y empresas privadas buscan alternativas que contribuyan a disminuir los rigurosos impactos muchos de los cuales derivan de las formas de organización y consumo de la sociedad en todos los ámbitos.

Si bien es cierto que la investigación en arquitectura sobre el cambio climático, sus impactos, su prevención y atención se ha incrementado, la responsabilidad de acciones concretas parece seguir siendo de todos y de nadie, pues los resultados y la difusión de dichas investigaciones no siempre llegan a la población afectada, por eso es importante reconocer que la labor del investigador debe repercutir también sobre grupos sociales mayoritarios. No sólo con políticas, leyes y normas que dibujen y encaucen las acciones, sino con iniciativas y productos de impacto directo, y con la conciencia de considerar las particulares formas de ser, estar y hacer de cada sociedad. Salas (1997) considera esta cuestión como el regreso a la escala humana, dando al diseñador la responsabilidad de participar en las propuestas edilicias que respondan a problemas latentes. En el caso del cambio climático, el hilo conductor en la arquitectura corresponde al bioclimatismo, cuya finalidad es la eficiencia térmica y energética del edificio desde el proceso de proyección, proponiendo para tal fin herramientas de forma sistemática.

Así, la presente investigación tiene como empresa desarrollar un sistema de control higrotérmico y que permita la rehabilitación

de las viviendas afectadas por las inundaciones, la lluvia y las particularidades del clima en la región del cálido húmedo para la República Mexicana. En Tabasco, como consecuencia de las inundaciones de 2007, se llevaron a cabo censos de afectación de viviendas por parte de la Secretaría de Desarrollo Social revelando que el número de viviendas afectadas ascendía a 155.113 unidades, de las cuales 89.671 fueron consideradas aptas para ser apoyadas por el Fondo Nacional de Atención a Desastres-FONDEN. Según dicho registro, del total de viviendas impactadas, 11,9% sufrió daños mínimos en puertas y pintura; 44,7% daños “menores”; 33,3% daños “parciales” y 10,1% daños totales. Otras 33.715 viviendas no fueron apoyadas porque no cumplían con los requisitos de operación para el apoyo (SEGOB, 2008). Según la Secretaría de Desarrollo Social-SEDESOL, sumando el número de viviendas que por el tipo de daños pueden ser rehabilitadas (mínimos y menores), son 50.763 (SEGOB, 2008).

El sector afectado por las inundaciones está conformado en su mayoría por familias de escasos recursos, por lo que sus viviendas pueden verse en proceso de construcción durante periodos que abarcan varios años. La construcción así es realizada generalmente con block hueco cemento-arena por ser de fácil acceso en el mercado local y precio accesible. Debido a la consistencia del material, tiende a deteriorarse fácilmente por la humedad, haciéndolo incluso nocivo para los habitantes, además de los altos costos que representa su rehabilitación por no mencionar que en muchos casos únicamente se arreglan por fuera con detergente y pintura, en tanto que por dentro continúan húmedas, sin ser reparadas a fondo. Esto ocasiona que con el tiempo la humedad brote, ya sea desprendiendo la pintura o en forma de

manchas de hongo en periodos muy cortos con las implicaciones que en materia de salud representa habitar una vivienda en mal estado. Los recursos necesarios para que estas familias inviertan para rehabilitación de sus viviendas resultan onerosos.

Con la modernidad, la carencia de consideraciones de los factores ambientales locales ha resultado en edificaciones ineficientes que necesitan para su operatividad durante su vida útil el uso irracional de materiales y energía proveniente de fuentes fósiles. Particularmente en el clima cálido húmedo, el efecto de la humedad sobre los elementos arquitectónicos pocas veces es estudiado, limitándose a la utilización de impermeabilizantes o tratamientos con productos químicos que retardan la aparición de los problemas, pero que no disminuyen la humedad intramuros, generando moho, aire insalubre, malos olores, y deterioro de la construcción y accesorios. Todo ello, como consecuencia de factores endógenos, en este caso climáticos, acorta los tiempos de vida útil por lo que el ciclo de vida de la edificación –desde su concepción, construcción, uso y desmantelamiento- resulta en un gasto innecesario de recursos naturales y energéticos.

El problema de humedad intramuros en las viviendas se atribuye principalmente a una ineficiente aplicación de los estudios sobre ventilación y al inadecuado aislamiento térmico. Si bien también existen algunas soluciones de ventilación mecánica en el mercado, que hacen más eficiente la vida útil de la edificación, poco se ha planteado para el clima cálido húmedo, donde por antonomasia los retos del sistema son: incorporar aire seco a la edificación y lograr mantener la edificación fresca durante el día.

La acumulación de humedad en los muros por cualquiera de las causas mencionadas, provoca junto con la condiciones bioclimáticas el fenómeno de condensación, por lo que disminuir el riesgo de que estas situaciones se presenten en los elementos arquitectónicos puede en principio ser una solución al problema de

deterioro en la construcción y los consecuentes problemas térmicos y energéticos.

## EQUILIBRIO ENERGÉTICO EN EL SAI

Este trabajo se inscribe en el marco de una investigación que propone un aireador pasivo intramuros. Según menciona Kenneth (2006), el precepto básico de los sistemas pasivos se apoya en los principios de la termodinámica que dictan que el calor se transmite del cuerpo más caliente al más frío, y que con este proceso se tiende al equilibrio. Para que éste ocurra las condiciones determinantes son: la diferencia de temperaturas entre el aire del ambiente y la fuente de enfriamiento, la intensidad de flujo térmico disponible en la fuente de enfriamiento, la posibilidad de evacuar de la fuente de enfriamiento el calor que le es transferido (Ernesto, 2007).

Con el Sistema de Aireación Inducida (SAI) se pretende ayudar en el proceso de secado de los muros de viviendas afectadas por inundaciones y humedades comunes al clima. El aireador consiste en introducir aire fresco por la parte inferior a las cavidades del muro y bajo el principio de diferencias de presión, hacer que recorra la cavidad verticalmente hacia la parte superior, fenómeno que se aumenta a propósito aprovechando la carga térmica de la envolvente y la radiación recibida por el techo, extrayendo el aire por la parte superior del muro hacia el medioambiente exterior. Como lo indica Kenneth (2006) el proceso implica la existencia de una diferencia de temperatura entre los cuerpos o partes del sistema, dándose las condiciones para una descarga de energía de una parte a otra del sistema. Ello correspondería a un sumidero de calor o depósito ambiental, pudiendo ser el cielo, el suelo o la atmósfera según describe Morillón (2002).

El cielo como sumidero de calor “tiene el potencial de enfriar el sistema por debajo de la temperatura ambiente” (Morillón, 2002), lo que en un clima cálido húmedo es óptimo si el



aire que se descarga al ambiente es más caliente que el aire circunvecino, y además es influenciado por las ganancias de calor convectivas y radiativas del entorno.

El recurso de la ventilación en el clima cálido húmedo es un sistema muy eficaz y que requiere se observe la captación en la zona de alta presión y la salida en la zona de baja presión. Mover el aire y disminuir la energía radiante de las superficies inmediatas puede ayudar en el proceso de deshumidificación. Chávez resume que “es posible propiciar la ventilación natural en edificaciones y tener aire puro y también coadyuvar al control de las cargas térmicas internas (...) la ventilación natural es una estrategia de diseño muy importante para reducir las cargas de enfriamiento en los edificios, para controlar el contenido de humedad en el aire y para permitir la necesaria renovación de aire intramuros...” (1996, p. 95).

El desarrollo del SAI abordó el análisis de las diferencias que se dan en el comportamiento higrotérmico del flujo de aire dentro de las cavidades formadas por el muro de block hueco y el medio circundante, y permitió determinar la eficiencia del flujo de aire forzado en la disminución de los rangos de humedad relativa y temperatura contenidos en el muro. El estudio de las condiciones higrotérmicas bajo la presencia del SAI supone la necesidad de airear los muros para reducir los riesgos de condensación considerando que por las noches durante los momentos de emisividad es cuando se produce la mayor condensación, ya que son las horas en que mayor diferencia hay entre la temperatura acumulada en el material y la temperatura del ambiente. Así que si se minimiza tal diferencia, la probabilidad de alcanzar el punto de rocío en alguna zona interna del muro también disminuye, al igual que los riesgos de condensación, ya que el flujo constante de aire mantendría más baja la temperatura del material mitigando los índices de humedad relativa. Las diferencias disminuyen porque durante el día se ha hecho circular aire por la pared inter-

na del muro, evitando la acumulación de calor gracias al enfriamiento por convección.

## CONSIDERACIONES DE LOS EFECTOS DE LA VENTILACIÓN Y LA HUMEDAD

Los edificios realizan el intercambio de aire de tres formas distintas: por ventilación forzada, por ventilación natural, por infiltración. Estas formas de intercambio de aire difieren significativamente en la manera como afectan la energía, la calidad del aire y el confort térmico. Chávez (1996) argumenta que con un buen manejo del viento puede darse una ventilación natural adecuada en las edificaciones y paralelamente ayudar en el control de las cargas térmicas, controlar los contenidos de humedad del aire y permitir la renovación de aire intramuros. La ventilación natural es una de las estrategias prioritarias para disminuir las cargas térmicas. Para eso son tres los fenómenos principales de la ventilación natural a ser utilizados en las edificaciones:

1. El efecto directo del viento, con el que se pueden disminuir las cargas térmicas internas y las cargas solares al cambiarse el aire interior por el exterior que se encuentra a menor temperatura.
2. Los movimientos internos de aire inducidos por la ventilación natural dentro de las edificaciones pueden contribuir al enfriamiento directo de los ocupantes cuando aumentan los intercambios evaporativos y convectivos en la superficie de la piel.
3. Los flujos de aire por ventilación natural pueden utilizarse para enfriar la estructura del edificio durante períodos específicos (generalmente durante la noche) eliminando el calor almacenado en la estructura.

La ventilación natural depende de las distribuciones de presión en el recinto y alrededor, así el flujo de aire en un espacio es causado por dos elementos, diferencias de presión por efectos del viento directo y diferencias de presión por efectos de temperatura.

La humedad en los muros, que se observa a través de las manchas y aparición de hongos sobre la superficie, se atribuye a la filtración de agua desde el exterior y a la condensación de vapor de agua, ya sea generada dentro de la vivienda o al interior de los muros. Esto se produce generalmente cuando algún elemento de la envolvente se halla por debajo de la temperatura de rocío, provocando que el vapor de agua contenido en el ambiente se condense en esa zona y se dé la llamada condensación superficial. En un espacio donde la actividad genera altos niveles de vapor de agua o que no está correctamente ventilado, habrá mayores posibilidades de condensación en cuanto se den las condiciones de humedad y temperatura requeridas.

Entre las estrategias principales para disminuir los efectos nocivos de la humedad, Serra (2002, p. 25) presenta tres alternativas basadas en el aprovechamiento de la ventilación:

a) La acción contra la humedad. "El aire exterior aunque sea húmedo en valores absolutos siempre lo será menos que el aire interior estancado". Argumenta que la ventilación continua de día y de noche favorecerá las condiciones, sin ser necesario un alto volumen de aire intercambiado.

b) La acción directa en la sensación térmica. Comenta que es posible disminuir la sensación en algunos grados pero que será necesario cuidar el no introducir aire exterior más cálido.

c) La renovación del aire interior. Comenta que el intercambio de aire interior con aire exterior más fresco es posible mediante ventilación nocturna, o de la toma de aire de lugares más frescos, e inclusive no es necesaria una tasa alta de renovación.

La condensación intersticial es otro factor de humedad que puede ser provocada por diversas causas. La humedad también puede ser provocada por capilaridad: el nivel de altura depende del proceso de evaporación y el diámetro de los capilares, cuanto menos evaporación y capilares más finos, mayor es la altura que alcanza.

El fenómeno de condensación depende de los rangos diferenciales entre la temperatura y humedad relativa interior y los exteriores, así como de las condiciones generales del microclima.

La condensación está en relación directa con el coeficiente de transmitancia térmica, es decir, a mayor transmitancia térmica de superficie exterior, mayor será la condensación. Tal es la causa de que el fenómeno de condensación se dé con mayor frecuencia en rincones y aristas detrás de objetos en contacto sin muros exteriores, debido a que la circulación del aire se dificulta por la interposición de los elementos aumentando la resistencia térmica superficial interna, que trae como consecuencia una reducción abrupta del gradiente de temperatura entre las superficies, alcanzándose de esta manera una temperatura superficial inferior a la del resto del muro.

En ocasiones, la temperatura de rocío se alcanza en el interior de los muros, en la cavidad que se forma entre las dos paredes que conforman el muro hueco, provocando que el vapor de agua que se mueve del interior al exterior condense, dándose la condensación intersticial.

La investigación precedente, estimó la eficiencia de la aireación inducida a través de las cavidades intramuros para minimizar la condensación en interiores de muros en el clima cálido húmedo para lo cual se diseñó, como ha sido mencionado, el sistema físico de flujos para inyección y eyección de aire al interior de un muro. Con los resultados obtenidos se han propuesto modificaciones al subsistema de inyección en orden de aumentar la captación de aire que conlleve a optimizar la disminución de la humedad intramuros.

## PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO DEL SAI

El antecedente inmediato para proponer las condiciones de diseño del SAI consistió en un planteamiento teórico del comporta-

miento del sistema para su posterior prueba experimental. Con base en el marco teórico se propuso el sistema de aireación al interior de los muros (SAI) aprovechando la consistencia y la geometría de los materiales y el calentamiento de la envolvente (figura 1). Se planteó que la aireación permitiría la disminución del contenido de vapor de agua reduciendo los efectos por condensación permanente. El SAI se basa en el fenómeno de convección inducida y consiste en placas (muros) por las que se hace circular aire por flotación o diferencias de presión. Los indicadores son: humedad del aire que entra, humedad del aire que sale, temperatura del aire que entra, temperatura del aire que sale. De acuerdo con la hipótesis, los registros se levantaron cada hora y se dividieron para su análisis en dos grupos, matutino de 6:00 a 17:00 hr y nocturno de 18:00 a 5:00 hr, considerando que por las noches se produce la mayor condensación.

El sistema consiste en aprovechar como fuente de energía el calentamiento por radiación y temperatura que se genera en las losas y muros, con lo que se logra el efecto chimenea a través de una red de tuberías arregladas como un colector solar que conforman el *subsistema de eyección* de aire caliente. Al mismo tiempo se inyecta aire a la edificación, específicamente al muro por medio de otra red de tuberías que forman el *subsistema de inyección*. Con base en el principio de Venturi, el aire inyectado es succionado por aire calentado a través de las cavidades del material constructivo en forma ascendente, y habiendo creado una disminución en los diámetros del sistema de eyección, se logra un aumento de presión para favorecer el flujo del aire, arrastrando las partículas de vapor y expulsándolas a través del sistema eyector.

En orden de comparar el comportamiento de los muros con el SAI y sin él, se propuso que en la construcción arquitectónica fueran probados simultáneamente los muros de cada orientación, uno con sistema de aireación y el otro sin sistema de aireación (foto 1).

La expectativa del SAI era que una vez obtenidos los datos, el modelo con el SAI reportara diferencias menores de temperatura entre el interior del muro y el medio ambiente con relación al modelo sin SAI, y que contuviera menor humedad relativa, es decir, menor riesgo de condensación que los muros sin SAI.

Figura 1. Planteamiento del SAI. Esquema.

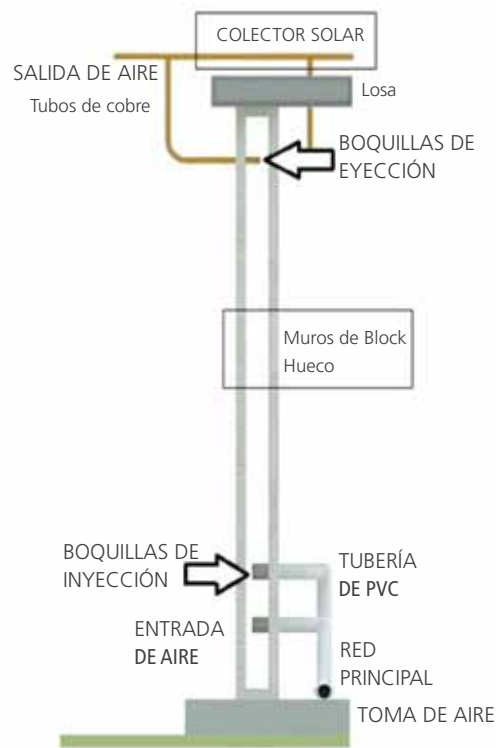


Foto 1. Módulos experimentales



Fuente: López, 2011.

Foto 2. Módulo experimental con SAI



Fuente: López, 2011.

Se observa la red principal de captación de aire levantada del piso, las boquillas del subsistema de inyección de aire insertas al muro, el subsistema de eyección formado por tubos de cobre que se colocan interconectados dentro del colector plano sobre la losa.

Los resultados que se obtuvieron en la primera fase del SAI (2010) fueron diferentes para cada orientación. Con el SAI, durante el horario nocturno, los muros registraron menores diferencias con la temperatura ambiente en un mayor porcentaje que los muros sin SAI, aunque la respuesta fue positiva a lo esperado, ésta fue poco contundente. La HR se mantuvo más baja en el interior de los muros que la contenida en el aire exterior para todas las orientaciones, sin embargo fue más baja la contenida en los muros sin SAI que la de los muros con SAI para la mayor parte de los registros. Pudo concluirse en esa etapa que los rangos de temperatura fueron menores en los muros con SAI y que los comportamientos más estables durante un día típico, tanto de temperatura como de humedad relativa, se presentaron con mayor frecuencia en los horarios nocturnos en los muros con SAI. Ello permitió determinar modificaciones al diseño que consistieron en medir previamente a la colocación de las boquillas de la red principal, la proveniencia de los vientos; aumentar los diámetros de la red principal de captación; aumentar la altura de las boquillas de la red de principales de captación de 0,10m a 1,20 m sobre el nivel de desplante; y considerar optimizar la energía de radiación aprovechándola por medio de un colector solar plano artesanal (foto 2).

## RESULTADOS CON LA PROPUESTA MODIFICADA DE LA RED DE CAPTACIÓN

Para la presentación de los resultados conforme a lo planteado teóricamente, el análisis de los registros se llevó a cabo durante un horario matutino, de 06:00 a 17:00hr, y en un horario nocturno, de 18:00 a 05:00hr.

### Comportamiento diferencial de la temperatura contenida en las cavidades de los muros Norte y el aire exterior

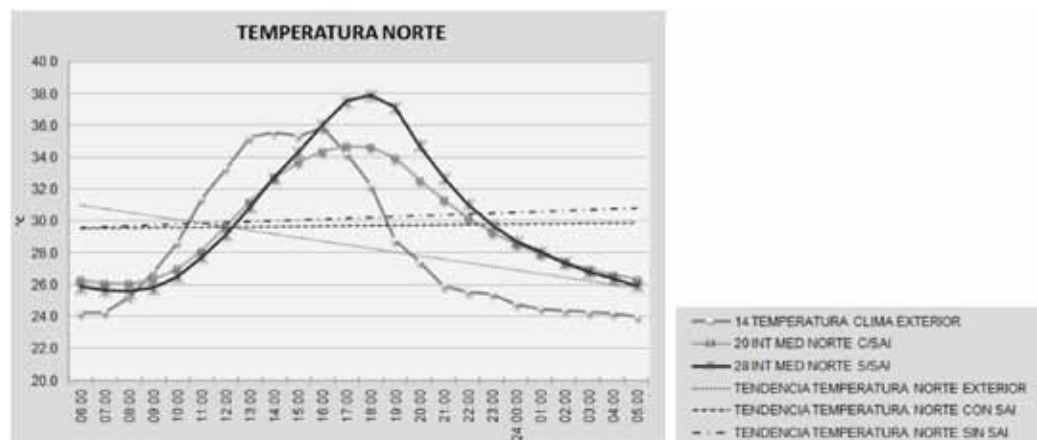
(gráfico 1).

Situación a): Para esta orientación Norte puede observarse que los muros con SAI y sin SAI tienen un comportamiento muy similar entre sí durante gran parte del día, pero se registra un pico de temperatura máxima en el muro sin SAI hacia las 18:00hr por encima incluso de la temperatura exterior.

Situación b): El aire contenido en la cavidad del muro sin SAI presenta temperaturas más bajas que las del muro con SAI durante el horario matutino, en tanto que durante las primeras horas de la tarde, la temperatura del muro con SAI es más baja que la del muro sin SAI.

Situación c): La temperatura mínima del aire exterior es constantemente más baja que la de los muros, en tanto que los índices máxi-

Gráfico 1. Comportamiento diferencial de la temperatura contenida en las cavidades de los muros Norte y el aire exterior



mos son muy cercanos con un desfase temporal, donde el aire exterior alcanza dos horas más temprano las máximas temperaturas.

La tendencia del comportamiento de la temperatura durante el horario matutino es similar entre los muros Norte con y sin SAI con respecto a la exterior siendo ambas a la alta. El comportamiento general de la temperatura en los muros Norte tendió a la alta, en tanto que la del exterior tendió a la baja del amanecer hacia el atardecer. Sin embargo, la temperatura en ambos muros se mantuvo por arriba de la exterior, siendo la más baja la del muro con SAI.

### Comportamiento diferencial de la humedad relativa contenida en las cavidades de los muros Norte y el aire exterior (gráfico 2).

Situación a): Para esta orientación Norte puede observarse que el muro con SAI tiene un comportamiento similar al del aire exterior durante las 24 horas.

Situación b): El aire contenido en la cavidad del muro sin SAI presenta HR más altas que las del muro con SAI desde las 12:00 hasta las 21:00hr.

Situación c): La HR del aire contenido en la cavidad del muro con SAI es más baja que la del aire exterior en todo momento, a

excepción de entre las 12:00 a 15:00 hr. Esta orientación presenta un comportamiento de la HR notoriamente diferente al resto de las orientaciones.

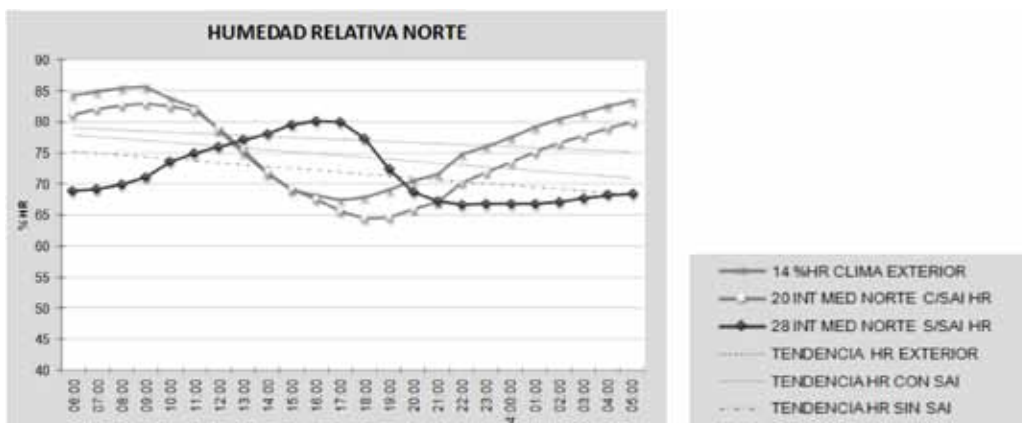
La tendencia de la HR durante el horario matutino fue similar entre el exterior y ambos muros Norte, siendo a la baja, y registrando porcentajes más altos en el exterior con respecto a los del muros, siendo más baja la del muro con SAI que la del exterior. Mientras tanto la tendencia de la HR en el muro sin SAI, se registra durante todo el día, por debajo tanto de la exterior como del muro con SAI.

### Comportamiento diferencial de la temperatura contenida en la cavidad de los muros Sur y el aire exterior (gráfico 3).

Situación a): Para la orientación Sur puede observarse que los muros con SAI y sin SAI tienen un comportamiento muy similar entre sí durante las 24 horas.

Situación b): El aire contenido en la cavidad del muro sin SAI presenta temperaturas más bajas que las del muro con SAI durante el horario matutino, en tanto que durante el horario nocturno, puede observarse que la temperatura del muro con SAI es más baja que la del muro sin SAI, acercándose más a la temperatura del aire exterior.

Gráfico 2. Diferencia del comportamiento de la humedad relativa contenida entre los muros norte con SAI y sin SAI y el aire exterior



Situación c): La temperatura mínima del aire exterior es más baja que la de los muros, en tanto que los índices máximos son muy cercanos con un desfase temporal, donde el aire exterior alcanza dos horas más temprano las máximas temperaturas.

La tendencia del comportamiento de la temperatura durante el horario matutino es similar entre los muros Sur con y sin SAI. Ambas se mantienen estables durante el día. Sin embargo hay una tendencia de disminución de la temperatura exterior. La tendencia del comportamiento de la temperatura durante el horario nocturno

fue muy similar entre los muros Sur con y sin SAI por encima de la temperatura exterior de la tarde hacia la noche y madrugada, disminuyendo la diferencia hacia el amanecer.

**Comportamiento diferencial de la humedad relativa contenida en la cavidad de los muros Sur y el aire exterior** (gráfico 4).

Situación a): Para la orientación Sur puede observarse que el muro con SAI tiene un comportamiento similar al del aire exterior durante las 24 horas.

Gráfico 3. Diferencia del comportamiento de la temperatura entre los muros Sur con SAI y sin SAI y el aire exterior

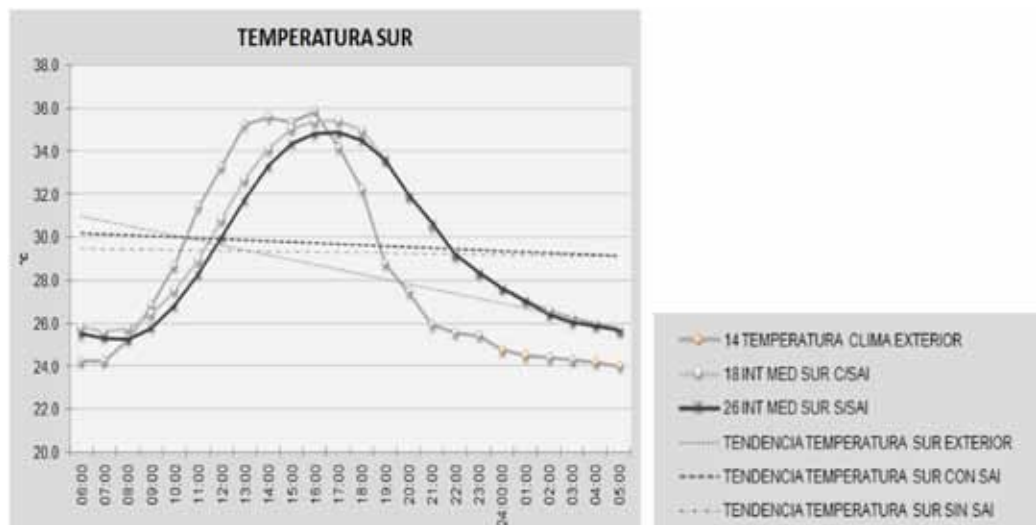
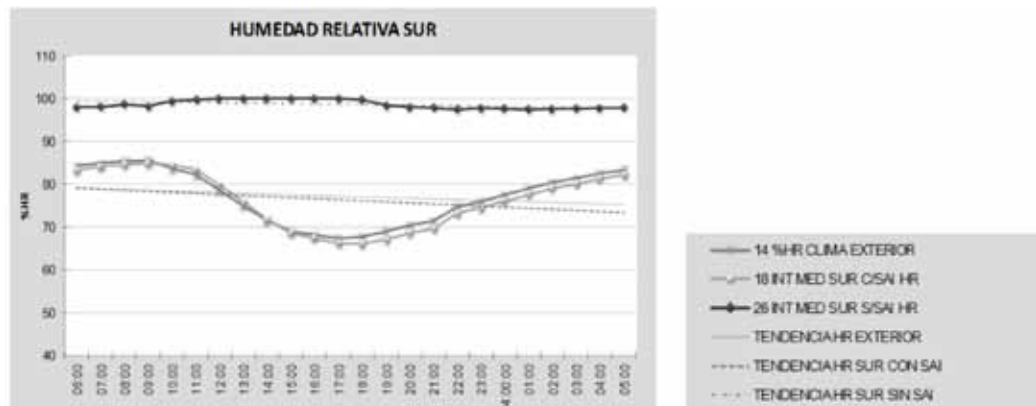


Gráfico 4. Diferencia del comportamiento de la humedad relativa entre los muros Sur con SAI y sin SAI y el aire exterior





Situación b): El aire contenido en la cavidad del muro sin SAI presenta HR más altas que las del muro con SAI en todo momento.

Situación c): La HR del aire contenido en la cavidad del muro con SAI es más baja que la del aire exterior en todo momento, a excepción de las 11:00 a 14:00 hr.

La tendencia de la HR durante el horario matutino es similar entre el exterior y el muro Sur con SAI, disminuyendo el porcentaje del amanecer hacia la tarde. Mientras que la tendencia del muro sur sin SAI se mantiene constante y por arriba de la HR exterior. La tendencia en el horario nocturno es muy similar entre el exterior y el muro Sur con SAI, siendo más baja la HR en el muro con SAI y aumentando de la noche hacia el amanecer. La HR en el muro sin SAI presenta una tendencia estable pero muy por encima de la HR registrada en el exterior.

#### Comportamiento diferencial de la temperatura contenida en la cavidad de los muros Este y el aire exterior (gráfico 5).

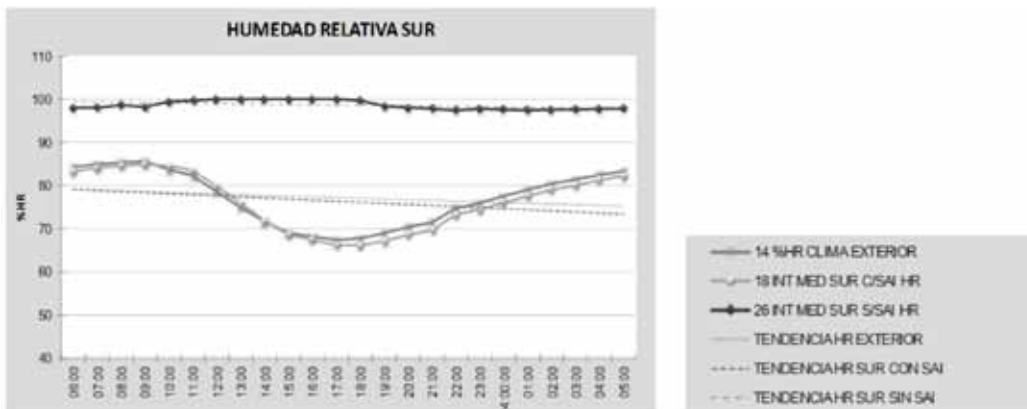
Situación a): Para ésta orientación puede observarse que el muro con SAI tiene un comportamiento muy parecido al del aire exterior durante las 24 horas.

Situación b): El aire contenido en la cavidad del muro sin SAI presenta temperaturas más bajas que las del muro con SAI durante el horario matutino, en tanto que durante el horario nocturno la temperatura del muro con SAI es más baja que la del muro sin SAI, acercándose más a la temperatura del aire exterior.

Situación c): La temperatura mínima del aire exterior siempre es más baja que la de los muros, en tanto que los índices máximos son muy cercanos entre el muro sin SAI y el aire exterior, el aire en el muro sin SAI no alcanza la temperatura del aire en el muro con SAI. Se observa un desfase temporal en el muro sin SAI para alcanzar los índices máximos, el aire del muro sin SAI alcanza dos horas más tarde las máximas temperaturas.

La tendencia del comportamiento de la temperatura durante los horarios matutino y nocturno es similar entre los muros Sur con y sin SAI. Ambas se mantienen estables durante el día. Sin embargo hay una tendencia de disminución de la temperatura exterior. La tendencia del comportamiento de la temperatura durante el horario nocturno es similar entre los muros Este con y sin SAI por encima de la temperatura exterior de la tarde hacia la noche y madrugada, disminuyendo la diferencia hacia el amanecer.

Gráfico 5. Diferencial del comportamiento de la temperatura entre los muros Este con SAI y sin SAI y el aire exterior



**Comportamiento diferencial de la humedad relativa contenida en la cavidad de los muros Este y el aire exterior** (gráfico 6).

Situación a): Para la orientación Este puede observarse que el muro con SAI tiene un comportamiento muy parecido al del aire exterior durante las 24 horas.

Situación b): El aire contenido en la cavidad del muro sin SAI presenta HR más altas que las del muro con SAI en todo momento.

Situación c): La HR del aire contenido en la cavidad del muro con SAI es más baja que la del aire exterior en todo momento.

La tendencia de la HR durante el horario matutino es similar entre el exterior y el muro Este con SAI, disminuyendo el porcentaje del

amanecer hacia la tarde. Mientras que la tendencia del muro Este sin SAI se mantiene constante y por arriba de la HR exterior.

La tendencia en el horario nocturno es muy similar entre el exterior y el muro Este con SAI, siendo más baja la HR en el muro con SAI y aumentando de la noche hacia el amanecer. La HR en el muro sin SAI presenta una tendencia estable pero muy por encima de la HR registrada en el exterior.

**Comportamiento diferencial de la temperatura contenida en la cavidad de los muros Oeste y el aire exterior** (gráfico 7).

Situación a): Para la orientación Oeste puede observarse que los muros con SAI y sin SAI tienen un comportamiento muy similar entre sí

Gráfico 6. Diferencia del comportamiento de la humedad relativa entre los muros Este con SAI y sin SAI y el aire exterior

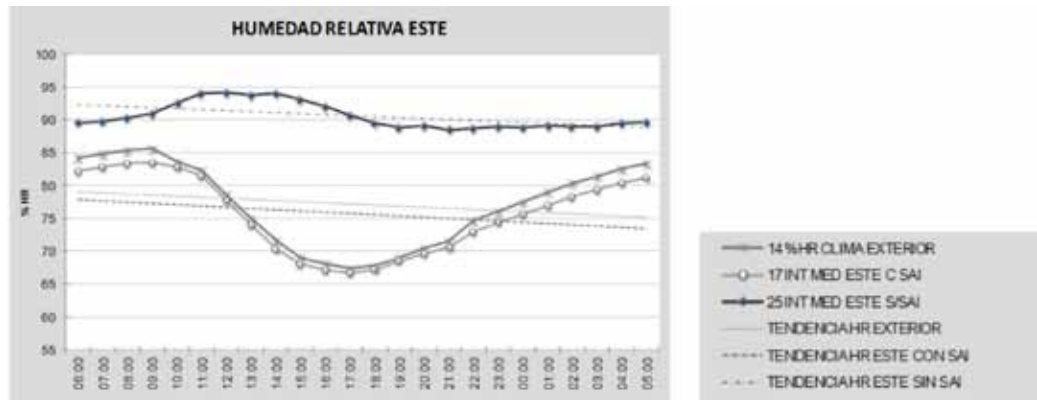
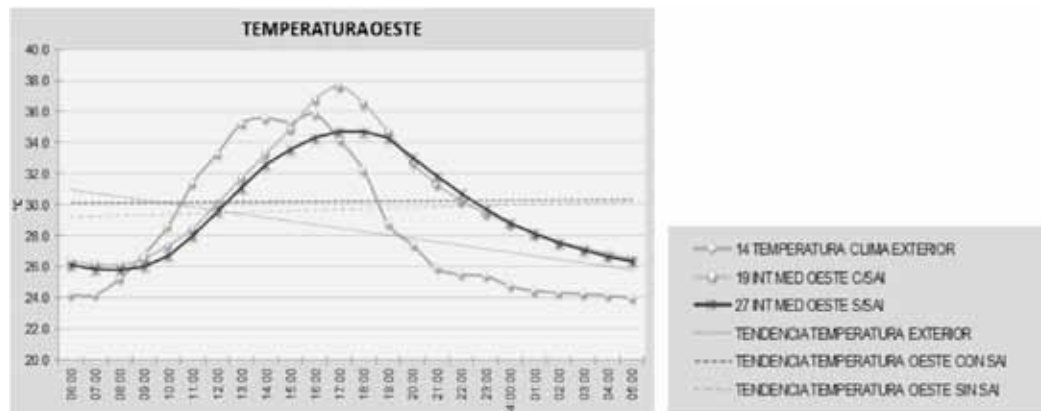


Gráfico 7. Diferencia del comportamiento de la temperatura entre los muros Oeste con SAI y sin SAI y el aire exterior





durante gran parte del día, pero se observa un pico de temperatura máxima en el muro con SAI hacia las 17:00hs por encima incluso de la temperatura exterior.

Situación b): El aire contenido en la cavidad del muro sin SAI presenta temperaturas más bajas que las del muro con SAI durante el horario matutino, en tanto que durante las primeras horas del horario nocturno puede observarse que la temperatura del muro con SAI es más baja que la del muro sin SAI.

Situación c): La temperatura mínima del aire exterior es más baja que la de los muros, en tanto que los índices máximos son muy cercanos con un desfase temporal, donde el aire exterior alcanza dos horas más temprano las máximas temperaturas.

La tendencia del comportamiento de la temperatura durante el horario matutino es muy similar entre los muros Oeste con y sin SAI. Ambas se mantienen estables durante el día. Sin embargo hay una tendencia de disminución de temperatura exterior. La tendencia del comportamiento de la temperatura durante el horario nocturno es similar entre los muros Oeste con y sin SAI por encima de la temperatura exterior de la tarde hacia la noche y madrugada, disminuyendo la diferencia hacia el amanecer.

### Comportamiento diferencial de la humedad relativa contenida en la cavidad de los muros Oeste y el aire exterior

(gráfico 8).

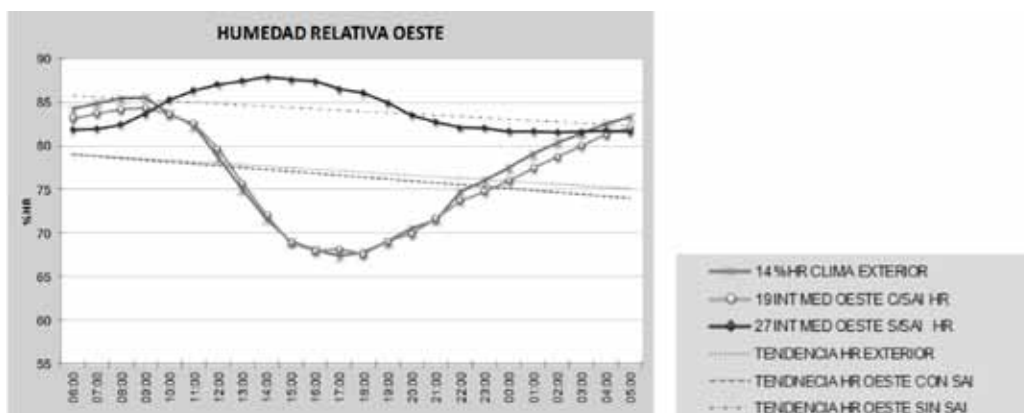
Situación a): Para esta orientación Oeste puede observarse que el muro con SAI tiene un comportamiento muy similar al del aire exterior durante las 24 horas.

Situación b): El aire contenido en la cavidad del muro sin SAI presenta HR más altas que las del muro con SAI desde las 10:00 hasta las 3:00hrs.

Situación c): El aire contenido en la cavidad del muro con SAI es más baja que la del aire exterior en todo momento, a excepción de las 11:00 a 14:00 hrs.

La tendencia de la HR durante el horario matutino es similar entre el exterior y el muro Sur con SAI, disminuyendo el porcentaje del amanecer hacia la tarde. Mientras que la tendencia del muro Oeste sin SAI se mantiene constante y por arriba de la HR exterior. La tendencia en el horario nocturno es muy similar entre el exterior y el muro Oeste con SAI, siendo más baja la HR en el muro con SAI y aumentando de la noche hacia el amanecer. La HR en el muro sin SAI presenta una tendencia más estable pero muy por encima de la HR registrada en el exterior.

Gráfico 8. Diferencia del comportamiento de la humedad relativa entre los muros Oeste con SAI y sin SAI y el aire exterior



De acuerdo con los registros obtenidos, la diferencia de temperatura entre el material y el aire para calcular el riesgo de condensación fueron los siguientes. Con base en el planteamiento según el cual:

$$\Delta T = T_a - T_m$$

Si  $\{T_a < T_m\} \rightarrow T_m$  disminuye y condensa  
A mayor  $\Delta T$ , mayor riesgo de condensación.

De ese planteamiento se obtuvo:

HORARIO MATUTINO CON SAI			
	Ta °C	Tm °C C/SAI	ΔT
NORTE	30,8	29,7	1,1
SUR	30,8	30,3	0,5
ESTE	30,8	30,9	0,0
OESTE	30,8	30,4	0,4

HORARIO MATUTINO SIN SAI			
	Ta °C	Tm °C C/SAI	ΔT
NORTE	30,8	29,8	1,0
SUR	30,8	29,7	1,2
ESTE	30,8	29,5	1,3
OESTE	30,8	29,5	1,3

HORARIO NOCTURNO CON SAI			
	Ta °C	Tm °C C/SAI	ΔT
NORTE	25,9	29,6	-3,7
SUR	25,9	29,0	-3,1
ESTE	25,9	28,5	-2,6
OESTE	25,9	30,0	-4,1

HORARIO NOCTURNO SIN SAI			
	Ta °C	Tm °C C/SAI	ΔT
NORTE	25,9	30,6	-4,7
SUR	25,9	28,9	-3,0
ESTE	25,9	28,8	-2,9
OESTE	25,9	29,9	-4,0

Para las modificaciones del diámetro de tubería de la red de captación, basadas en la ecuación de ASHRAE (1997) para la tasa de aire dependiente del área de aberturas, se tiene que:

$$Q = C_4 C_v A V \quad (\text{ASHRAE, 1997})$$

Donde:

Q= Tasa de aire en cfm

$C_4$ = factor de conversión de unidad= 88.0

$C_v$ = eficacia de las aberturas (de 0.5 a 0.6)

A= Area total de abertura en ft<sup>2</sup>

V= velocidad de viento en mph

Sustituyendo con las dimensiones del SAI 2010

$$A = 0.01 \text{ ft}^2 * 6 \text{ a boquillas} = 0.07 \text{ ft}^2$$

$$V = 1.57 \text{ mph}$$

$$Q = (88) (0.6) (0.07) (1.57) = 5.80 \text{ cfm}$$

Con base en ello, se propusieron boquillas de 2" de diámetro obteniendo:

$$A = 0.02 \text{ ft}^2 * 6 \text{ boquillas} = 0.12 \text{ ft}^2$$

Con la misma velocidad de viento registradas en 2010, se tiene que:

$$Q = (88) (0.6) (0.12) (1.57) = 9.9 \text{ cfm}$$

Suponiendo 6 boquillas de 2" con una velocidad de viento de hasta 8.3 mph, según datos levantados durante el periodo de registro con las modificaciones, se obtuvo:

$$Q = (88) (0.6) (0.12) (8.3) = 52.58 \text{ cfm}$$

La velocidad de viento de 8.3 mph es considerada en la escala de Beaufort una velocidad moderada, este incremento en la velocidad aumenta la eficiencia en la renovación del aire en la cavidad de los muros.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con Kenneth (2006) el proceso implica la existencia de una diferencia de temperatura entre los cuerpos o partes del sistema, es decir, de la zona de inyección a la zona de eyección, dándose las condiciones para una

descarga de energía de una parte a otra del sistema, lo que se da mediante el flujo creado por la diferencia de temperatura y la posibilidad de evacuación de aire caliente en la parte superior del muro al cielo mediante el subsistema de eyección, correspondiendo así al sumidero de calor que Morillón (2002) describe para estos sistemas.

Los resultados del primer planteamiento del SAI sí se lograron en lo referente a que las diferencias fueron menores entre los muros con SAI y el aire exterior con respecto a las registradas entre el muro sin SAI y el aire exterior.

Para la fase de modificaciones al SAI la diferencia entre el comportamiento del microclima y el del aire exterior influyó en el SAI dándose en todas las orientaciones la posibilidad de pérdida de calor del SAI al ambiente exterior en el horario nocturno considerando el promedio de las temperaturas en el horario matutino de un día tipificado, el riesgo de condensación en los muros sin SAI, siendo de mayor a menor: el muro Este, Oeste, Sur y Norte. Considerando el promedio de las temperaturas en el horario nocturno de un día tipificado, el riesgo de condensación es mayor en los muros sin SAI, siendo de mayor a menor: el muro Este, Sur, Oeste y Norte.

De la proveniencia del viento se infiere que los estudios de dirección dominante deben realizarse con anterioridad al planteamiento de la red de captación principal, en lugar de considerar la orientación solar como la determinante para el emplazamiento.

Ante las sugerencias de modificación para las condiciones de diseño SAI y el cambio de los diámetros de entrada con base en la ecuación de ASHRAE (1997) para la tasa de aire dependiente del área de aberturas la eficiencia aumentó en 60%.

Ampliar el diámetro de las boquillas para incrementar la velocidad del aire es una estrategia pasiva adecuada para optimizar la red de captación de aire del SAI, sin embargo se debe considerar aumentar la velocidad por diferencia de presión, ya que el viento como factor invo-

lucrado en la fórmula es un elemento inconsistente por sí mismo.

A pesar de que entre las estrategias principales para disminuir los efectos nocivos de la humedad, según Serra (2002), está la ventilación continua de día y de noche y que de esa manera no es necesario un alto volumen de aire intercambiado como resulta en el SAI, el planteamiento teórico sugiere determinar la factibilidad de considerar otros elementos, como temperaturas máximas, mínimas y medias,

momentos de la humedad máxima, mínima y promedio y condiciones ambientales como viento y radiación.

Como ventaja global de las estrategias pasivas y su mejora continua se tiene la protección al medio ambiente que deriva de cada acción que supone mejores condiciones de habitabilidad con menores recursos materiales y económicos, lo que sucede si se disminuye el gasto corriente por mantenimiento durante la vida útil del edificio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAVV (1997). Refrigerating and Air Conditioning Engineers ASHRAE, Handbook Fundamentals, Atlanta: American Society of Heating.
- AAVV (2002). Norma Técnica del Instituto de Normalización y Certificación. IRAM. Argentina. Extraído 08 de marzo de 2011 de <http://www/unne.ed.ar/cyt/2002/07-tecnológicas>.
- GARCÍA, CH. Y ALLARD, F. (1996). Optimización del manejo de la ventilación natural en las edificaciones. Memorias Semana Nacional de Energía Solar. ANES. México.
- GONZÁLEZ, E. (2002). Sobre el enfriamiento pasivo en edificaciones: proyectos en desarrollo. *IFAD-LUZ*, Universidad de Zulia. Venezuela.
- KENNETH, W. Y DONALD, E. (2006). Termodinámica. Mc Graw Hill. España.



- LÓPEZ, A. (2010). Sistema de aireación inducida para disminuir riesgos de humedad intramuros. Caso de estudio para el trópico húmedo. Tesis Doctoral. UNAM, México.
- LORENZO, ERNESTO (2007). Climatización pasiva de edificaciones mediante conductos enterrados. Potencialidades de aplicación en Venezuela, 6° Congreso Internacional de Construcción Sostenible, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- MARINCIC, I. (1999). Respuestas térmicas dinámicas en edificios. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.
- MORILLÓN, D. (2002). Sistemas pasivos de enfriamiento. Notas del curso de Sistemas Pasivos. ANES. México.
- SALAS, E. (1997). El impacto del ser humano en el planeta. Editores Asociados Mexicanos. México.
- SEGOB. (2008). Tabasco: Características e impacto socioeconómico de las inundaciones provocadas a finales de octubre y a comienzos de noviembre de 2007 por el frente frío número 4. Extraído 23 febrero de 2012 de [http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/3/33373-L864\\_parte\\_5\\_de\\_8.pdf](http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/3/33373/L864_parte_5_de_8.pdf).
- SERRA, R. (2002). EL clima del aire y de la humedad. Gustavo Gili. Barcelona.



## CONFORT AMBIENTAL DE ESPACIOS PÚBLICOS EN CLIMAS TEMPLADOS. OBJETO DE ESTUDIO: CIUDAD DE CÓRDOBA, ARGENTINA

ENVIRONMENTAL COMFORT OF PUBLIC SPACES IN TEMPERATE CLIMATES. PURPOSE OF STUDY: CÓRDOBA CITY, ARGENTINA

### MARÍA ROSA MANDRINI

Arquitecta. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba 2009. Becaria Doctoral. CONICET CEVE (Centro Experimental de Vivienda Económica) maria.rosa.mandrini@hotmail.com

### María MARTA PÉREZ

Arquitecta. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba 2009. Becaria Doctoral. CONICET CEVE (Centro Experimental de Vivienda Económica) mmperez@ceve.org.ar

### EUGENIA SIPOWICZ

Arquitecta. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba 2010. Becaria Doctoral. CONICET CEVE (Centro Experimental de Vivienda Económica) esipowicz@ceve.org.ar

### RESUMEN

Desde una visión holística, se reflexiona sobre las condiciones que determinan el confort térmico y ambiental de los espacios públicos del casco histórico de la ciudad de Córdoba, Argentina. Se analiza de manera cualitativa la forma en que los espacios públicos abiertos dan respuesta a las condiciones externas propias de este clima, detectando las estrategias utilizadas para tal fin. La metodología empleada fue la sistematización de datos relevados según factores térmicos, antrópicos y ambientales.

A partir de la observación de los espacios se plantean cuestiones tales como: ¿es posible lograr confort en los espacios públicos en climas templados?, ¿el confort es algo que podamos determinar de forma general?, ¿es algo constante?, o es algo que se debe definir de manera particular y que cambia con el lugar, el tiempo, pensando en el tiempo, en las escalas horarias, diarias, estacionales, anuales, etc.

### Descriptores

Confort térmico, espacios públicos

### ABSTRACT

*An observational analysis of outdoor public spaces within the historical center of Córdoba's city (Argentina) is presented. Reflections regarding the conditions which determine the thermal and environmental comfort of spaces established in Mediterranean temperate climates are made from a holistic point of view. How open public areas respond to the typical external conditions of these climates, is analyzed in a qualitative manner identifying the strategies used for this purpose. The methodology used was the systematization of data collected in an analysis according to thermal, anthropogenic and environmental factors.*

*After observing these spaces, questions are raised such as: Is it possible to achieve comfort in temperate climate public spaces?, Is comfort something that could be determined in a general way?, is it a constant?, Or is it something that should be defined in a particular way, and that it changes depending on the location and time, considering the time scales as hourly, daily, seasonal, annual, etc.*

### Descriptors

spaces within, outdoor public





## CONFORT AMBIENTAL DE ESPACIOS PÚBLICOS EN CLIMAS TEMPLADOS. OBJETO DE ESTUDIO: CIUDAD DE CÓRDOBA, ARGENTINA

El hombre se adapta a las condiciones climáticas locales, modificando y acondicionando su entorno en una búsqueda por lograr bienestar higrotérmico. Así, por un lado, toma las situaciones favorables que le aporta el lugar y las utiliza interviniendo de manera directa sobre su hábitat y por otro, se protege de las condiciones adversas que se le plantean.

Coincidiendo con la tesis "Zona Variable de Confort Térmico, modelo Propuesto" (Chávez del Valle, 2002), creemos que la percepción del entorno físico la realiza el ser humano de una manera holística, evaluando todos los estímulos percibidos en el momento. La percepción del ambiente y el confort térmico no es algo que dependa únicamente de los parámetros ambientales pues se trata de un fenómeno que incluye muchos más factores del entorno interior o exterior y del sujeto que percibe estos parámetros y de su relación física y psicológica con el ambiente, además de factores culturales y sociales.

El clima templado es complejo debido a la variabilidad estacional de las condiciones climáticas, lo cual hace necesario la incorporación de sistemas de control ambiental flexibles que puedan cambiar sus acciones según las circunstancias. Serra Florensa y Coch Roura (1995) afirman que los espacios intermedios entre interior y exterior pueden generar microclimas favorables y permitir también su ocupación según la época o la hora del día (patios, porches, galerías, etc.).

Una aproximación al concepto de espacio público lo incluye como un espacio urbano físico y abierto, accesible a todos los ciudadanos, "donde éstos pueden encontrarse y participar de la vida urbana. [...] Los usos de los espacios públicos de hoy ponen de manifiesto que

su planificación debe 'alimentarse' desde lo interdisciplinar" (Perico-Agudelo, 2009). El deseo de controlar las condiciones del espacio en el cual el ser humano habita es tan antiguo como la historia de la humanidad. Dicho de otra manera, iniciar una reflexión en torno al confort de la ciudad significa, también, hacer un análisis de las condiciones de habitabilidad de estos espacios humanos.

La definición de CONFORT es compleja. Se admite que las condiciones de un espacio son confortables cuando la mayoría de las personas expresan satisfacción con las condiciones ambientales: "*That condition of mind which expresses satisfaction with the thermal environment and is assessed by subjective evaluation*" (ANSI/ASHRAE, 2004)

Es claro que el clima condiciona la actividad y el modo de vida de las personas. El uso de los espacios urbanos se hace en función de las condiciones exteriores y del tipo de espacio de que se trate (Cejudo López y Guerra Macho, 2002).

El confort de los espacios cerrados y abiertos depende de numerosos factores pero es en los espacios abiertos donde la persona se encuentra en condiciones más desprotegidas y vulnerables a los factores que afectan el balance térmico de su cuerpo: factores físicos del ambiente como la radiación solar, presión atmosférica, temperatura del aire, nivel de sombra que arroja la vegetación y la arquitectura, velocidad del viento que rodea a la persona y humedad relativa del aire. Factores ambientales como el entorno radiante, pureza del aire, ambiente sonoro, campo visual; factores físicos del espacio como la morfología (escala y proporciones), color y textura de sus límites, mobiliario urbano; factores físicos y fisiológicos de

la persona como vestimenta, tipo de usuario, tipo de actividades, tiempo de permanencia. Por último, factores como la adaptación psicológica que puede entenderse como posibilidad de elegir entre diferentes zonas por parte del ocupante, según la memoria, las expectativas y adaptación de la persona al clima de que se trate, expectativas de confort, sensaciones y preferencias (Nikolopoulou, Baker y Steemers, 2001). Es difícil controlar de manera absoluta los factores que dan lugar a una situación de confort en espacios abiertos por lo que se busca modificarlos estratégicamente para incrementar las posibilidades de lograr condiciones confortables en ellos.

Para información comparativa y de apoyo se revisaron algunos tratamientos de espacios públicos a nivel internacional en climas templados de ciudades con latitudes similares a la de la ciudad de Córdoba: el espacio de ingreso a La Chascona, casa de Pablo Neruda en la comuna de Providencia, en Santiago de Chile; los jardines y galerías que rodean los claustros de La Alhambra en Granada, España; y el espacio de claustros y galerías de la plaza San Carlos, en Turín, Italia. Los datos climáticos de las ciudades fueron analizados mediante los programas Meteonorm versión 5.1 y Weather tool 2011 de Autodesk.

**Santiago, Chile** (lat.: 33°26'16"s; long.: 70°39'01"o) a.s.n.m: 567 m.

La ciudad de Santiago presenta un clima templado cálido mediterráneo con concentración de lluvias invernales entre los meses de mayo y septiembre (de 50 a 80 mm), en contraste con los meses de verano (periodo de sequía con precipitación de 4mm), y estaciones bien marcadas con temperaturas medias que varían desde 20°C en verano hasta 8°C en invierno. El verano es caluroso con máximas de 35°C y por la noche refresca llegando a mínimas de 8°C, mientras que en el invierno, las temperaturas descienden con máximas de 22°C y mínimas de -5°C por las mañanas. La humedad relativa varía desde 64% en verano hasta 82% en invierno siendo la primavera la estación más ventosa, con vientos de 25 km/h predominantes del Sur-Sudoeste.

La plazoleta de La Chascona forma parte de un recorrido peatonal con gran pendiente que culmina en la casa del escritor Pablo Neruda. Se observa que tanto las gradas del anfiteatro como el solado, presentan ranuras de 4 cm de profundidad por donde circula agua por gravedad proveniente de una fuente ubicada en la parte superior de la plaza (fotos 1, 2 y 3). En verano, este sistema de enfriamiento evaporativo ayuda a reducir la temperatura

Fotos 1, 2 y 3. Plazoleta al ingreso del museo La Chascona en la ciudad de Santiago, Chile. Hacia la izquierda, se observa imagen aérea del conjunto obtenida de Google Earth. Al medio, imágenes obtenidas in situ de las gradas y solado del anfiteatro; a la derecha, el aljibe recolector del sistema de enfriamiento evaporativo.



del aire y por consiguiente la sensación térmica del lugar. Por otro lado, la vegetación caduca circundante aporta sombra y contribuye al sombreado de la plazoleta, mejorando las condiciones de confort. En invierno, se corta el suministro de agua y a su vez, la vegetación pierde sus hojas permitiendo el asoleamiento de la plaza lo que contribuye a que los asientos de ladrillo se calienten e irradien el calor absorbido por radiación. Se genera así un microclima con temperaturas confortables al reparo de los vientos provenientes del sur.

**Granada, España** (lat.: 37°10'27"n; long.: 3°35'55"o) a.s.n.m: 738 m

El clima de la ciudad de Granada es templado mediterráneo con inviernos frescos que presentan abundantes heladas con temperaturas medias de 5°C y veranos cálidos secos con una media de 34°C. Una característica de este clima es la gran amplitud térmica diaria, expresada con mínimas de 10°C y máximas que llegan a 35°C en verano y mínimas de -5°C y máximas de 20°C en invierno. Las lluvias se concentran en el invierno, son escasas durante el resto del año. Presentan una media anual de 357 mm y se caracterizan por ser irregulares interanualmente provocando periodos extensos de sequía con precipitaciones inferiores a 5 mm. Estos

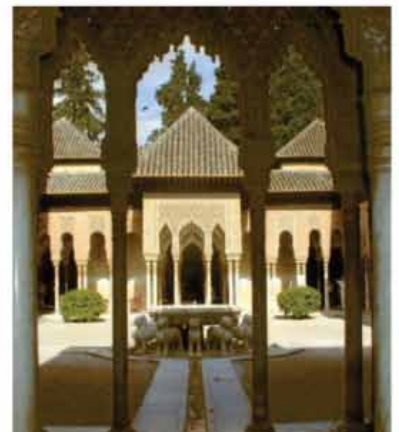
meses coinciden con los de temperatura más alta. La humedad relativa varía de 47% en verano a 77% en invierno. La estación más ventosa es el otoño con vientos de 15 km/h predominantes del Oeste-Sudoeste.

Los jardines de La Alhambra, legado de la cultura musulmana, utilizan estrategias evaporativas para conformar microclimas confortables. Se observa que el edificio con eje Este-Oeste insertado en forma perpendicular a la dirección de vientos predominantes, evita aceleraciones y permite una ventilación transversal al patio central. Las galerías que rodean estos claustros controlan el asoleamiento en las fachadas, generando un espacio de transición entre el interior y exterior (fotos 4, 5 y 6). Se destaca la arquitectura blanca con muros de gran inercia térmica, que mantienen las temperaturas de los corredores externos estables al reducir su amplitud térmica.

**Turín-Italia** (lat.: 45°4'0"n; long.: 7°42'0"e) a.s.n.m: 240 m

La ciudad de Turín es de clima subtropical húmedo con inviernos frescos y secos que presentan temperaturas medias de 3°C, mientras que sus veranos son suaves en las colinas y calurosos en las llanuras con medias de 24°C. Presenta mínimas de 11°C y máximas

Fotos 4, 5 y 6. La Alhambra en Granada, España. Hacia la izquierda, se observa la imagen aérea del conjunto obtenida de Google Earth. Al medio, una imagen del jardín central con espejo de agua aclimatador; a la derecha, galerías que circunscriben el claustro.





que llegan a 31°C en verano, mientras que en el invierno se encuentran temperaturas mínimas de -9°C y máximas de 11°C. La humedad relativa varía a lo largo del año entre 70% y 79%. Las lluvias se concentran durante la primavera y el otoño, siendo escasas el resto del año. Presentan una media anual de 915 mm. La estación más ventosa es el otoño con vientos de 10 km/h predominantes del Norte.

La arquitectura típica es la de claustros rodeados perimetralmente por galerías que además de proteger de la radiación solar, sirven de espacios de circulación con un microclima propio permitiendo una transición gradual entre el espacio exterior y el interior, reduciendo en verano los aportes caloríficos al optimizar la ventilación natural y propiciar el enfriamiento nocturno, mientras que en invierno protegen del viento y reducen la diferencia térmica del interior con el exterior gracias a su masa térmica que almacena calor.

Los corredores de la plaza San Carlos sirven de refugio en los periodos de lluvias. El solado de la plaza, compuesto por una combinación de diferentes texturas y tratamientos, tiene la propiedad de conducir, absorber y conservar agua, así como también, reflejar, desviar o reducir la incidencia solar, lo cual permite evitar la reflexión solar veraniega y, a su vez, lograr ganancia térmica en invierno (fotos 7, 8 y 9).

## OBJETO DE ESTUDIO: ESPACIOS PÚBLICOS EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA, ARGENTINA

**Córdoba-Argentina** (lat.: 31°25'0"s; long.: 64°11'0"o) a.s.n.m: 544 m.

Pese a su latitud, el clima de la ciudad de Córdoba, como el de la mayor parte de la provincia, es templado moderado con las cuatro estaciones bien definidas. En términos generales el clima es mediterráneo con inviernos no muy rigurosos y veranos de días calurosos y noches frescas. Los vientos del oeste son raros y de corta duración e intensidad. En primavera soplan con fuerza creciente principalmente del norte y el noreste (figura 1).

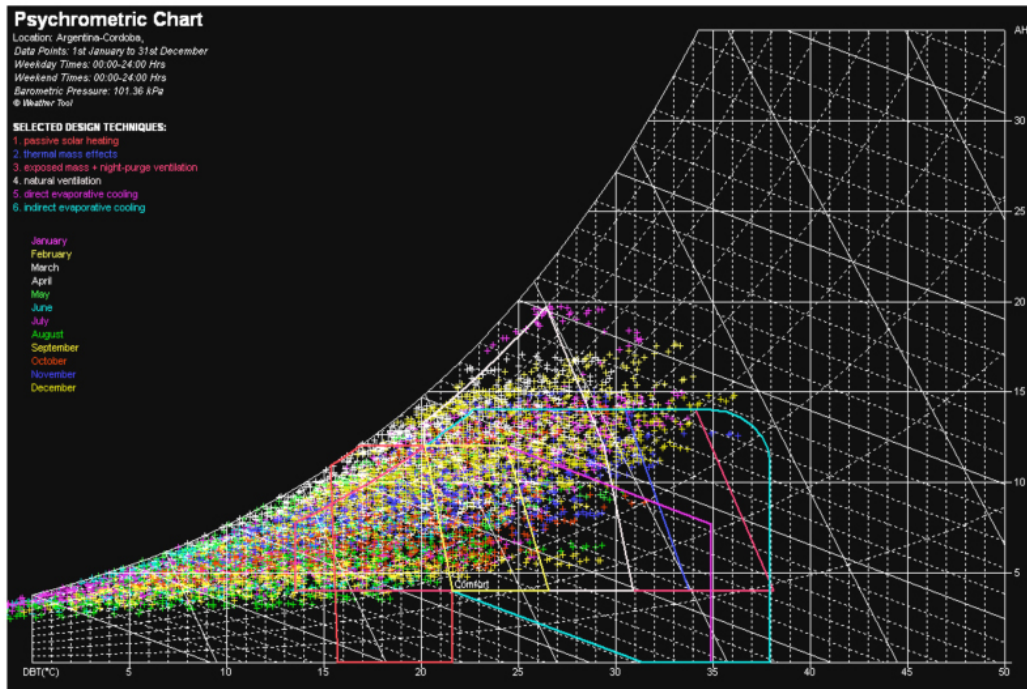
En el verano frecuentemente se producen tormentas eléctricas e incluso granizo. Dada la extensión del conurbano, hay una diferencia de alrededor de 5 °C entre el área céntrica y la periferia. El área céntrica, densamente edificada y ubicada en una depresión, es el núcleo de una importante isla de calor.

En Córdoba el período estival es relativamente caluroso, con temperaturas medias entre 20°C y 26°C, y máximas que superan los 30°C. El período invernal no es muy frío, presentando temperaturas medias entre 8°C y 12°C, con mínimas que alcanzan los 0°C. La humedad relativa varía a lo largo del año entre 56% y 73%. Las lluvias se concentran durante

Fotos 7, 8 y 9. Plaza San Carlos en Turín, Italia. Hacia la izquierda, se observa la imagen aérea del conjunto obtenida de Google Earth. Al medio, galerías de circulación peatonal que delimitan la plaza; a la derecha, perspectiva general del emplazamiento



Figura 1. Ábaco psicrométrico indicando las variables de temperatura de bulbo seco, humedad y presión atmosférica para el clima de Córdoba, Argentina. Los puntos de colores se corresponden a las variables de cada mes, y las líneas de colores a las distintas bioclimáticas necesarias para conseguir confort higrotérmico. Grafico obtenido del software Weather tool del Autodesk Ecotect Analysis 2011.



el verano, siendo escasas durante el resto del año, con una media anual de 770 mm.

## INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS

### *Herramienta de evaluación de confort ambiental en espacios públicos exteriores*

El uso de una herramienta adecuada de evaluación puede ser un recurso poderoso para cubrir una amplia gama de sistemas, sin embargo, si bien cada elemento del sistema constituye una representación simplificada de alguna característica del mismo y permite ser tomado como objeto de estudio aisladamente, cada elemento adquiere significado sólo en la medida en que constituye una parte integrante del todo. En consecuencia, el estudio de cualquier elemento aislado es siempre parcial, ya que un sistema es la interrelación permanente entre sus elementos o partes, como resultado de un proceso permanente de interdependen-

cia entre ellos, y entre ellos y el medio (Bonil, Sanmarti, Tomás y Pujol, 2004).

La metodología de evaluación utilizada se basa en un análisis integral sobre espacios públicos exteriores localizados en el área del casco histórico de la ciudad de Córdoba (Argentina) durante el mes de agosto –periodo invernal– dentro de una franja horaria comprendida entre las 12 y 14 horas, coincidiendo con las horas de mayor uso por parte de los habitantes.

La finalidad de esta metodología es evaluar el grado de confort ambiental que se propicia en diferentes tipologías de espacios públicos exteriores –claustro, recova, calle peatonal, plazoleta– contenidos por límites arquitectónicos diversos, lo que particulariza cada situación. Se basa en detectar cómo los diferentes límites afectan o modifican las condiciones de confort externo, cómo esto se ve reflejado en el uso o apropiación de las personas y cómo cada situación deberá ser contemplada al momento de

plantear las estrategias de diseño para lograr confort ambiental en cada uno de los espacios.

Los factores tenidos en cuenta fueron clasificados en cinco grupos: físicos del ambiente, ambientales, físicos del espacio, físicos y fisiológicos de las personas y psicológicos, considerando necesario abarcar estos aspectos para explorar de manera integral cada espacio. A su vez se desglosan en subgrupos más específicos de cada tema, descritos globalmente en el diagnóstico, donde se describe la situación particular de cada espacio.

La valoración cualitativa se logra a partir de establecer tres niveles de calificación para la evaluación de estos espacios: poco, medio o muy apropiado, otorgándoles cuantitativamente un puntaje de 1, 2 y 3 unidades respectivamente, según su desempeño en cuanto al confort ambiental, para obtener un promedio general en cada situación.

***Espacio público N°1: plazoleta de la Compañía de Jesús***

Espacio orientado hacia el noroeste con intensa radiación solar durante todo el año, resguardado de los vientos fríos del sur en el período invernal. Se trata de un recinto contenido en dos de sus laterales, abierto hacia el encuentro con la calle. La masa de superficie clara que predomina en las fachadas junto a la del solado,

amortiguan térmicamente retardando la entrega de calor absorbido por radiación a través de los mismos colaborando a mantener equilibradas las condiciones de confort. Se considera importante el filtro de sombras producido por la línea de árboles caducos que protegen de la intensa radiación en horarios cercanos al mediodía, aún en época de invierno. La pureza del aire es media debido a la ausencia de vehículos en las cercanías. Adicionalmente, se da una absorción de calor e irradiación en el plano de piso las fachadas limitantes que aumenta las ganancias de calor por transmisión, necesaria en períodos de bajas temperaturas, lo que hace que éstas sean aceptables dentro del espacio contenido.

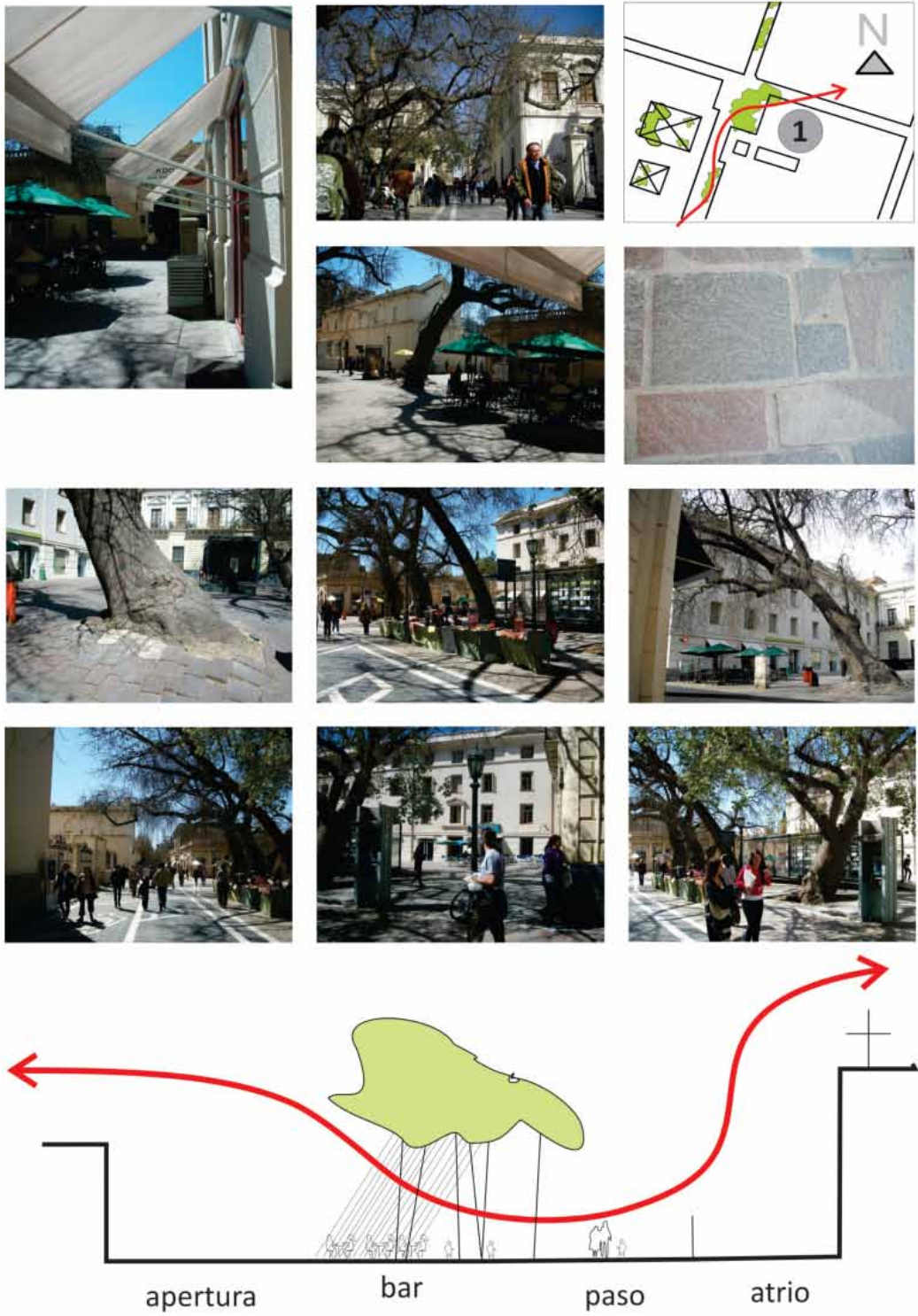
En la franja horaria comprendida entre las 12 y 14 horas confluyen diversidad de actividades y usuarios (artesanos, artistas, etc.). A pesar de que se trata de una plazoleta, la ausencia de asientos la convierten en espacio de tránsito aun cuando se genera alguna actividad de permanencia debido a la presencia de una biblioteca urbana. Hay zonas protegidas por sombras permeables que son ocupadas por mesas y asientos pertenecientes a bares aledaños que dejan disponible para uso público solo lugares con radiación solar directa, situación molesta en horarios de mediodía. La vegetación en este caso es protagonista, caracteriza el espacio y le otorga sensación de protección (figura 2).

Foto 10. Plazoleta de la Compañía de Jesús. Visual panorámica desde la intersección de calles Obispo Trejo y Caseros.





Figura 2. Localización, esquemas gráficos y diferentes enfoques para comprender de manera integral el espacio de la plazuela de la Compañía de Jesús. La valoración cualitativa se logra al establecer tres niveles de calificación para la evaluación de estos espacios



Fuente: elaboración propia.

**Espacio público N°2: claustro del Rectorado**

Se trata de un espacio orientado hacia todos los puntos cardinales. La protección de la corriente de aire se logra gracias a la presencia de vegetación así como al límite arquitectónico en la dirección suroeste, de donde provienen los vientos más rigurosos en el período invernal, que se traduce en mayor número de horas de confort.

El aire se percibe puro. Las superficies tienen la capacidad de almacenar calor proveniente de la radiación solar directa y entregarlo al espacio debido a su gran masa térmica, aportando una temperatura confortable al espacio en estación invernal.

La sombra arrojada por los árboles junto a la de la edificación definen una zona de protección de la radiación solar en el perímetro del claustro—materializado por la recova—situación inapropiada en el clima invernal de Córdoba para desarrollar actividades de estancias prolongadas. Se apropian del espacio estudiantes, turistas y trabajadores en general. El claustro ofrece diversos equipamientos que permiten desarrollar actividades de lectura, almuerzo y reposo en condiciones ambientalmente favora-

bles a diferencia de la recova (perímetro usado como lugar de paso).

El ambiente es capaz de brindar una imagen colectiva de resguardo visual y sonoro, con una situación en el interior de acogimiento, seguridad, contención y calma (figura 3).

**Espacio público N°3: calle peatonal Obispo Trejo**

Tiene una orientación sobre el eje norte-oeste que determina el asoleamiento diferenciado de sus límites (fachada este-fachada oeste). Está expuesto a los vientos fríos del sur predominantes en el período invernal.

La configuración de este espacio se define como un canal direccionado. Su proporción (relación entre altura y ancho) promueve el asoleamiento diferenciado de sus límites. Las superficies con tratamientos heterogéneos (absorbentes en su mayoría) ganan calor que luego irradian al espacio exterior. Se trata de un espacio de alto tráfico peatonal con elevados niveles de contaminación sonora y visual, aunque no se percibe discomfort. La ausencia de vehículos en gran parte de tramo peatonal y la presencia de vegetación mantienen un nivel equilibrado de pureza del aire. Los pisos

Foto 11. Visual panorámica al interior del claustro del Rectorado, ubicado en calle Obispo Trejo, Córdoba.



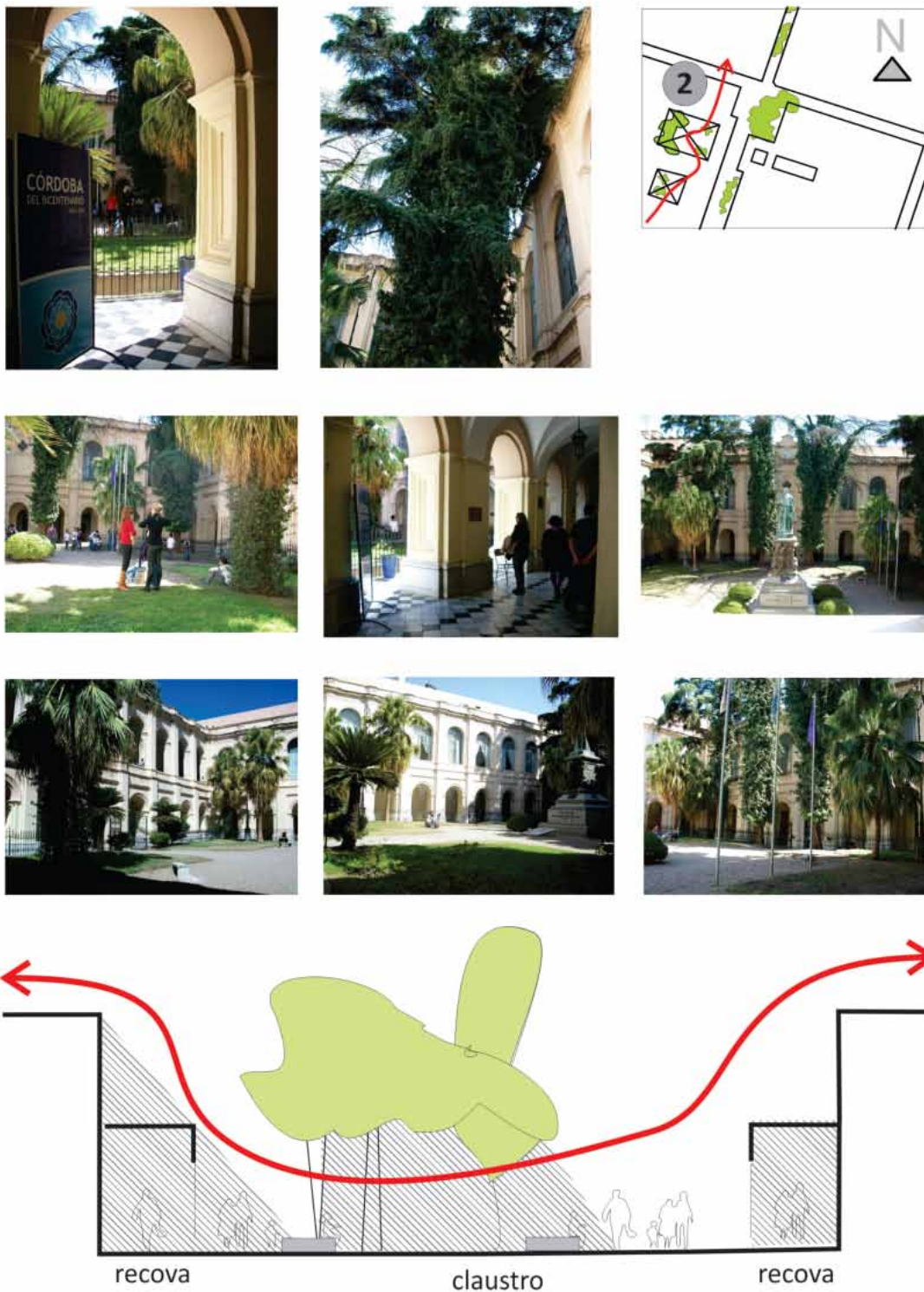
aportes

microespacios confortables / silencio / estancia prolongada / resguardo / atmosfera vegetal / calma / contención





Figura 3. Localización, esquemas gráficos y diferentes enfoques para comprender integralmente el espacio del claustro del Rectorado de la Universidad Nacional de Córdoba.



Fuente: elaboración propia.

y envolventes expuestos a la radiación solar directa acumulan calor aumentando su temperatura superficial, la que entregan al espacio exterior en los meses de invierno.

Ferias, artistas callejeros y expansiones de bares conforman las actividades que determinan el uso del espacio con diferentes tiempos de permanencia por parte fundamentalmente de estudiantes, trabajadores y personas que recorren el casco céntrico (foto 12).

Las expectativas de confort son bajas por parte de los usuarios ya que el peatón tiene la imagen previa de este lugar urbano como un espacio abierto y vulnerable al clima invernal. Sin embargo, cuando se comienza a recorrer, la percepción cambia: el asoleamiento diferenciado, la irradiación de calor de las superficies envolventes, así como la presencia de árboles y equipamiento vuelven el espacio agradable (figura 4).

**Espacio público N°4: recova sobre Calle 27 de Abril**

Este espacio se encuentra orientado hacia el norte, por lo que la radicación solar que sobre él incide es directa e intensa durante todo el año. Está resguardado de los vientos fríos del sur predominantes en el periodo invernal y las

bajas temperaturas de esta estación se ven atenuadas porque el espacio se comporta como un canal de protección que aísla al peatón.

La pureza del aire está controlada por una línea de árboles caducos que configuran una especie de filtro natural, junto con los límites arquitectónicos del espacio. Las superficies de cerramiento captan la radiación solar aumentando su temperatura, la que es transmitida hacia el interior del espacio en el invierno, generando sensación de confort térmico ambiental.

Las actividades próximas al espacio son variadas, sin determinar un usuario específico. La recova funciona como espacio de paso, razón por la que no se hace presente equipamiento urbano. Son altas las expectativas de confort que el peatón tienen sobre este espacio (foto 13; figura 5).

**EVALUACIÓN Y REFLEXIONES**

En cuanto a los resultados obtenidos, mientras que en el espacio de plazoleta (espacio público n° 1) y el de la peatonal Obispo Trejo (espacio público n° 3) se llega a un promedio cercano a los 2.00 puntos, alcanzando el nivel medio apropiado de confort, en el espacio de

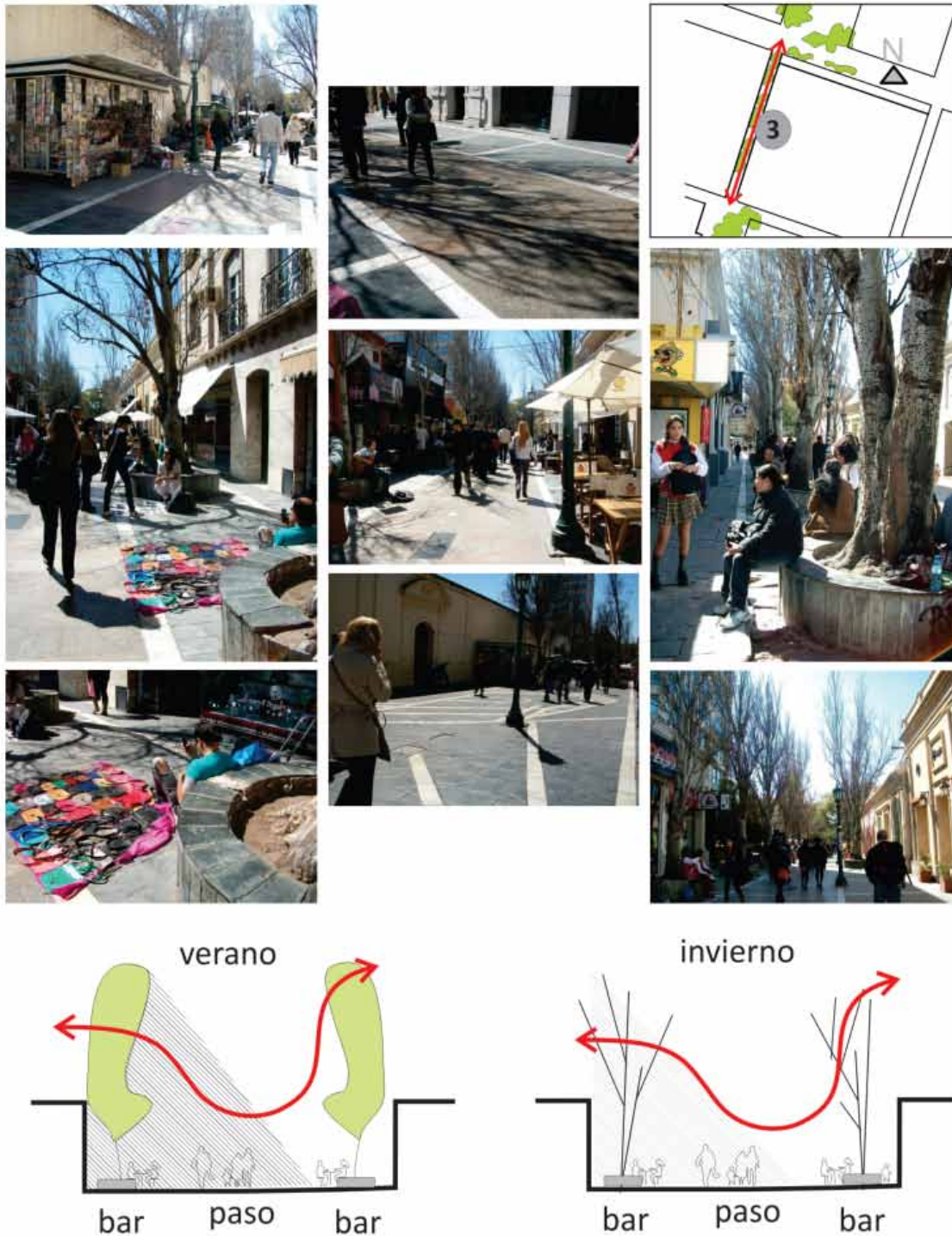
Foto 12. Diferentes formas de apropiación de la calle peatonal del centro histórico de la ciudad de Córdoba







Figura 4. Localización, esquemas gráficos y diferentes enfoques visuales de la dinámica en la peatonal del centro histórico de Córdoba, que permiten la comprensión integral del espacio.



Fuente: elaboración propia

claustro (espacio público nº 2) se alcanza el máximo puntaje, con un resultado de 2.40 puntos, situación similar al espacio recova (espacio público nº 4), que llega a los 2.30 puntos, deduciendo con este resultado que todos los espacios públicos analizados se desempeñan favorablemente en cuanto a la posibilidad de brindar confort ambiental.

La plazoleta presenta escasos lugares de asiento, razón por la que se determina su función predominante como canal de paso. En cambio en la peatonal Obispo Trejo, aun siendo lugar de paso, admite un uso de permanencia, debido principalmente a la presencia de equipamiento de estancia. En cuanto a los factores psicológicos, la presencia de grupos musicales callejeros, de artesanos y la permanente confluencia de actores heterogéneos, influyen en el confort de estos espacios, convirtiéndolos en sitios públicos de fuerte identidad y concurrencia. El espacio de recova plantea una configuración morfológica como estrategia que amortigua los efectos climáticos en los meses más rigurosos. En el caso del claustro, se encuentra protegido de los vientos fríos predominantes del suroeste asegu-

rando el control de asoleamiento directo, lo que genera un espacio de confort mediante la acumulación de calor permitiendo, de esta forma, mantener una temperatura agradable al interior del mismo.

Según lo señalado, se destacan recursos de diseño válidos para propiciar confort ambiental para un clima templado en las estaciones más rigurosas. Uno de ellos es la utilización de árboles caducos de copa extensa que arrojan sombras densas para impedir ganancias directas de calor. Este tipo de vegetación logra en la estación estival –la más extensa y extrema para este clima– un enfriamiento por evaporación del aire cálido proveniente del noreste, mientras que actúa como filtro para evitar el encandilamiento por contraste de intensidad lumínica, posibilitando la realización de actividades de estancia prolongada. Otro es el diseño del límite arquitectónico –que contiene y delimita el espacio público– con muros de gran masa térmica, los cuales en invierno tienen su temperatura superficial por encima de la temperatura ambiente, mientras que en verano presentan temperaturas superficiales por debajo de las externas, propiciando un microclima confortable.

Foto 13. Espacio en la intersección de calles Obispo Trejo y Av. 27 de Abril, donde se visualizan las recovas de los locales comerciales.

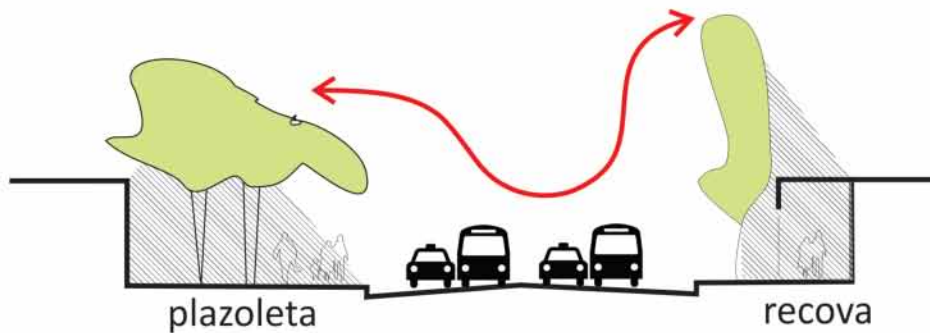
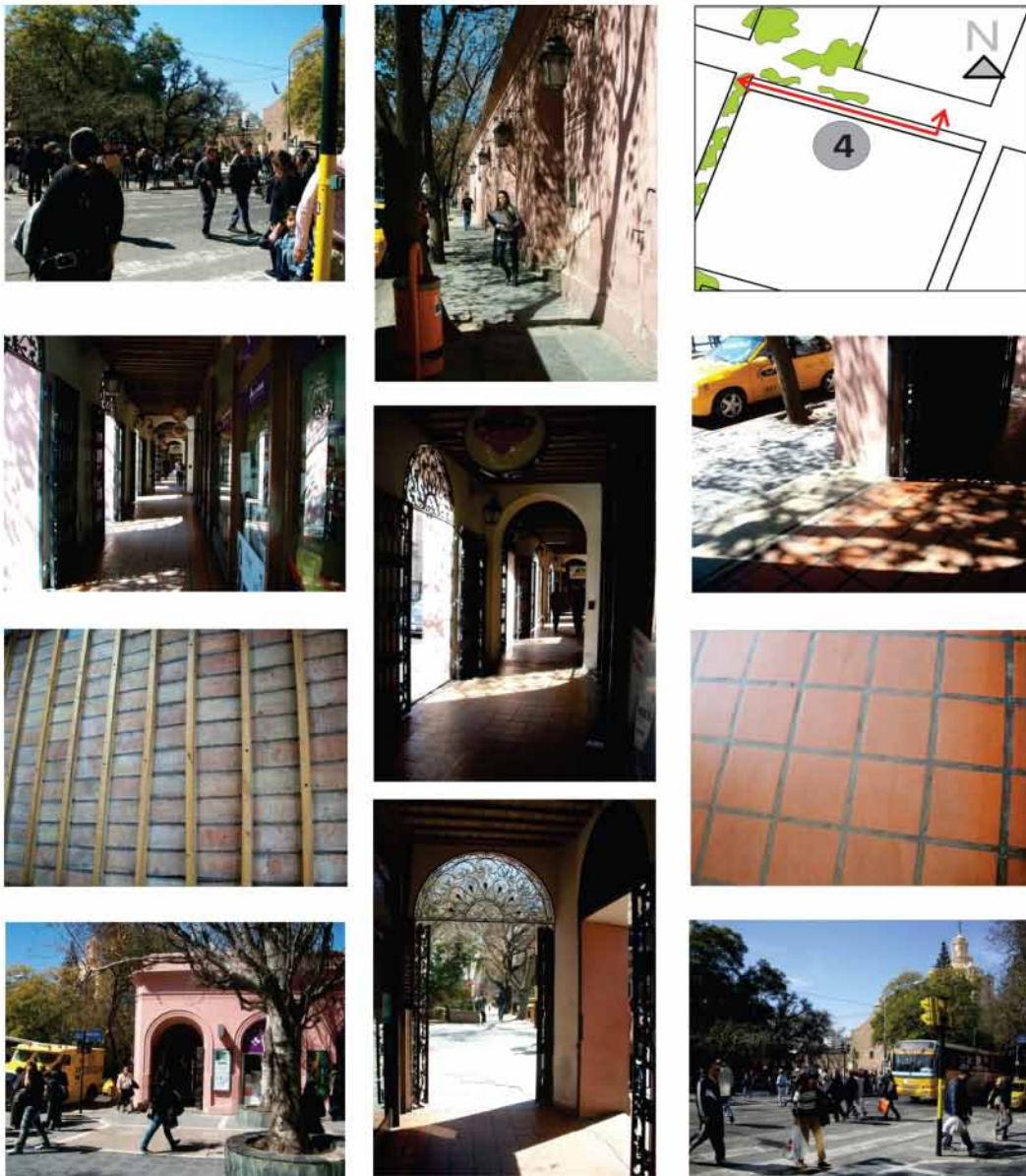


canal de protección / transición / amortiguación / resguardo / sensación de confort





Figura 5. Localización, esquemas gráficos y diferentes enfoques visuales de la configuración espacial de las Recovas ubicadas sobre Av. 27 de Abril del centro histórico de Córdoba.



Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIÓN

Las condiciones climatológicas de una localidad condicionan la forma de vida de sus habitantes. Por ello, el diseño de los espacios públicos supone una respuesta a condiciones climatológicas adversas, facilitando la adaptación del hombre al medio ambiente exterior. Tal como se observa en los ejemplos de espacios públicos citados anteriormente, el uso de recursos de diseño y la configuración de los espacios mediante límites arquitectónicos tienen como finalidad básica modificar el clima del lugar, creando un microclima en las zonas tratadas para con ello mejorar su habitabilidad.

En el caso de una latitud como la de Córdoba, la intensa radiación solar, especialmente en las horas del medio día, tanto en el período invernal como en el estival, es una variable que necesita ser controlada por medio de filtros que permitan el desarrollo de actividades de permanencia dentro de una situación confortable. Así, las temperaturas poco rigurosas durante el invierno, con medias entre 8°C y 12°C, y mínimas que alcanzan los 0°C, permiten lograr confort térmico en los espacios exteriores con recursos de diseño simples. Por otro lado se deberá considerar que la actividad del usuario influirá en la magnitud de respuestas que el espacio otorgue a las condiciones climáticas procurando que en invierno sea necesario hacer énfasis en el grado de confort de los lugares

de estancia, mientras que en verano se hará sobre los lugares de paso. A grandes rasgos, los cuatro ejemplos evaluados incorporan sensaciones de protección y resguardo que mitigan los efectos psicológicos provocados por la contaminación visual, sonora y ambiental del entorno donde se sitúan. También, en los límites arquitectónicos de estos espacios se detectan estrategias de diseño bioclimáticas que permiten al usuario adaptarse a las condiciones térmicas externas en la mayoría de los casos y satisfacer las expectativas psicológicas de confort previas.

Interpretar la problemática ambiental desde un enfoque complejo e interdisciplinario permite comprender de forma articulada y sistémica las relaciones entre los diferentes elementos, agentes y circunstancias que en ella concurren. Por lo tanto, la metodología de evaluación utilizada permite valorar de manera integral las condiciones de habitabilidad visualizando la interrelación entre los distintos factores componentes, con el propósito de lograr el diseño eficiente de espacios públicos –en lo que se refiere al confort y al uso de recursos– apuntando al diseño de espacios más saludables y democráticos que permitan el desarrollo personal y colectivo en las ciudades: *“En los espacios públicos... se expresa la diversidad, se produce el intercambio y se aprende la tolerancia. La calidad, la multiplicación y la accesibilidad de los espacios públicos definirán en buena medida el progreso de la ciudadanía”* (Borja, 1998).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANSI/ASHRAE. (2004). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ANSI/ASHRAE.

BONIL, J., SANMARTI, N., TOMAS, C., & PUJOL, R. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad.

BORJA, J. (1998). Ciudadanía y espacio público (C. d. Barcelona, Ed.) VVAA, Ciutat real, ciutat ideal. Significat i funció a l'espai urbà modern, *“Urbanitats”*, 7.

CEJUDO LÓPEZ, J. M. y GUERRA MACHO, J. (2002). Diseño climático de espacios abiertos. Instituto Andaluz de Energías Renovables - IAER-ETSII - Universidad de Málaga - ESI - Universidad de Sevilla.



- CHÁVEZ DEL VALLE, F. J. (2002). Zona Variable de Confort Térmico. Tesis Doctoral en Arquitectura Universidad Politécnica de Cataluña. Retrieved from [http://www.tdr.cesca.es/TESIS\\_UPC/AVAILABLE/TDX-0531102-111147](http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0531102-111147)
- D'ALENCON, R. (2008). Acondicionamientos. Arquitectura y técnica. Ediciones ARQ. Santiago de Chile.
- ESPINOZA, G. (2006). Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo/Centro de Estudios para el Desarrollo. Chile.
- FILIPPIN, C. (2005). Uso eficiente de la energía en edificios. Santa Rosa, La Pampa, Argentina: Amerindia.
- GONZALO, G. E. (2004). Manual de arquitectura bioclimática. Nobuko Sa, Editor.).
- NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N. y STEEMERS, K. (2001). Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces: Understanding the Human Parameter. *Solar Energy*, 70 (3), 227-235.
- PERICO-AGUDELO, D. (2009). El espacio público de la ciudad: una aproximación desde el estudio de sus características microclimáticas. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, 2 (4), 278-301.
- SERRA FLORENSA, R. y COCH ROURA, H. (1995). Arquitectura y energía natural. Barcelona: Edicions UPC - Universitat Politècnica de Catalunya.
- TORNERO, J.; PEREZ CUEVA, A. J. y GOMEZ LOPERA, F. (n.d.). Ciudad y confort ambiental: Estado de la cuestión y aportaciones recientes. In *Cuaderno de Geografía* N° 80.

## VI ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN. Resúmenes de los trabajos

MARY RUTH JIMÉNEZ

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

La Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción del IDEC, en su sexta cohorte, inicia su periodo académico en septiembre de 2012 y culmina su escolaridad en diciembre de 2013, con una oferta docente de 9 asignaturas obligatorias de tipo proyectuales, seminariales, instrumentales y de contexto. Las mismas apuntan a la formación avanzada y especializada de profesionales que se desempeñan en el sector productivo y muestran interés en la utilización de tecnologías innovadoras o no tradicionales en posibles soluciones constructivas con criterios de sostenibilidad.

Durante este periodo, 16 estudiantes cumplieron con los requerimientos necesarios para ser aceptados en el programa de postgrado y desarrollar así habilidades y destrezas necesarias en la interpretación, asimilación y aplicación de tecnologías constructivas innovadoras en técnicas de proyecto/ejecución.

Es importante resaltar que la razón fundamental de los constantes avances tecnológicos radica en la generación del bienestar humano a través de la búsqueda de mejores condiciones de vida. Estos avances están determinados por la gestión de la innovación, pues orienta no sólo la concepción de nuevos productos y procesos, sino también la adaptación, la mejora de tecnologías y la adopción de cambios en la cultura empresarial, por lo cual se puede establecer que la innovación promueve la producción permanente de cambios permitiendo aumentar la productividad, la competitividad de las empresas y la calidad de vida del hombre (COLCIENCIAS, 1998).

A lo largo de los tres periodos académicos de modalidad mixta (presencial y a distancia), se contó con un nutrido proceso de desarrollo de proyectos de aplicación. Los 13 estudiantes que finalizaron toda la escolaridad demostraron en sus proyectos soluciones eficientes, sostenibles e innovadoras para la resolución de problemas constructivos que afectan hoy por hoy nuestra sociedad nacional.

Enfocados en esta visión de desarrollo sostenible, los proyectos de la VI cohorte estuvieron orientados por conceptos básicos que forman una visión integral de la arquitectura en los tiempos modernos. Destacan entre esos conceptos: construir bien desde el principio, disminuir el consumo energético, y cero desperdicios, además de contribuir con mejoras en la habitabilidad de las edificaciones. En referencia a dichos proyectos podemos resaltar, en el área de desarrollo tecnológico, la aplicación de sistemas constructivos en acero, madera, morteros reforzados con fibras naturales, adobe estabilizado con fibra de coco y friso reforzado. En referencia al área de habitabilidad se distinguen proyectos relacionados con requerimientos de habitabilidad, reducción de consumo energético y sistemas de control solar. Otros proyectos abordan temas complementarios y teóricos como la rehabilitación de viviendas y el estudio y la aplicación de modelos integrados de información (BIM) para la construcción y la gestión de proyectos de arquitectura.

En la presentación que sigue del contenido de cada uno de los proyectos presentados se pone en evidencia el desarrollo de la VI Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción así como la respuesta académica de los estudiantes ante los problemas ambientales, urbanos y de construcción que constituyen factores de riesgo y vulnerabilidad demandantes de estrategias de desarrollo sustentable en Venezuela.



## SISTEMA ESTRUCTURAL IDEC-S3 PARA VIVIENDAS DE TRES PISOS

Karen Andreína Amato

Tutor: Ing. Antonio Güell

El estudio aquí planteado tiene como antecedente importante los resultados de la investigación desarrollada en el IDEC, del "Sistema Idec-Sidetur" para la construcción de viviendas unifamiliares de dos pisos. Su objetivo es desarrollar alternativas de producción de edificaciones de hasta tres pisos, tomando como base los productos de la Siderúrgica del Turbio SIDETUR.

Mediante evaluaciones a través de un programa computarizado de análisis estructural SAP (Structural Analysis Program), se busca generar un sistema estructural metálico que permita la realización de viviendas multifamiliares a través de unidades de producción en red mediante transferencia tecnológica.

Se estudiará un sistema estructural metálico, aperticado, conformado por columnas compuestas, vigas de perfiles simples abiertos, cerramientos y losas con materiales livianos y pesados existentes en el mercado nacional y una losa de fundación como cimiento.

Figura 1. Características IDEC-Sidetur.

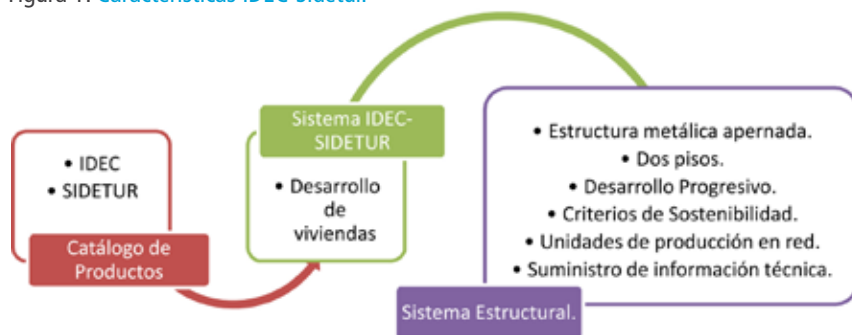


Figura 1: Características IDEC-SIDETUR. Elaboración propia.

Fuente: elaboración propia.

## APLICACIÓN DEL SISTEMA VICOCA COMO TÉCNICA CONSTRUCTIVA

### PARA CABAÑAS TURÍSTICAS

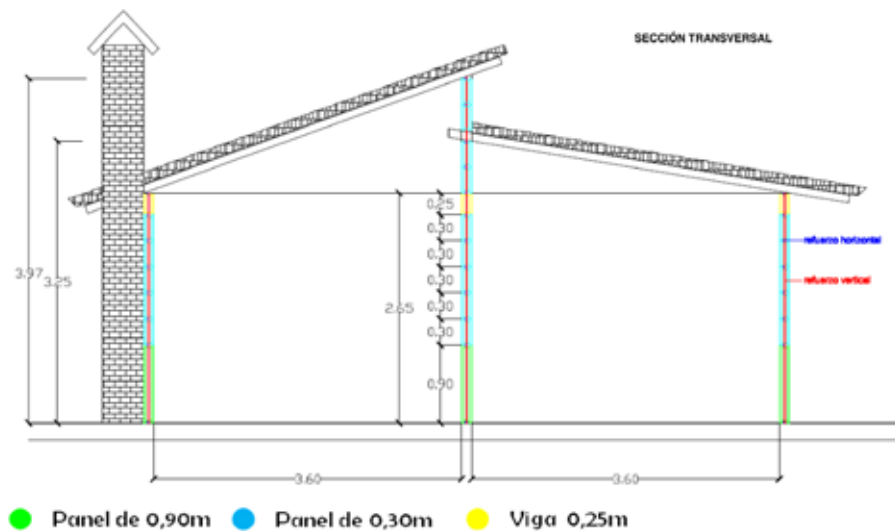
Luis G. Cañas

Tutor: Ing. Idalberto Águila

En este estudio se aborda la aplicación de una técnica constructiva no tradicional basada en el uso de componentes constructivos de concreto y poliestireno expandido de forma modular como paneles portantes, vigas y losas, propuesto para viviendas hasta dos niveles, con posible aplicación en edificaciones tipo cabañas turísticas, en un contexto de montaña, en Loma El Tejar, sector Mucunután, municipio Santos Marquina del estado Mérida.

Esta técnica constructiva no tradicional permite reducir el consumo energético favoreciendo el confort térmico y acústico con el uso interno del poliestireno expandido, partiendo del análisis de los diferentes componentes en cuanto a su coordinación modular y especial para adaptarlos a las medidas y requerimientos de las normas establecidas al caso de estudio, al mismo tiempo que se busca su

Figura 2. Propuesta, sección transversal



Fuente: elaboración propia.



posible modificación e incorporación de otros elementos constructivos al sistema, con el objeto de enriquecer la técnica y al mismo tiempo favorecer la innovación constructiva en el contexto planteado.

Figura 3. Componentes del módulo básico para un piso



Fuente: elaboración propia.

### VIVIENDA DE RÁPIDO MONTAJE A PARTIR DE ESTRUCTURAS TRANSFORMABLES

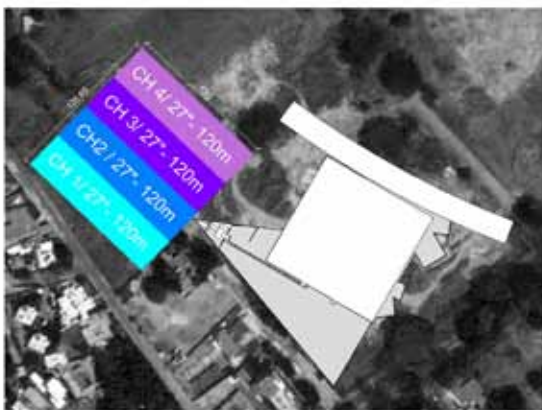
Ana Daniela Cárdenas

Tutor: Lic. Carlos H. Hernández

En la búsqueda de una respuesta a múltiples situaciones que exigen la necesidad de alojamiento después de un desastre natural, se plantea el estudio de un módulo prefabricado plegable, con capacidad para adaptarse a distintos terrenos, de fácil transporte, que se pueda montar rápidamente, por medio del uso de una tecnología de bajo costo, desarrollada en el país.

La investigación se enfoca en la configuración del módulo básico –que, a nivel espacial, responderá a los requerimientos mínimos de una vivienda formal– y la construcción de distintos tipos de vivienda a partir de la agrupación de distintos módulos.

Figura 4. Lucernarias de las fachadas este y oeste

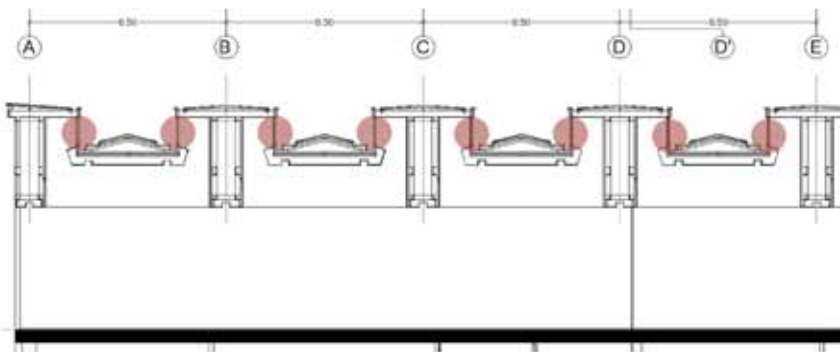


### REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS EQUIPOS DE A/A DEL MUSEO DE LA HISTORIA Y DE LA DIVERSIDAD CULTURAL DE VENEZUELA MEDIANTE EL USO DE ESTRATEGIAS PASIVAS DE CLIMATIZACIÓN

Reinaldo Ferraro P.

Tutor: Arq. Ernesto Lorenzo

En la actualidad se está construyendo en Maracay el Museo de la Historia y de la Diversidad cultural de Venezuela. Con este trabajo se pretende optimizar los sistemas de aire acondicionado del edificio mediante la aplicación de la técnica de los sistemas de refrescamiento pasivo por tubos enterrados con el objeto de reducir el consumo energético y las emisiones de CO2 a la atmósfera, logrando de esta manera la climatización de las instalaciones del Museo de manera más económica y sostenible.



Fuente: elaboración propia.



## PLAN DE INTERVENCIÓN SUSTENTABLE EN LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES CONSTRUIDAS ENTRE LOS AÑOS 1960 Y 1970 EN LA CIUDAD DE CARACAS

Fernando José Flores García

Tutor: Arq. Domingo Acosta / Arq. Beatriz Hernández

Con este plan de intervención se propone favorecer la rehabilitación de las edificaciones de viviendas multifamiliares que han pasado a formar parte del patrimonio construido de nuestras ciudades. El plan de rehabilitación que se propone se enfoca en la actualización de las instalaciones y equipos prologando su vida útil, mejorando las condiciones de habitabilidad, la promoción del uso racional de los recursos hídricos y energéticos y disminuyendo su vulnerabilidad frente a condiciones de emergencia. El objetivo final es la búsqueda de sostenibilidad de nuestras ciudades al rehabilitar y mantener adecuadamente esas edificaciones reduciendo de ese modo las demoliciones, cuyos desechos impactan negativamente el medio ambiente.

Figura 5. Codificación Entrevistados



Fuente: elaboración propia.

## APLICACIÓN DE ADOBE ESTABILIZADO CON FIBRA DE COCO Y FRISO REFORZADO EN VIVIENDAS DE BAJO COSTO EN EL POBLADO DE ALTAGRACIA, ESTADO NUEVA ESPARTA

Nathalie Herrera M.

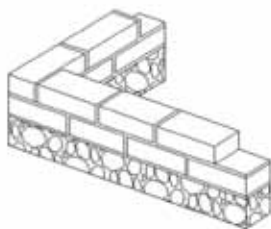
Tutor: Ing. Idalberto Águila

Se trata de proponer un proyecto de viviendas de interés social de una planta para el poblado de Altagracia, estado Nueva Esparta, utilizando la técnica constructiva del adobe estabilizado con fibra de coco y friso reforzado con malla de polipropileno en ambas caras, comprobando su resistencia a través de ensayos de materiales y componentes que tengan en cuenta el crecimiento progresivo de la vivienda.

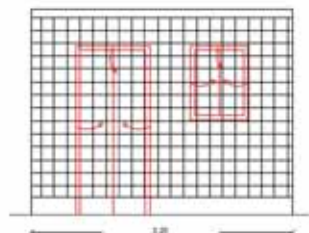


Aproximación de levantamiento de pared.

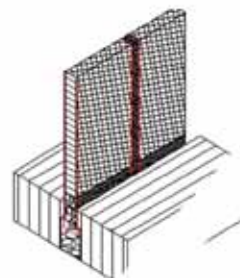
Figura 6. Aproximación y detalles



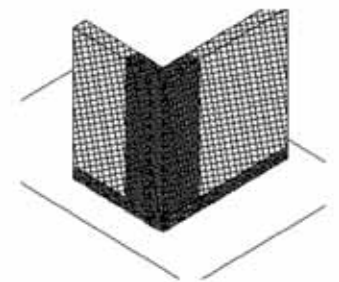
Detalle de trabas en esquinas.  
Fuente: Arq. Nathalie Herrera



Detalle de abertura con mallas de polipropileno.



Detalle de traslape con malla de polipropileno..



Detalle de traslape esquina con malla de polipropileno..

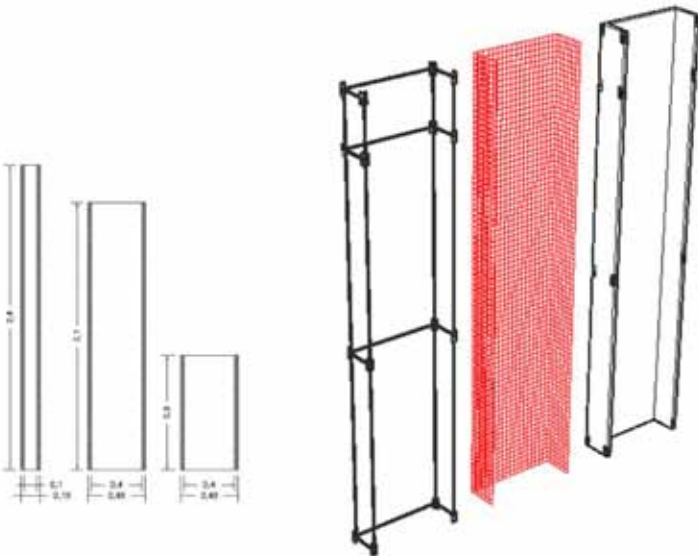


Figura 7. Esquema del Modelo BIM del SIEMA viv



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Altura de paneles según su uso especificado y perspectiva de panel principal.



Fuente: Arq. Solángel Mejías. Adaptación: Francisco Lara

## MODELOS INTEGRADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN (BIM) APLICADOS EN LOS PROCESOS DE DISEÑO Y PRODUCCIÓN DE EDIFICACIONES. CASO DE ESTUDIO: SIEMA-VIV

Gustavo E. Jiménez Aguilar

Tutor: Arq. Mary Ruth Jiménez

Estudio de los sistemas de trabajo BIM (Building Information Modeling) que permitan adaptar las tecnologías constructivas desarrolladas en el IDEC con el objetivo de optimizar sus procesos de diseño y producción de edificaciones tomando como caso de estudio el Sistema SIEMA-VIV.

## APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE MORTERO REFORZADO CON MALLAS DE POLIPROPILENO EN VIVIENDAS PROGRESIVAS

Francisco J. Lara

Tutor: Ing. Idalberto Águila

Se aborda en este trabajo la técnica del mortero reforzado con mallas de polipropileno, partiendo de la utilización del ferrocemento como técnica constructiva para cerramiento tipo panel que debido a su forma y configuración representan un cerramiento portante que permite obviar el uso de la estructura tradicional de viga columna. El objetivo es diseñar una vivienda progresiva garantizando condiciones de confort ambiental y sostenibilidad, incorporando a la técnica el diseño de instalaciones sanitarias y eléctricas.



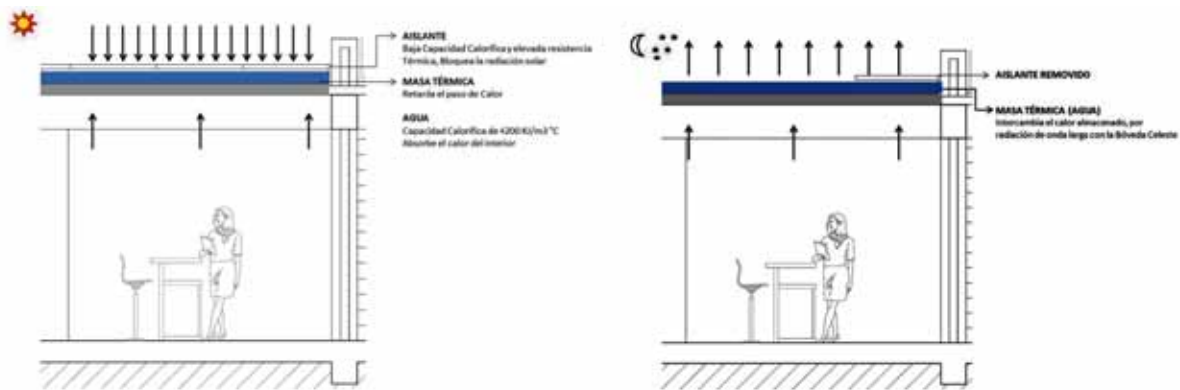
## ENFRIAMIENTO RADIANTE POR TECHO ESTANQUE EN CLIMA CÁLIDO-HÚMEDO. CASO DE ESTUDIO: LOCAL COMERCIAL BAR SÍ, LAS MERCEDES, CARACAS

Andys Piñate

Tutor: Arq. Ernesto Lorenzo / Ing. Luis Rosales

Este trabajo propone la aplicación del sistema pasivo radiante de un techo estanque en una edificación comercial en clima cálido-húmedo. El objetivo es el desarrollo de un prototipo experimental para aplicar el sistema en la edificación y analizar cada una de sus variables, ventajas, desventajas, factibilidad y costo.

Figura 7. Funcionamiento diurno y nocturno del sistema de enfriamiento radiante



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Corte transversal - Planta tipo / propuesta

## SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PASIVA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO. CASO DE ESTUDIO: EDIFICIO DE OFICINAS SEDE ÁGUILA DE CONATEL

Verónica Prado

Tutor: Ing. Luis Rosales / Arq. Ernesto Lorenzo

El trabajo tiene como finalidad implementar sistemas de climatización pasiva para reducir el consumo energético asociado a los equipos de aire acondicionado sin afectar el confort térmico ni la calidad de vida de los usuarios aplicado al edificio de oficinas Sede Águila de Conatel en la urbanización Las Mercedes de Caracas. Para ello se evaluará la factibilidad de las diferentes estrategias de diseño por medio de simulaciones virtuales y un análisis comparativo que permita verificar su efectividad y consumo energético.



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Edificio multifamiliar

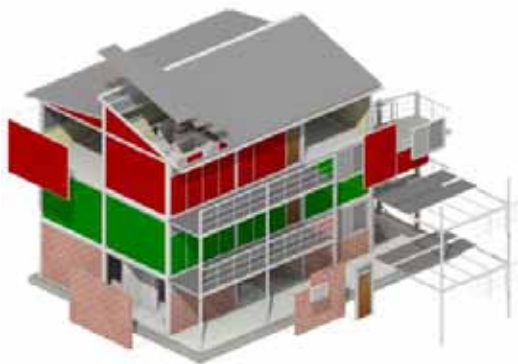
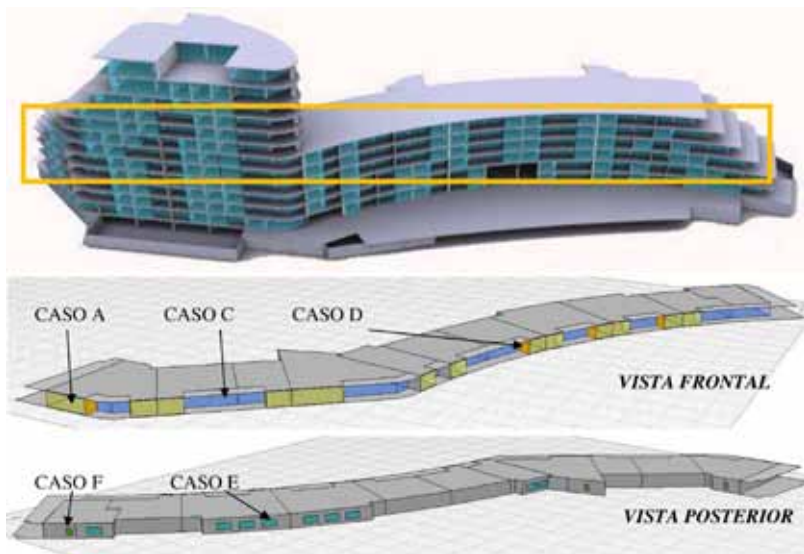


Figura 10. Edificio unifamiliar



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Tramo modelado del nivel tipo para análisis de ventanas solares



Fuente: elaboración propia.

## SISTEMA IDEC-S3 PARA VIVIENDAS DE TRES PISOS EN CONJUNTOS DE ALTA DENSIDAD Y BAJA ALTURA

Liliana Pueyo Acosta  
Ing. Arq. Alfredo Cilento

La producción de viviendas por el sector público tradicionalmente se ha enfocado en la construcción de viviendas unifamiliares de una y dos plantas en parcelamientos tradicionales y conjuntos de viviendas de cuatro o más pisos, con poca atención a los conceptos de condominios urbanos o "clusters urbanos" que sostienen la idea del "vecindario". Además, se han ignorado las potencialidades de las edificaciones de tres plantas para producir conjuntos de baja altura y densidades residenciales medias y altas. En términos de las solicitaciones sísmicas, las edificaciones de tres plantas tienen unas exigencias menores que aquellas de alturas mayores y tienen potencialidades de configuración poco exploradas. Este proyecto pretende justamente explorar las potencialidades del desarrollo de configuraciones de viviendas de tres plantas, unifamiliares y plurifamiliares, así como su arreglo en conjuntos tipo "clusters" para desarrollos de baja altura y densidades residenciales medias y altas.

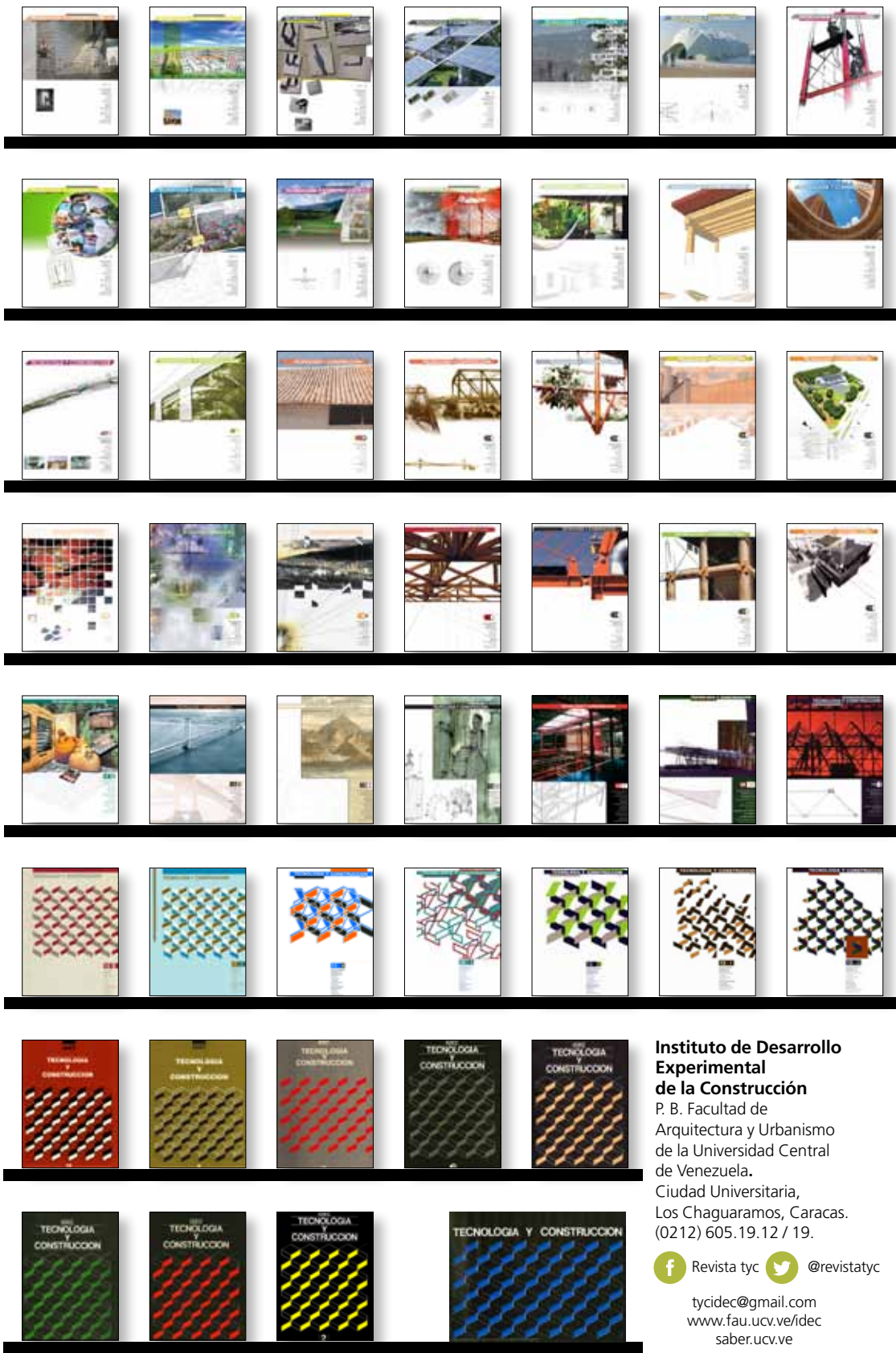
Para tales fines, se plantea el desarrollo del Sistema Constructivo IDEC-S3 de estructura metálica apernada en sus aspectos geométricos de diseño, bajo los conceptos de coordinación modular y dimensional; el desarrollo de los Subsistemas de Cerramientos, Cubiertas de Techo y Circulación Vertical, con criterios tomados de la "Agenda de Sostenibilidad de la Construcción ASC" (Acosta, A. y Cilento, A. 2005) y coordinado de forma conjunta con el desarrollo del "Sistema Estructural IDEC- S3 para viviendas de tres plantas".

## SISTEMA DE CONTROL SOLAR PARA LAS FACHADAS CON CERRAMIENTO DE VIDRIO DEL EDIFICIO MORRO DE LA MAR II, UBICADO EN PORLAMAR, ESTADO NUEVA ESPARTA

Mariagny Velásquez  
Ing. Luís Rosales

Esta investigación se plantea un sistema de control solar para la fachada sentido noroeste-oeste del edificio Morro de la Mar II, ubicado en el municipio Mariño, en Porlamar, estado Nueva Esparta. El objetivo del trabajo es dar una solución de control solar y establecer la relación gasto energético/gasto inicial de construcción, con el objetivo de justificar la colocación del sistema en las etapas iniciales de los proyectos arquitectónicos considerando las posibilidades de desarrollo local de la tecnología.

# TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN



REVISTA  
TECNOLOGÍA Y  
CONSTRUCCIÓN  
1985 | 2013

28  
AÑOS  
ININTERRUMPIDOS  
DIVULGANDO  
EL CONOCIMIENTO

**Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción**  
P. B. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela.

Ciudad Universitaria, Los Chaguaramos, Caracas.  
(0212) 605.19.12 / 19.

f Revista tyc    @revistatyc

tycide@gmail.com  
www.fau.ucv.ve/dec  
saber.ucv.ve





## CIUDAD Y ARQUITECTURA EN LAS ZONAS DE BARRIOS DE CARACAS

### Una convocatoria internacional a pensar y proponer soluciones con y para las comunidades populares

TEOLINDA BOLÍVAR / FLORINDA AMAYA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

Del 13 al 24 de abril del año 2009 tuvo lugar en Caracas, en la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva (EACRV) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), un taller internacional enmarcado dentro de la experiencia del proyecto Francia-Mercosur, con el objetivo principal de construir conocimiento integrado sobre las grandes metrópolis en América Latina y en Europa a través del intercambio teórico y práctico realizado con algunas universidades participantes en las ciudades escogidas<sup>1</sup>.

En el caso del Caracas Workshop 2009<sup>2</sup> se trabajó sobre el tema ciudad y arquitectura en las zonas de barrios de Caracas, tomando como punto de partida la modalidad de Experiencia Integral de Proyectos (EIP), en paralelo con ejercicios docentes del semestre académico enero-mayo 2009 de la EACRV, a partir de la invitación del profesor Marc Bourdier, de la Escuela Nacional Superior de Arquitectura (ENSA) París La Villette, quien desde el año 2006 organiza, conjuntamente con varias escuelas de arquitectura del sur de América Latina, talleres anuales en el marco del programa de cooperación Francia-Mercosur (Bourdier et al., 2010).

El taller de Caracas se fundamentó en estudios elaborados en parte por el Centro Ciudades de la Gente (CCG)<sup>3</sup> —también de la EACRV— así como sobre diversos trabajos realizados en Caracas por distintas oficinas de arquitectura. Para

- 1 En estas líneas se recoge la experiencia del Caracas Workshop 2009, presentada en *París 2012: Séminaire France & Mercosur*.
- 2 Se ha dado por llamar *workshop* a este formato de trabajo que se ha hecho muy popular para establecer relaciones entre los alumnos de diferentes escuelas de arquitectura a nivel mundial. Consiste en reunir estudiantes de diferente procedencia —con formaciones disímiles, y muy posiblemente de distintas lenguas— para trabajar en grupos integrados sobre situaciones reales y particulares, en contextos geográficos y culturales que les resulten extraños, y obligados a producir una propuesta en un lapso bastante limitado de tiempo (de una semana a quince días).
- 3 El CCG es un centro de investigación dedicado al tema de los barrios autoproducidos, creado en el año 2004 a partir del grupo de investigación “La producción de los Barrios Urbanos” del Sector de Estudios Urbanos de la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela: <http://centrociudadesdelagente.blogspot.com>.



## CIUDAD Y ARQUITECTURA EN LAS ZONAS DE BARRIOS DE CARACAS

organizar y desarrollar el evento se conformó un equipo de profesores y estudiantes de la EACRV que aprovechó la experiencia del CCG<sup>4</sup>.

### EL URBANISMO Y LA ARQUITECTURA EN LAS ZONAS DE BARRIOS DE CARACAS

Caracas es la capital de la República Bolivariana de Venezuela, así como el principal centro administrativo, político, financiero, cultural y comercial del país. Se encuentra localizada en la zona centro-norte costera del país, a unos 15 kilómetros de las costas del mar Caribe, en medio de un valle estrecho y montañoso, a una altitud promedio de 900 metros sobre el nivel mar. Se caracteriza por ser una ciudad fragmentada a consecuencia de la exigente geografía y por los atropellados procesos de crecimiento y transformación vividos a lo largo del siglo XX.

Desde el punto de vista de la estructura espacial está constituida por una diversidad de espacios físicos segregados que la forman y la caracterizan. Así observamos cómo conviven modelos diferenciados de producción de ciudad: los sectores tradicionales, muy modificados; la ciudad planificada moderna, compuesta por las llamadas *urbanizaciones* y los sectores autoproducidos, comúnmente conocidos como *zonas de barrios de ranchos*, o simplemente *barrios*.

Según estimaciones (Bolívar/Pedrazini, 2008), en el caso del área metropolitana de Caracas para el año 2006 los barrios albergaban 56,26% de la población, que de acuerdo a las proyecciones sobre el Censo de 2001 alcanzaba a 2.876.858 habitantes en los cinco municipios que conforman la llamada Área Metropolitana Interna de la ciudad de Caracas (Delgado, 2011). Esta cifra nos ilustra como los barrios de ranchos son una realidad propia e ineludible de la ciudad capital (Rosas, 2011, p. 99). En estas zonas la producción de viviendas es el resultado de procesos, prácticas y saberes desarrollados por la población de escasos recursos para construir su hábitat y satisfacer sus necesidades básicas, dando como resultado una respuesta urbana y arquitectónica propia, que escapa muchas veces a la lógica y a los códigos culturales existentes en la ciudad planificada (Rosas, 2004).

Esta *ciudad-barrio*, definida por Teolinda Bolívar como “una parte o fragmento indisociable de la metrópoli capital venezolana cuya superficie hace pensar en dimensiones de ciudades medianas y pequeñas” (Bolívar, 1998), muestra –a

---

4 El equipo coordinador estuvo integrado por los profesores Teolinda Bolívar, Florinda Amaya, Alfredo Mariño, el arquitecto Emiliano Zapata y los estudiantes Adriana Camacaro, Jesús Díaz, Nayarit Colmenares, María José Guerra y Francis Campanella.



partir de procesos a la vez individuales y colectivos— una manera distinta de producir ciudad de quienes poseen menos recursos y cuentan casi únicamente con sus propias voluntades e iniciativas. Los barrios representan un modo de urbanización particular, original, cuya erradicación ya no resulta factible ni aconsejable como solución de los problemas urbanos. De ahí que el análisis de su importancia como fenómeno característico de las ciudades venezolanas haga recomendable su habilitación física y su integración al resto de la ciudad.

La *ciudad-barrio* y su relación con la práctica de la arquitectura es el objeto de estudio que nos planteamos abordar durante el Caracas Workshop 2009, de allí la identificación del tema: *Ciudad y arquitectura en las zonas de barrios de Caracas*. Dentro del marco del proyecto Francia-Mercosur fijamos dos objetivos principales para el desarrollo de la experiencia: en primer término, construir un conocimiento integrado y un intercambio teórico-práctico sobre las ciudades latinoamericanas, en el caso particular de Caracas, a través de la cooperación con las universidades participantes; en segundo término, abordar la metodología del taller integral de proyecto como una experiencia colectiva que incorpore los diferentes agentes sociales que condicionan y producen las zonas de barrios autoproducidas.

Partimos de la premisa de que gran parte de la problemática que enfrenta hoy la ciudad venezolana tiene que ver con un desfase entre la complejidad de los problemas y aspiraciones de los habitantes del barrio contra la estructura y puntos de vista limitados de las instituciones y las políticas de vivienda en Venezuela (Bolívar y Barrios, 2009, p. 63), así como la visión preconcebida que los profesionales técnicos, en especial los arquitectos, tienen sobre estos temas. Consideramos que se hace inaplazable una renovación de la forma de analizar y sistematizar los procesos vividos en las comunidades de barrios (Amaya, 2011) y las estrategias para mejorar las condiciones materiales del hábitat en que se encuentra gran parte de la población de las ciudades venezolanas. Por esta razón el Caracas Workshop 2009 se propuso como un laboratorio para reflexionar e innovar sobre el tema.

## EL ENFOQUE: LA EXPERIENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS (EIP)

La forma de trabajo propuesta fue la de talleres bajo la modalidad de experiencias multidisciplinares y colectivas de proyecto, lo que representó una oportunidad para lograr la confluencia de miradas tanto desde la academia como desde las comunidades de habitantes en los lugares objeto de estudio, incorporando también a funcionarios públicos relacionados con la gestión urbana.

Tratamos de establecer un frente común de trabajo que incluyera todos los agentes sociales involucrados para lograr un acercamiento fresco, sin pre-conceptos, que permitiera aprovechar la experiencia y el conocimiento generado desde hace varios años en la FAU-UCV sobre la realidad de los barrios caraqueños para, desde ese espacio, abrirse al conocimiento, a la comprensión y a la reflexión sobre esa *ciudad-barrio* que en la mayoría de los casos ha sido construida sin presencia de los arquitectos.



Como soporte al taller se organizaron diversas vías para la recopilación de información y producción de conocimiento sobre el tema y los casos de estudios abordados. Se compiló material documental, bibliográfico y planimétrico, el cual fue expuesto en un blog ([ccsworkshop2009.blogspot.com](http://ccsworkshop2009.blogspot.com)) creado especialmente para el taller. Además de la información sobre cada uno de los casos trabajados, se realizó un programa de conferencias que apoyó la conceptualización teórica e histórica del abordaje esperado.

El trabajo en sitio y la participación de todos los actores involucrados fueron fuentes fundamentales de información y producción de conocimiento. La dinámica y forma de trabajo fueron establecidas libremente por los equipos en cada caso de estudio. Así mismo se propuso incorporar el Caracas Workshop 2009 a cursos regulares de la EACRV, de manera que se desarrollaran líneas de trabajo con ese objetivo a partir del taller realizado.

## EL PROGRAMA Y LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

A lo largo de las dos semanas de trabajo, del 13 al 24 de abril, las actividades se organizaron en: 1) conferencias que apoyaron la contextualización teórica e histórica del tema; 2) recorridos de las zonas de barrios a estudiar, lo cual incluyó encuentros con sus habitantes y otros agentes locales; 3) sesiones de trabajo de los equipos en el Taller Galia de la FAU y en los barrios; 4) mesas de trabajo de los docentes participantes e invitados. Al término de cada semana los equipos expusieron públicamente los resultados con objeto de generar el intercambio de experiencias.

## CASOS TRABAJADOS

La selección de los casos y lugares a trabajar fue propuesta por los coordinadores del evento y respondió a criterios derivados de múltiples determinantes, tomando en cuenta las sugerencias del equipo coordinador del Programa Francia-Mercosur. Se debía contar con material planimétrico y documental de los sitios, escoger zonas de barrios emplazados según diferentes condiciones geográficas y urbanas, que representaran procesos de consolidación urbana y social diversos; y, algo fundamental, barrios donde las comunidades estuvieran dispuestas a integrarse a la experiencia y sirvieran de anfitriones para los participantes.

Otra novedad consistió en escoger como áreas de trabajo barrios autoproducidos, en diversos estadios de desarrollo y en diferentes ubicaciones en la metrópoli capitalina (áreas centrales, periféricas y en el litoral central)<sup>5</sup>.

Así mismo, se acordó –como una premisa– que los equipos de estudiantes y profesores trabajaran en cada uno de los terrenos seleccionados con las personas que viven y construyen constantemente su hábitat, porque consideramos

Foto 1. Sesiones de trabajo en el Taller Galia, Facultad de Arquitectura y Urbanismo-UCV. Caracas, 15 de abril, 2009.



Foto: Ignacio Marcano.

5 Sobre el particular remitimos al texto: *Ciudad y arquitectura en las zonas de barrios de Caracas. Una convocatoria internacional para pensar y proponer soluciones con y para las comunidades populares* (Bolívar y Barrios, 2009).

que estar en contacto con la gente, dialogar con ellos y observar sus formas de defenderse con los pocos ingresos que cuentan para vivir (o muchas veces apenas sobrevivir), cómo se comunican entre sí –en el barrio y con las otras partes de la ciudad–, dónde trabajan, dónde están las escuelas a las que van sus hijos, las áreas de esparcimiento o los centros asistenciales que frecuentan, los lugares de culto, etc. son vivencias que ayudan a comprender y valorar ese mundo ajeno a nuestra vida cotidiana a la vez que el hecho de ir hacia ellos, de interesarnos por su devenir, es una forma de expresar nuestra solidaridad. La decisión de compartir con ellos, de acompañarlos para encontrar juntos soluciones a problemas de su medio de vida generalmente colmado de urgencias, resultó clave en nuestro compartir y por supuesto para la posibilidad de lograr aportes más adecuados a sus necesidades y manera de vivir.

Sobre el significado de compartir con los sectores populares estamos convencidos, por experiencia propia, que vivir esas situaciones no sólo nos permite hacer propuestas más adecuadas, también ayuda a cambiar nuestra vida, como señala Casaldáliga: la experiencia se convierte en “*un sacramento de conversión*” (1988, p. 17).

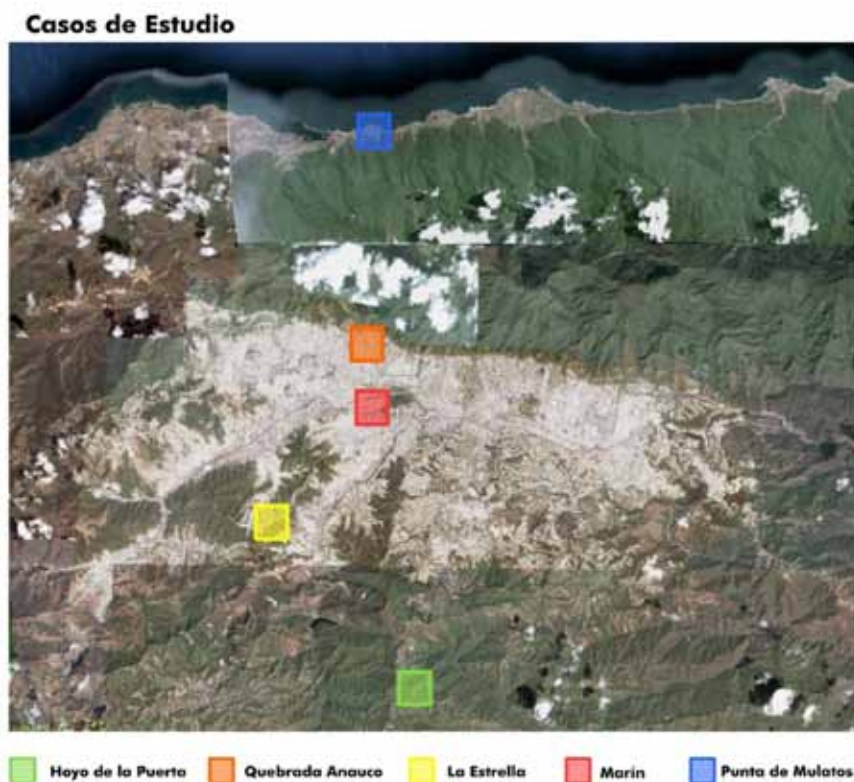
Resulta también esencial destacar que en el caso del Workshop realizado, los estudiantes participaban por propia decisión. Además, iban en grupos a los que se habían incorporado los estudiantes que venían de París ansiosos de poner los pies en esos barrios y trabajar en ellos. Estamos conscientes de que

esos territorios son partes más inseguras que el resto de la ciudad, lugares donde es aún frecuente la violencia, sin embargo podemos decir, que estamos muy contentos con la experiencia, vencimos el miedo y logramos trabajar en equipos sin ningún contratiempo. Por supuesto que tomamos precauciones, entre éstas asegurarnos de que la gente del barrio nos acompañara, integrándose a la experiencia y brindando con ello mayor protección.

Los equipos cumplían sus jornadas de trabajo. El programa permitió combinar las vivencias y observaciones de la vida en un barrio con las reflexiones y exposiciones a las que era necesario también atender. Todo en un ambiente de interés científico y humano en el que todos estábamos abiertos para recibir y todos aportábamos, la inteligencia se enriquecía en permanencia.

Las soluciones a los problemas que se viven en los barrios aparecían con gran sencillez, así mismo se revelaban las bellezas escondidas detrás de las paredes de una casa o muy lejos al fondo de una de esas escaleras combinadas con veredas, de ese laberinto que se ha creado no

Figura 1. Ubicación de los casos de estudio en la Región Metropolitana de Caracas. Elaboración propia.





sabemos cómo, posiblemente por el hecho de prevalecer la solución a las urgencias o necesidades individuales que no se inscriben en una propuesta colectiva.

En atención a esos criterios fueron escogidos cinco sectores representativos de la diversidad de los barrios caraqueños, reunidos en tres grupos: barrios en colinas, nuevos y antiguos: el Barrio La Estrella Bolivariana y el Barrio Hoyo de la Puerta; barrios marítimos: el Barrio Punta de Mulatos; barrios centrales: el Barrio Marín y el Barrio Quebrada Anauco.

## BARRIO LA ESTRELLA BOLIVARIANA: UN BARRIO SUSTENTABLE EN LA CIUDAD

*La Estrella Bolivariana*, con apenas 10 años de existencia, es un barrio nuevo en proceso de formación, ubicado en la periferia interna del Área Metropolitana de Caracas, localizado sobre unas colinas entre los sectores La Vega y Coche, al sur oeste de la ciudad. Este asentamiento representa una extraordinaria oportunidad para constatar la vigencia de los procesos iniciales en la autoproducción de los barrios urbanos de Caracas, en contraste con la mayoría de los barrios caraqueños cuya data de origen es mayor de cuarenta años, llegando en algunos casos a noventa años de antigüedad (Fundacomún/OCEI, 1993).

El hecho de que este espacio, vecino de barrios más antiguos, no hubiera sido ocupado, estuvo condicionado por la presunción de riesgo derivada de la presencia de un gasoducto en la zona, y por una accesibilidad comprometida desde las centralidades urbanas. Sin embargo estas restricciones fueron dejadas de lado por los nuevos pobladores de la zona, aupados por un discurso político favorable a la ocupación de terrenos aún libres dentro de la poligonal urbana. Su población para 2009, aproximadamente 500 habitantes, está constituida por jóvenes parejas con hijos menores, procedentes de diversos sectores de la zona metropolitana y de áreas agrícolas lejanas a la ciudad capital. Estas particularidades se traducen en la presencia de actividades agrícolas en un contexto citadino, la coexistencia de formas constructivas y de ocupación territorial ligada tanto al medio rural como al urbano, así como una fuerte cohesión social y comunitaria enlazada a la existencia de un proyecto compartido. En el proceso de desarrollo del barrio ha sido significativo el acompañamiento de grupos universitarios, de organizaciones no gubernamentales y de la Iglesia<sup>6</sup>.

Foto 2. Vista del Barrio La Estrella Bolivariana, La Vega. Foto: Ignacio Marcano



Foto 3. Equipo del taller en el Barrio La Estrella Bolivariana, La Vega. Foto: equipo La Estrella.



<sup>6</sup> En esta zona de barrios ha sido significativa la presencia de varias ONG vinculadas a la educación como es el caso de *Fe y Alegría*, y se ha desarrollado un acompañamiento social constante como actividad de extensión de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), institución educativa vinculada a la Compañía de Jesús.



La aproximación del equipo fue muy cautelosa y respetuosa de los procesos en marcha<sup>7</sup>. La estrategia de análisis estuvo ligada a poner en evidencia las potencialidades inherentes a este proceso de ocupación reciente, a partir de las cuales minimizar la huella ecológica del novel asentamiento, conservando y manteniendo las actividades productivas primarias. La adopción de formas de representación gráfica y tridimensional para establecer un proceso de intercambio dialógico y una propuesta compartida es quizás uno de los principales aportes de esta experiencia.

### **BARRIO HOYO DE LA PUERTA: ENTRE LO URBANO Y LO RURAL**

Hoyo de la Puerta es un sector de la periferia de la Caracas situado en las inmediaciones de la autopista Regional del Centro, uno de los corredores viales más importantes de acceso a la ciudad. Es un barrio localizado sobre laderas montañosas, situado dentro de la Zona Protectora, un anillo verde creado en 1972 por el Ejecutivo Nacional para limitar el crecimiento del Área Metropolitana de Caracas y preservar los límites naturales establecidos por la geografía. El proceso de ocupación se inició en los años cuarenta del siglo XX. El área está conformada por 4 sectores: Manantial, Boquerón-Laurel, Las Lomas A y Balgrés, que se encuentran separados por el paso de la autopista Regional del Centro.

La zona se caracteriza por la localización de viviendas disgregadas en las laderas de las montañas, asociadas a sistemas morfológicos ramificados, conectadas por calles y veredas que parten desde la autopista y la carretera que conduce a la Cortada del Guayabo.

Los principales problemas detectados fueron los siguientes: 1) la desconexión vehicular y peatonal entre los sectores, en primer lugar por el paso de la autopista y en segundo término por lo dispersa que ha sido la ocupación del territorio; 2) la incertidumbre ante la amenaza del desalojo; 3) la falta de espacios comunes de encuentro, y 4) la deficiencia de equipamientos públicos y centros de servicios aunada a la falta de articulación de los ya existentes.

En conjunto, estudiantes y profesores, miembros de la comunidad de Hoyo de la Puerta y representantes de la gobernación del estado Miranda<sup>8</sup> unieron sus esfuerzos para estudiar, evaluar y proponer soluciones factibles y viables para el conjunto de problemas planteados por esta comunidad. Las propuestas se orga-

Foto 4. Vista del barrio Hoyo de la Puerta. Foto: Luis Mejía



7 **Equipo** barrio La Estrella Bolivariana: Estudiantes: Zoraida Parra (EACRV-FAU-UCV), Alexandra Tytgat (ENSA-Paris-La Villette), Cyrielle Benaim (ENSA-Paris-La Villette), Cruz Criollo (Arquitectura-USB), Dayana Escaño (Arquitectura-UBV); Profesor Ignacio Marciano (EACRV-FAU-UCV); Pasante: Nayarit Colmenares (EACRV-FAU-UCV); Miembros de la comunidad.

8 **Equipo** Hoyo de la Puerta: Estudiantes: Daniela Hernández (EACRV-FAU-UCV), María José Guerra (EACRV-FAU-UCV), François Gleyze (ENSA-Paris-La Villette), Pauline Syrot (ENSA-Paris-La Villette), Echentive Hernández (Arquitectura-UBV), Cleidy Chacón (Arquitectura-USB); Profesor Luis Mejía (EACRV-FAU-UCV); Pasante: María José Guerra (EACRV-FAU-UCV); Miembros de la comunidad.





nizaron a partir de dos ideas: en primer término, proponer acciones para lograr la habilitación del sector Hoyo de la Puerta (escala local), y en segundo término, debido a su condición de zona protectora de Caracas, localizar actividades recreacionales que sirvan de resguardo al medio ambiente (escala metropolitana).

En la escala local se propuso la ubicación de equipamientos, tales como escuelas, centros comunales, comercios, en cada uno de los sectores que conforman el barrio, a partir de los cuales se articularían las vías vehiculares y peatonales de conexión. En relación al problema que representa el cruce a pie de la autopista se propusieron diferentes acciones: la construc-

ción de pasarelas aéreas peatonales sobre la autopista, revitalizar el borde de la autopista con la localización de nodos de actividades que incluyeran espacios públicos, comercios, paradas de transporte público, etc. que ayudaran a relacionar los sectores separados. Se sugirió elaborar un plan de zonificación del área para organizar la ocupación del suelo y la densidad, tomando en cuenta las áreas de riesgo existentes. Las zonas más cercanas a la autopista tendrían mayor densidad, mientras que las áreas sobre las laderas tendrían mayor área de parcela con menor densidad, para favorecer su carácter rural. Finalmente se propuso intervenir la cima de la montaña para definir el límite de Hoyo de la Puerta. Los usos propuestos serían un parque lineal, casa para niños, una cancha deportiva, merenderos y miradores de manera que estas instalaciones fuesen utilizadas tanto por la comunidad local como por la población de Caracas.

### BARRIO PUNTA DE MULATOS: UN PUEBLO DE MONTAÑA CON VISTA AL MAR

Punta de Mulatos es una zona urbana ubicada en el litoral central, frente al mar Caribe, a 45 minutos de Caracas. Es un barrio con arraigo social y cultural, cuyo origen remonta a la década de los años cuarenta del siglo XX. Esta zona comprende los sectores Guanape y Punta de Mulatos, localizados sobre la ladera norte de la serranía de El Ávila, en la salida al mar de la cuenca de la quebrada Guanape. Ambos sectores abarcan una extensión de 57has y albergan una población cercana a los 9.000 habitantes (datos de 2009). Son asentamientos urbanos autoproducidos, medianamente densificados, cuya localización geográ-

Figura 2

Propuesta para el barrio Hoyo de la Puerta. Elaboración: equipo de trabajo.

### Propuesta Escala Metropolitana y Local

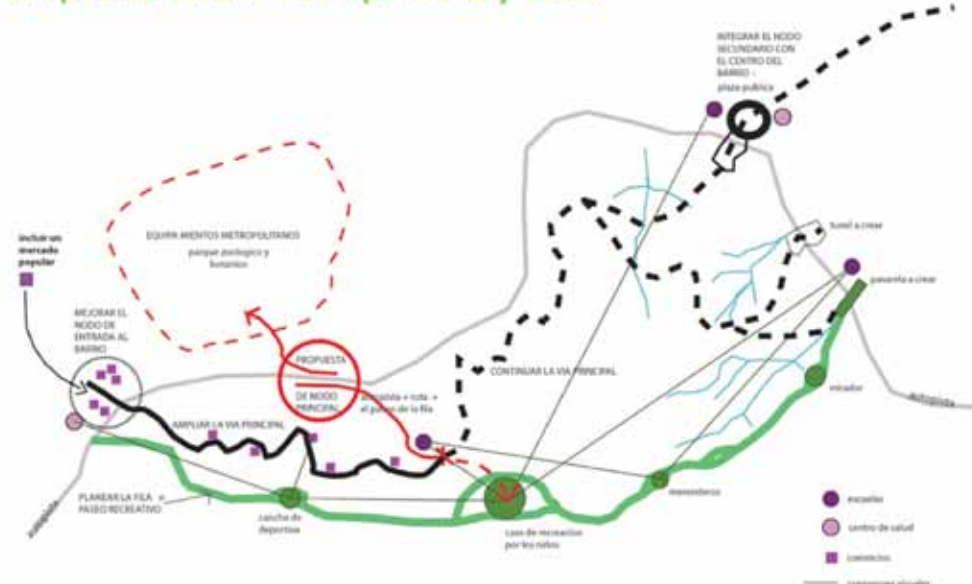


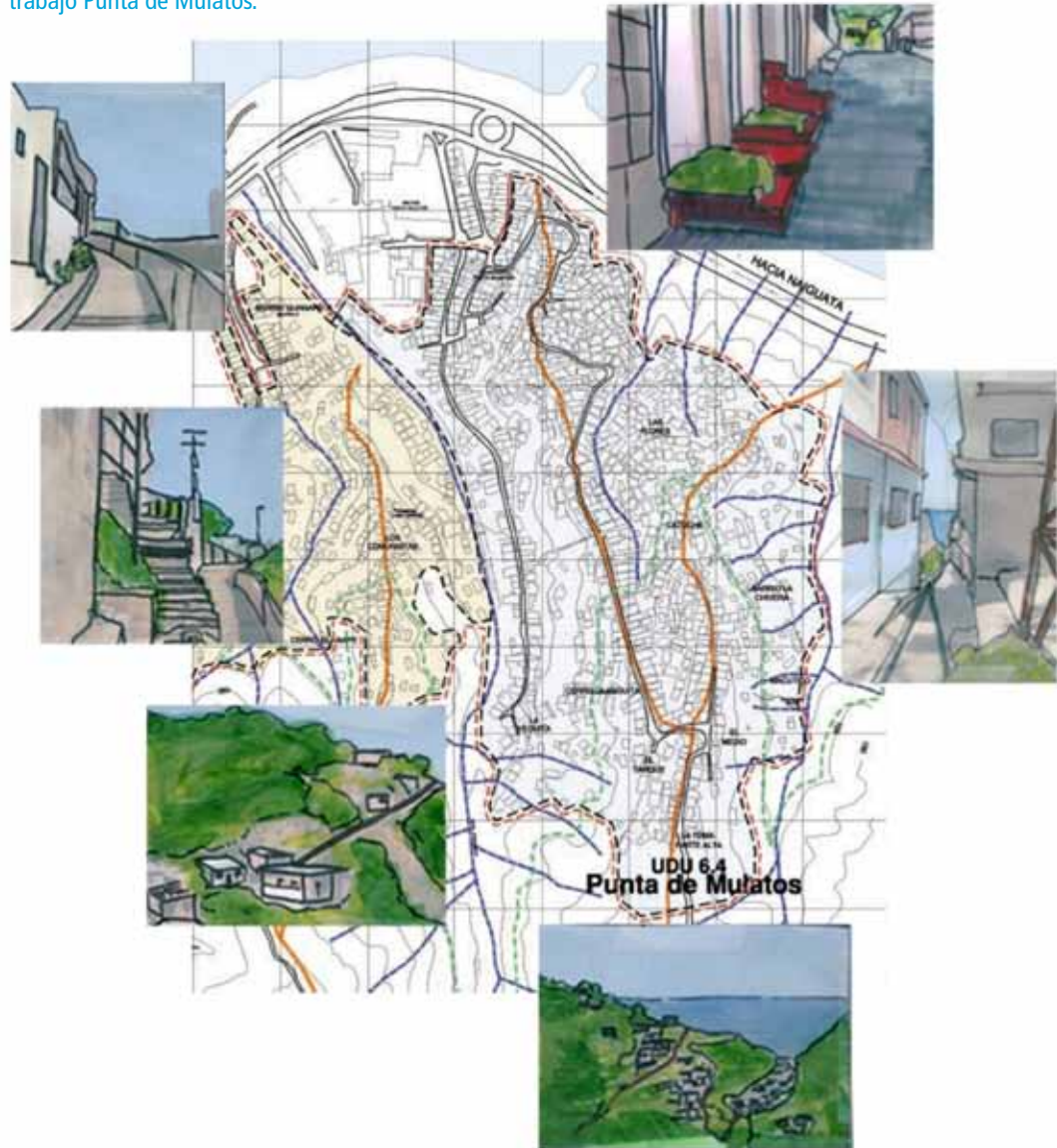
Foto 5. Vista del barrio Punta de Mulatos, La Guaira. Foto: Florinda Amaya



fica es privilegiada debido al clima y las visuales.

Estos barrios fueron catastróficamente afectados por el deslave generado por las fuertes lluvias acaecidas en diciembre de 1999 en todo ese litoral. A partir de entonces se ha dado un proceso de transformación y recuperación que consideramos necesario estudiar. El equipo de taller<sup>9</sup> se planteó como objetivo observar y comprender la realidad que caracteriza a este barrio desde la mirada de sus habitantes, en sus diferentes aspectos: espacial, social y cultural para

Figura 3. Proceso de trabajo. Elaboración: equipo de trabajo Punta de Mulatos.



9 Equipo Punta de Mulatos: Estudiantes: María Eugenia Rivillo (EACRV-FAU-UCV), Wilder Campos (Arquitectura-USB), Aimie Hoffstetter (ENSA-Paris-La Villette), Thomas Renaud (ENSA-Paris-La Villette), Lina Jouis (ENSA-Paris-La Villette); Profesores: Florinda Amaya (EACRV-FAU-UCV), Roberto Castillo (EACRV-FAU-UCV), Joao De Freitas (EACRV-FAU-UCV); Pasante Adriana Camacaro (EACRV-FAU-UCV); Miembros de la comunidad.



–a partir de esta mirada– generar propuestas.

El grupo de trabajo detectó tanto aspectos positivos como condiciones problemáticas. Las bondades y las potencialidades que se descubrieron remiten al emplazamiento en la montaña y su relación visual con el mar; al patrimonio de su arquitectura, a la vegetación y su cultura, así como a la calidad de los espacios de encuentro. Los problemas detectados están referidos a las limitaciones para la ocupación y densificación del barrio debido a las restricciones impuestas por las altas pendientes de los terrenos, a la presencia de sectores derrumbados debido a la verticalidad de los taludes, a la presencia de zonas de inundación y a la inexistencia y/o deficiencia de los equipamientos urbanos y redes de infraestructuras.

Como resultado del taller se generaron las siguientes propuestas:

- Convertir los bordes del curso de la quebrada Guanape en un parque ecológico de protección ambiental donde se localizarán actividades recreativas y de encuentro con pasarelas de conexión entre los sectores aislados.
- Reconstruir un sistema de escaleras y veredas que en los momentos de peligro permitan evacuar rápidamente a la población hacia un refugio.
- Establecer espacios adecuados para la clasificación y disposición de los desechos sólidos.
- El aprovechamiento de un terreno donde se encontraban las ruinas de una casa destruida durante el deslave de 1999, para la localización de un espacio cultural.

Como reflexiones finales el equipo expuso que el intercambio con la comunidad resultó de gran aprendizaje, los ayudó a entender los procesos y tiempos que se dan en la vida de un barrio, la riqueza espacial de su estructura física y el patrimonio cultural expresado en su hábitat, así como propició igualmente la reflexión sobre el papel que deben asumir los arquitectos en la búsqueda de soluciones creativas que se adapten y mejoren la realidad de estas comunidades.

## BARRIO MARÍN. VIVIR EN MARÍN

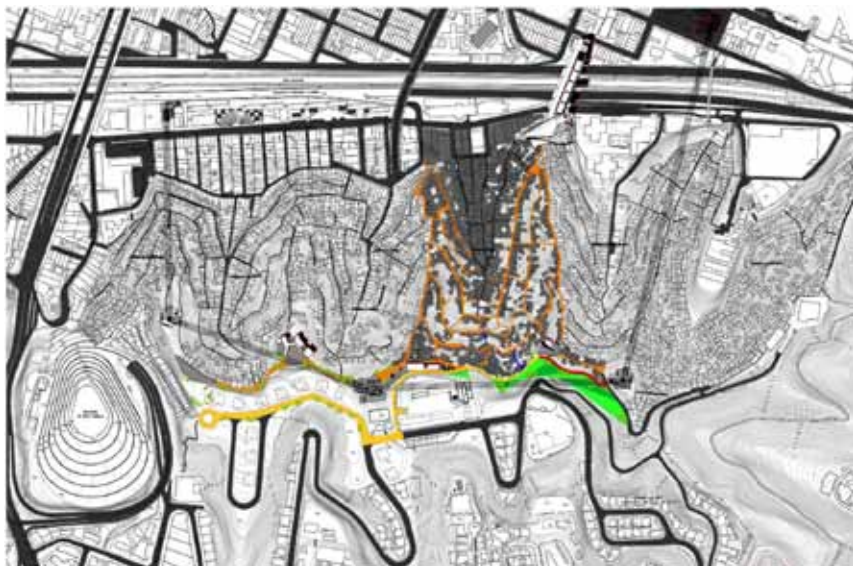
En esta zona, localizada en una parte céntrica y densificada de Caracas, se agrupan varios barrios de viviendas autoproducidas. La zona de estudio está conformada por los barrios La Charneca, Hornos de Cal, La Ceiba y El Manguito. Su historia se remonta a principios de los años treinta del siglo XX, cuando se construye San Agustín del Sur, una de las primeras urbanizaciones de vivienda para la clase obrera financiada por el Estado venezolano. Este urbanismo propició la ocupación espontánea de los terrenos aledaños. A partir de la década siguiente la población, sin recursos económicos suficientes para adquirir una vivienda en el mercado formal, ocupa las laderas de las colinas vecinas con viviendas hechas por ellos mismos en un largo proceso que abarcará varias décadas. Uno de los barrios más emblemáticos de esta zona es Marín, entre otras cosas por el arrai-

Foto 6. Vista del barrio Marín. Foto: María Elena Hernández





Figura 4. Propuesta para el barrio Marín. Elaboración: equipo de trabajo



go de sus habitantes, venidos principalmente de Barlovento (una zona cacaotera en el centro-norte de Venezuela, de reconocida cultura afro-americana): la música, el baile, y en particular la técnica de tocar el tambor, han sido expresiones populares propias de este barrio.

El equipo<sup>10</sup> se planteó investigar sobre el impacto y las transformaciones que se generaron en el barrio a partir de la construcción del sistema Metrocable, sistema de teleférico urbano ejecutado por el Estado venezolano en el año 2005. Este nuevo sistema de transporte público conecta la estación Parque Central del sistema Metro de Caracas con la parte alta del barrio, mediante la localización de varias estaciones (Hornos de Cal, La Ceiba y El Manguito). A pesar de que el Metrocable facilitó la accesibilidad a las partes altas de la zona, no siem-

pre enlaza armónicamente con las escaleras y veredas preexistentes, por lo que quedan sectores y sitios importantes del barrio desarticulados del nuevo sistema de movilización intermodal propuesto. En tal sentido, la propuesta se basó en identificar y reforzar una nueva red de espacios públicos a partir de las estaciones existentes del Metrocable, para así facilitar la conexión con los sectores desarticulados y enlazar con los lugares emblemáticos del barrio.

Las estrategias utilizadas partieron de reconocer el modo de vida en Marín. Se buscó saber de su historia y sus procesos de consolidación como estructura física, a través de la observación y comprensión del día a día de sus habitantes. También se planteó que los actores fueran los estudiantes y los habitantes del barrio, mientras que los profesores actuaban como mediadores de los procesos de comunicación. Finalmente se desarrolló un conjunto de propuestas tales como: la construcción de tres sistemas peatonales en conexiones este-oeste; la creación de nuevos espacios públicos y equipamientos urbanos tales como la plaza-museo de la salsa, la redoma plaza, la escuela de iniciación musical, además de incorporar iniciativas previas como el salsódromo y la escuela superior de música. La experiencia vivida llevó a entender que estos espacios debían responder a la manera de vivir de los habitantes de Marín y no a ideas preconcebidas acerca de lo que deben ser los espacios públicos.

10 Equipo Barrio Marín: Estudiantes: Maryangela Sifontes (EACRV-FAU-UCV); Joel Valencia (EACRV-FAU-UCV); Gilberto Contreras (EACRV-FAU-UCV); María Ibañez Alonso (ENSA-Paris-La Villette); Inés López (Escuela de Sociología-FACES-UCV); Oriana de Lucía (USB). Profesores: María Elena Hernández (EACRV-FAU-UCV); Alfredo Mariño (EACRV-FAU-UCV). Locales: docentes y miembros de la sociedad de padres del Colegio Don Pedro, de Fe y Alegría, ubicado en la fila del Barrio Marín.

## BARRIO QUEBRADA ANAUCO: POR UN BARRIO MÁS SEGURO INTEGRADO A LA CIUDAD

El Barrio Quebrada Anauco está situado al norte de Caracas en medio de una zona residencial y de servicios cercana al centro histórico. Su origen se remonta a la década de los años cuarenta del siglo XX, cuando se inicia un proceso de ocupación de viviendas autoproducidas en las márgenes de la quebrada Arauco, a lo largo de su recorrido desde la montaña El Ávila hasta el río Guaire. La morfología urbana y social de este sector está definida, entre otros aspectos, por su condición de franja totalmente ocupada en su territorio sobre el borde del cauce de la quebrada, el crecimiento vertical masificado de las edificaciones y la presencia de una comunidad fuertemente arraigada. Este asentamiento ocupa una superficie de 31,1ha con una población 15.610 habitantes (datos de 2001). En el año 1999, a consecuencia de un periodo de intensas lluvias, la quebrada se desbordó arrasando y destruyendo un sinnúmero de viviendas, calles, escaleras y espacios comunes. A pesar de la magnitud del desastre las comunidades que allí viven han llevado adelante un intenso proceso de recuperación y reconstrucción de su sector, aunque persisten las condiciones de fragilidad urbana y social.

En el caso del Barrio Quebrada Anauco la problemática a trabajar por el equipo<sup>11</sup> estaba evidentemente asociada a los procesos vividos por los habitantes del barrio en estos últimos años, en la búsqueda de recuperar las condiciones mínimas de bienestar en su hábitat. La metodología de trabajo se formuló sobre la base de un diagnóstico participativo entre la comunidad y los estudiantes que permitiese proponer lineamientos de diseño urbano e intervenciones puntuales. El equipo se apoyó en la metodología docente utilizada en los cursos sobre Hábitat Popular Urbano y Habilitación Física de Barrios Urbanos del Sector Estudios Urbanos de la EACRV-FAU-UCV.

Los problemas a trabajar fueron definidos durante los recorridos realizados en el barrio, centrando la atención en el estudio de los espacios de conexión, las áreas comunes y los mecanismos para reducir las condiciones de riesgo del área. Se detectaron varios sitios que presentaban potencialidades para ser convertidos en áreas de encuentro y de relación entre los secto-

Foto 7. Vista del barrio Anauco. Foto: Carmen Ofelia Machado



Figura 5. Propuesta para el barrio Anauco. Elaboración: equipo de trabajo



11 Barrio Quebrada Anauco: Estudiantes: Shadya Farage (EACRV-FAU-UCV), Verónica Rodríguez Angulo (EACRV-FAU-UCV), Valeria Verlezza (EACRV-FAU-UCV), Roberto Briceño Rosas (Escuela de Sociología-FACES-UCV), Ángela Marín Silva (ENSA-Paris-La Villette), Iangaly Huguies (ENSA-Paris-La Villette), José Rafael Herrera (Arquitectura-UBV); Profesores: Rune Brito (EACRV-FAU-UCV), Carmen Ofelia Machado (EACRV-FAU-UCV); Pasante Jesús O. Díaz (EACRV-FAU-UCV); Miembros de la comunidad.



res. Igualmente se propusieron formas de manejo para contrarrestar la amenaza de futuros desbordamientos del cauce de la quebrada. Finalmente se llegó a elaborar una propuesta general y varios anteproyectos puntuales en diferentes sitios del barrio. La experiencia permitió reflexionar sobre las luchas de los habitantes para mantenerse y reconstruir su lugar, su barrio, a pesar de las adversidades.

## CONCLUSIONES

El Caracas Workshop 2009 resultó una experiencia de integración e intercambio universitario, de encuentros con los habitantes y de compromiso con la ciudad. El trabajo colectivo realizado generó propuestas frescas y creativas para las cinco comunidades concernidas además de que se constituyó en un aporte significativo en la producción del conocimiento dentro de nuestra facultad.

Esta experiencia permitió reflexionar sobre la necesaria búsqueda de una nueva concepción del ejercicio del arquitecto que trascienda el clásico rol de proveedor de soluciones y avance hacia el rol de facilitador de situaciones de cambio para hacer del proyecto una experiencia colectiva. Un arquitecto que cree y estimula la participación colectiva como protagonista en la conquista de una mejor calidad de vida para las comunidades y la inclusión social efectiva contribuiría al porvenir de los barrios como parte integral de las ciudades (Bolívar, 2011, p. 205).

Este Caracas Workshop 2009, así como los otros encuentros realizados dentro del Programa París-Mercosur permite volcar la mirada hacia nuestras ciudades latinoamericanas, que se asemejan en su imagen y culturas, una valiosa y necesaria forma de intercambiar vivencias y conocimientos entre las facultades de arquitectura que participan en este programa. Tenemos un reto por delante, nos queda mucho camino por recorrer.

## UNA SUERTE DE EPÍLOGO. CASI TRES AÑOS DESPUÉS LAS VOCES DE LA GENTE

Pasados casi tres años decidimos escribir estas reflexiones y presentarlas a los otros compañeros de aventura. Pensamos por ello que era necesario contactar a todos los que habían formado parte de ella: profesores, estudiantes, personas que sirvieron de anfitriones en los barrios, entre éstos: Jesús Hernández, de La Estrella Bolivariana; Rosa de Peña, de Hoyo de la Puerta; la arquitecta Teresa Montesano, funcionaria de Vargas. Con estas reflexiones nutrimos las notas que alimentan esta suerte de epílogo.

De nuestra parte, nos hacíamos la pregunta: ¿qué quedó del esfuerzo conjunto de estudiantes, profesores y habitantes de los barrios en las comunidades donde realizamos el Workshop 2009? ¿Fue una experiencia más o quedó algo sembrado que está creciendo y dará frutos en el tiempo?

Según los testimonios de Jesús Hernández, del barrio La Estrella Bolivariana así como los testimonios recogidos por la profesora Florinda Amaya en Punta de



Mulatos y los de Rosa de Peña, del barrio Hoyo de la Puerta, algo quedó sembrado en esas tierras. Seguidamente vamos a compartir las opiniones consignadas por las personas antes mencionadas para luego presentar unas palabras finales que de alguna manera responden a las interrogantes que nos planteamos al iniciar esta última parte del texto.

*“La participación de los profesores con la comunidad fue excelente. Se pudo transmitir a los habitantes la necesidad de organizarse con los estudiantes que a su vez intervinieron con los habitantes del barrio. Nos dejó la experiencia de los proyectos endógenos para la mejora de la comunidad como fueron la siembra, los huertos hidropónicos y la creación del Consejo Comunal La Estrella Bolivariana (...) La participación de los estudiantes extranjeros también ayudó un poco en el intercambio de cultura y el modo de vivencia entre la comunidades”.* Jesús Hernández, presidente de la Asociación Civil La Estrella Bolivariana.

El equipo de estudiantes y profesores dejó como material de apoyo una maqueta realizada por ellos y después utilizada por la nueva organización del Consejo Comunal para realizar los proyectos de la comunidad.

A la señora Rosa de Peña, del barrio Hoyo de la Puerta, le pareció que el evento en el cual personalmente participó fue *“una oportunidad de oro”*. Ella expresó: *“Una vez más participé en un evento que a lo incesante hay que agregarle lo útil y beneficioso. Útil porque sirvió para que los alumnos y profesores intercambiaran con los habitantes de los barrios, urgidos de orientación y propuestas para mejorar su calidad de vida; beneficioso pues dejó claro que **sí** hay soluciones de fácil aplicación, que sólo falta apoyo de quienes tienen el cómo y el con qué para ponerlas en práctica”*.

También criticó e hizo un llamado a los habitantes para cooperar y aprovechar la Ley de Consejos Comunales y el apoyo desinteresado de algunos profesionales siempre dispuestos a trabajar para beneficiar a las comunidades populares. Cuando habla Rosa de Peña llama negligentes a los habitantes. Esto sería bueno discutirlo ya que muchas veces olvidamos que la necesidad de vivir de personas y familias en extrema pobreza conduce a consumir más tiempo de lo que otros imaginamos en actividades dedicadas a la supervivencia de ellos mismos y de su familia. Otro aspecto al que se refiere –el cual compartimos– es a la incapacidad de los vecinos de encontrar caminos que permitan que los proyectos propuestos –efectivamente necesarios y urgentes para las comunidades populares– se puedan llevar a la práctica. Sobre esto queremos recordar que nuestro papel de acompañantes es permanente, tiene importancia y se mantiene vigente.

Otro testimonio importante es el de la funcionaria del estado Vargas, arquitecta Teresa Montesano: *“Este tipo de talleres es fundamental hoy día porque permite integrar los barrios con la ciudad formal. Los profesores y estudiantes que nos visitaron nos dejaron un legado y se llevaron un cúmulo de conocimientos importantes para su desempeño como profesionales. (...) Se llevó a cabo un frente común de trabajo entre los estudiantes locales, los visitantes y las comunidades que fueron escogidas para tal fin; fue un acontecimiento en el cual todos se involucraron para construir estrategias que en conjunto les permitieron resolver los problemas detectados.*

*En el estado Vargas se escogió el sector de Punta de Mulatos, donde se realizaron trabajos de campo con recorridos y mesas de trabajo con la comunidad; a pesar de que ya esta barriada estaba conformada por consejos comunales, el taller permitió mejorar su proceso de organización social, involucrándose en el proyecto de forma dinámica y participativa.*

*La propuesta de diseño surgida en este taller fue presentada a las autoridades municipales para su consideración y fue tomada en cuenta para la elaboración de su presupuesto participativo evitando por ejemplo nuevas construcciones en las zonas consideradas de riesgo; también fue tomada en cuenta la tipología de las edificaciones diseñadas por los estudiantes para la rehabilitación del sector, ya que las mismas se adecúan a las condiciones espaciales del lugar; igualmente se tomaron en consideración las propuestas de tratamiento de los espacios semipúblicos y semiprivados. Como producto del trabajo realizado se han obtenido logros importantes tales como la conexión con otros barrios aledaños a través del canal del río Guanape, el cual se constituye en elemento estructurante y como corredor ecológico.*

*Podemos concluir que esta experiencia permitió una alianza por parte de los profesionales que ayudó a que los miembros de la comunidad entendieran que poseen cualidades para canalizar las soluciones más idóneas con sus interlocutores, dejando una comunidad articulada y organizada de tal manera que no permitan propuestas distintas a lo que se definió como más conveniente para el colectivo”.*

Sobre el mismo barrio Punta de Mulatos la profesora Florinda Amaya, seis meses después de haberse llevado a cabo el Caracas Workshop 2009, recogió los testimonios de Roberto, el conductor del jeep<sup>12</sup>, y de las señoras Aracelis Mata y Celina Conocopy. De la experiencia con el grupo, les gustó:

- *Que los estudiantes vieran las cosas y los lugares bonitos del barrio, no sólo los problemas; que no pretendieran cambiarlo todo y, sobre todo, que los escucharon y atendieron a sus planteamientos.*
- *Que las propuestas a que llegaron era posible llevarlas adelante desde el consejo comunal, por ejemplo: resguardar el espacio cerca del comedor popular al borde de la quebrada como zona de protección del río y espacio recreativo.*
- *Así mismo la idea de utilizar la casa abandonada como un espacio social y cultural para la comunidad.*

Una acotación que hicieron fue que les gustaría contar con la presencia constante y continua de estudiantes y de profesores para que los ayuden y apoyen.

---

<sup>12</sup> En los barrios construidos sobre altas pendientes, las pocas vías vehiculares sólo son accesibles con vehículos de doble tracción, tanto por las pendientes como por el mal estado de las vías. Estos vehículos reciben el nombre genérico de Jeeps.



## EFFECTOS DEL CARACAS WORKSHOP 2009 EN LA EXPERIENCIA DOCENTE DE LA EACRV

Abordar la arquitectura en las zonas de barrios de la ciudad autoproducida ha sido y sigue siendo uno de los grandes desafíos que algunos profesores de la FAU nos hemos trazado. A lo largo de las últimas décadas y ante una realidad tan evidente, poco a poco se han incorporado experiencias en las unidades docentes de diseño y en los sectores de conocimiento de la EACRV que abordan el tema. Sin embargo, a medida que hemos avanzado nos damos cuenta de que las metodologías y la forma de enseñanza/aprendizaje tradicionalmente utilizadas en la Facultad no han sido suficientes y/o acertadas para conocer, comprender y generar soluciones adecuadas en el caso de las zonas de barrios. Tal vez una de las causas es la falta de comprensión de esa ciudad fragmentada y heterogénea y de la gente que la produce y vive.

La modalidad utilizada de taller integralse convirtió en una oportunidad significativa para explorar caminos hacia nuevas prácticas sobre el ejercicio del proyecto que hemos intentando reproducir. Desde el mismo momento en que se diseñó la experiencia, cursos de algunas unidades docentes de diseño y cursos teóricos y prácticos se sumaron a trabajar en los barrios seleccionados. En algunos casos ya habían trabajado allí, en otros se iniciaron experiencias que luego fueron continuadas en cursos regulares. Al evaluar los resultados obtenidos observamos con beneplácito como, aún de forma tímida, se buscó incorporar las prácticas aprendidas en el taller.

En el caso del barrio La Estrella Bolivariana se desarrolló en paralelo un curso de la materia electiva Análisis de los Asentamientos Informales, del Sector de Estudios Urbanos.

Una de las estudiantes francesas continuó su trabajo final de carrera en la misma comunidad. Para lograr ese objetivo volvió a Venezuela y profundizó su relación con la comunidad conviviendo con ellos durante un tiempo. Esa experiencia representa una de las formas en que se pueden prolongar y profundizar los planteamientos que nacen de una experiencia de este tipo.

Para algunos estudiantes trabajar en las zonas de barrios representa una aventura, un mundo interesante, atractivo, pero desconocido y difícil de explorar. En el Caracas Workshop 2009 los estudiantes que se inscribieron estaban motivados y entusiasmados de participar, incluso algunos estudiantes de la Escuela Nacional Superior de Arquitectura Paris-La Villette y de la FAU por iniciativa propia continuaron sus trabajos académicos en estos sectores. Lamentablemente, estas iniciativas no abundan en la mayoría de los estudiantes en nuestra Facultad, y no todos los profesores de diseño están ganados para proponer ejercicios en los territorios urbanos constituidos por barrios. Lograr la participación entusiasta y comprometida de los miembros de la comunidad de la FAU en este tipo de ejercicios, se debe convertir en un reto para la institución.

Y en nuestros equipos de la Facultad, ¿que quedó? El recuerdo siempre estará presente así como el deseo de que pueda trabajarse más en esos territorios urbanos autoproducidos. En rigor, no parece dárseles la importancia que tienen de ser atendidos. La cultura constructiva de nuestro producto urbano latinoame-

ricano es de cierta forma ignorada, por no dar otro calificativo. Es lamentable que olviden que en el caso venezolano un poco más de la mitad la población urbana vive en esa ciudad hecha por los habitantes sin hogar, apropiándose de los terrenos ajenos cuando no tenían otros.

En un mundo en el cual los sucesos locales se comparten y repercuten de manera inmediata en lo global, la fuerza de lo local y particular se convierte en un recurso para la innovación y el descubrimiento. Integrar este tipo de experiencias a la formación del futuro arquitecto tiene el inmenso valor agregado de prepararlo para un ámbito de relaciones contemporáneo donde la sensibilidad ante las particularidades de las distintas culturas mundiales parece ser un signo de los tiempos.

Buscamos que experiencias de esta naturaleza sirvan de ejemplo y que su esencia permita a los arquitectos formadores inspirarse en ellos y tener en cuenta la cultura popular que nos prodiga tantas enseñanzas, a pesar de que algunos la menosprecian o ignoran. Necesitamos encontrar soluciones creativas y modestas con y para la gente latinoamericana. La pregunta que siempre preocupa y queda sin respuesta es: ¿serán factibles las propuestas desarrolladas, aun siendo éstas modestas, necesarias y sencillas?

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya, F. (2011) "La Sistematización de experiencias, una forma de apropiación por parte de las comunidades de los procesos de habilitación física de barrios: análisis del caso San Blas Petare Sur, en Caracas". Ponencia presentada en la Trienal de Investigación FAU 2011. Universidad Central de Venezuela, Caracas. Junio 2011.
- Bolívar, T. (1998) "Contribución al análisis de los territorios autoproducidos en la metrópoli capital venezolana y la fragmentación urbana", Revista *Urbana* V.3 N° 23 julio-diciembre 1998, pp. 53-74. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Bolívar, T. y Pedrazini, Y. (2008) "Hacia una sociedad urbana en la Venezuela actual con predominio de barrios autoproducidos", Revista *Bitácora Urbano/Territorial* V.12 N° 1 enero-julio 2008, pp. 60-76. Universidad Nacional de Colombia.
- Bolívar, T. y Barrios, G. (2009) "Caracas Workshop 2009. Una convocatoria internacional a pensar y proponer soluciones con y para las comunidades de barrios caraqueñas". Revista *Tecnología y Construcción* Vol. 25 N° I enero-abril 2009, pp. 62-65. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDECA, Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Bolívar T. (2011) *Desde adentro: viviendo la construcción de las ciudades con su gente*. Textos Urbanos, volumen VI. Ed. OLACCHI, Quito, Distrito Metropolitano. 2011.





- Bourdier, M. et al. (2010). "Urbanismo y arquitectura en zonas de barrios de Caracas", en *Latitudes. Ateliers Internationaux* (pp. 114-127). París: Bertrand Lemoine.
- Casaldáliga, P. (1988) *El vuelo del quetzal: espiritualidad en Centroamérica*. Colección Fe y Vida, Iglesia de Cuenca.
- Delgado, M. (2011) "Población urbana en Venezuela. Una mirada al pasado y una visión prospectiva del presente y el futuro". Ponencia presentada en el IV Encuentro Nacional de demógrafos y estudiosos de la población. : FACES-FAU, Universidad Central de Venezuela. Caracas 29 y 30 de noviembre de 2011.
- Fundacomun/Oficina Central de Estadísticas e Informática-OCEI (1993) III Inventario Nacional de Barrios, Caracas.
- Moreno, A. (2005) *El aro y la trama. Episteme, modernidad y pueblo*. Universidad de Carabobo.
- Rosas Meza, I. (2011) "La relación barrio-ciudad: la tecnología como fenómeno cultural", en: *80 Años de políticas de vivienda en Venezuela (1928-2008)*. Ediciones FAU-UCV. Caracas.
- Rosas Meza, I. (2004) "La cultura constructiva de la vivienda en los barrios del Área Metropolitana de Caracas". Tesis para optar al título de Doctor en Arquitectura. Facultad de Arquitectura y Urbanismo-Universidad Central de Venezuela. Caracas.

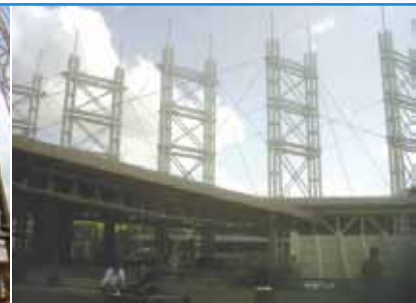


## VIAJE AL CENTRO DEL ACERO INFORME FINAL DEL TALLER

Profesora Alejandra González V. (Coordinadora)

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela

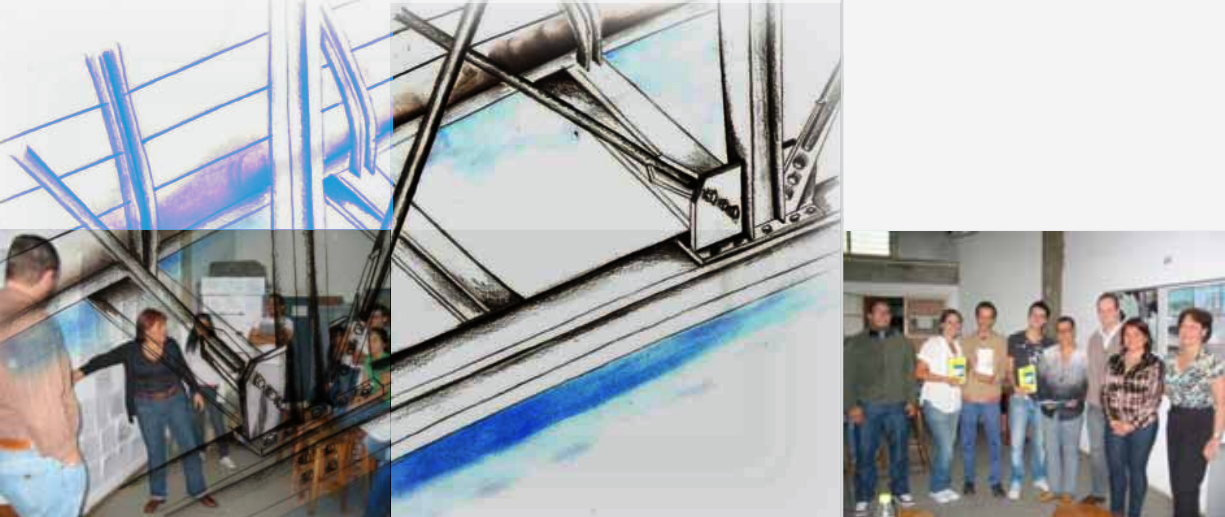


Entre el 25 de Junio y el 06 de Julio del año en curso se desarrolló una interesante experiencia en el marco de la Escuela de Verano de la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Se formularon 47 talleres de las diversas áreas de conocimiento, en una modalidad de aprendizaje innovadora de construcción del conocimiento entre estudiantes y profesores, con el propósito de obtener resultados tangibles en un plazo "superintensivo", y se desarrollaron con la participación aproximada de cerca de 50 profesores y 300 estudiantes. Dicho evento académico fue concebido para pre y postgrado con el objeto de brindar a los estudiantes una oferta académica innovadora de corte y avance sobre la dinámica y procedimientos de rutina de la carrera. El objetivo de mayor relevancia fue el estímulo al desarrollo y difusión de la investigación en cada una de las líneas temáticas asociadas a la misión académica de la Facultad.

En este contexto tuvimos el honor de coordinar el taller "Viaje al Centro del Acero" el

cual tuvo como objetivo realizar un viaje de reconocimiento y profundización de los conocimientos en torno al material acero aplicado a la Arquitectura, visitando diversas obras de acero ubicadas en la ciudad de Caracas y sus alrededores, con el propósito de dibujarlas a "mano alzada" como estrategia para comprender y analizar estructuras de acero, con sus respectivos modelos estructurales, funcionamiento, hasta llegar de forma progresiva a sus detalles constructivos. El Taller de 40 horas académicas, contó con la participación de 18 estudiantes de diversos semestres, de III a IX y con la intervención de profesores de gran trayectoria en el mundo del acero, desde la visión de la Arquitectura y la Ingeniería. Arnaldo Gutiérrez de la UCAB, Gladys Maggi del IDEC/FAU/UCV, Sigfrido Sloges de la UNE, Velquis Velandria de la EACRV/FAU/UCV y Alejandra González V. también del IDEC/FAU/UCV, formaron el equipo de expertos que compartieron la nutritiva experiencia de viaje a profundizar los conocimientos sobre este preciado material de construcción.

Bajo la premisa sintetizada en la frase del maestro Einstein "Si no puedo dibujarlo es por-



que no lo comprendo” se desarrollaron los estudiantes del taller realizando sus bocetos in situ y posteriormente un trabajo de revalorización, discusión y análisis de los mismos asesorados por los profesores participantes.

Los resultados fueron muy satisfactorios trascendiendo los objetivos planteados inicialmente al sembrar el interés en los estudiantes por investigar para profundizar en el material.

En nuestra travesía por seis emblemáticas obras en acero de nuestra ciudad capital y una escultura didáctica en la UCAB, estuvimos acompañados, no por un escéptico sobriño como el profesor Lidenbrock en la obra Viaje al Centro de la Tierra de Verne, sino por dos decenas de estudiantes activos y ávidos de conocimiento que potenciaron los resultados esperados con sus magníficos trabajos, intervenciones y reflexiones. Las edificaciones visitadas, algunas en construcción y otras realizadas hace treinta años fueron: Edificio ampliación de BECO Express Chacaito (2003), Banco del Libro de Altamira, C.C. Millenium Los Dos Caminos, la Estación del ferrocarril de La Rinconada (2006), Proyecto Integral de Viviendas Santa Rosa I Ave.

Libertador (aún en construcción) y el polémico edificio de Trasbordo de la UCV.

A pesar de las muchas complejidades que hoy día atraviesa nuestro país en materia de producción de insumos para la construcción, aunada a la tradicional tendencia a construir en cemento, cabillas y mampostería de arcilla, la Facultad de Arquitectura consciente de la necesidad de abrir el conocimiento a otras opciones constructivas como las del acero, para aumentar la productividad de las obras y elevar el nivel de desarrollo tecnológico de nuestra sociedad, ha desarrollado este taller cuyo objetivo es ampliar el nivel de conocimiento de los futuros arquitectos en torno al acero como material de construcción, para nutra la relación Ingeniero-Arquitecto en su participación en proyectos interdisciplinarios.

Tenemos la certeza de que en un futuro cercano iniciemos el camino del desarrollo de edificaciones más sustentables, amigables con el entorno y respetuosas del ciudadano, en las cuales la más apropiada combinación de los materiales con que contamos sea la premisa a seguir y se dé al acero el lugar que acertadamente le corresponde.







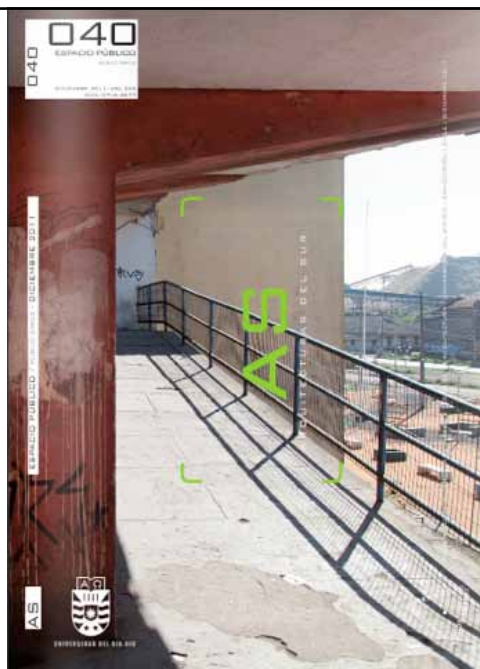
## PATIOS EN ALTURA

*Una indagación gráfica*

Trabajo realizado por Alejandro Folga

Investigación realizada en el marco del MVDlab/  
Farq. Montevideo, 2012: [http://issuu.com/mvdlab/docs/folga\\_pacios\\_en\\_altura](http://issuu.com/mvdlab/docs/folga_pacios_en_altura)

Una investigación sobre los espacios exteriores en altura en edificios de vivienda colectiva. La investigación se estructura en tres partes: en la primera se describen los casos analizados; en la segunda el dibujo analítico se utiliza como herramienta de investigación proyectual. En la tercera se centra la reflexión en el estudio realizado.



## Intervenir el espacio público

*Arquitecturas del Sur*, N° 40, diciembre 2011

Revista del Departamento de Diseño y Teoría de la Arquitectura,  
Universidad del Bío-Bío, Chile: [www.arquitecturasdelsur.cl/](http://www.arquitecturasdelsur.cl/)  
[http://issuu.com/arquitecturasdelsur/docs/as40\\_final/1?e=0](http://issuu.com/arquitecturasdelsur/docs/as40_final/1?e=0)

Comprender la dinámica de una ciudad o una fracción de esta en toda su complejidad exige necesariamente incorporar la visión que sus propios habitantes tienen de ella. En este marco se inscriben, entre otros, el trabajo de Armando Silva, que propone un modelo para comprender como se forman y actúan los imaginarios urbanos que permiten descubrir propiedades del espacio que no son evidentes porque surgen de la experiencia directa de sus moradores, así como el trabajo de Claudio Astudillo y Pau Faus, con el proyecto "Casa inacabada", en el cual vinculan los valores de la autoconstrucción y la ambigüedad especial que caracteriza los cerros de Valparaíso con el patrimonio arquitectónico de sus espacios públicos.

# ARQUITECTURAS

Blog de Dario Alvarez: Arquitectura, Diseño, Innovación y más...  
<http://blog.darioalvarez.net/>



Creado por Darío Álvarez, arquitecto especialista en Gestión de la Innovación Tecnológica, el blog Arquitecturas se renueva mensualmente desde agosto 2006. Un espacio ágil e interesante de información y noticias relacionadas con la innovación y la arquitectura donde encontrar artículos, videos, entrevistas, reseñas de eventos y notas sobre libros especializados en la temática.

En el número de mayo 2012 se reseña, entre otros temas:

## Architect@Work China (Shanghai)

Evento europeo todo en uno dirigido a arquitectos, diseñadores y otros profesionales, a celebrarse en Shanghai después de más de 20 exitosas ediciones en Europa.

## ARCHITECT @WORK



INTERNATIONAL



## Polémica sobre el Costanera Center

Una gran torre de 300 metros de altura diseñada por el arquitecto internacional Cesar Pelli, especialista en rascacielos, autor de las Torres Petronas de Malasia y del World Financial Center de Hong Kong. Con una superficie construida que supera los 700.000 metros cuadrados, albergará el centro comercial más grande de Chile, con más de 300 locales comerciales, oficinas para más de 5.500 personas con sus respectivos estacionamientos y varios hoteles de cuatro y de cinco estrellas.

Este megaproyecto inmobiliario que cuenta con el rascacielos más alto de Suramérica, está llamado a convertirse en el símbolo de la pujanza económica de Chile, pero amenaza también con provocar un colapso vial en el principal polo empresarial de Santiago. En total serán más de 700.000 metros cuadrados de superficie construida en el corazón financiero de Santiago, un sector bautizado como 'Sanhattan', un punto estratégico de la capital donde confluyen los barrios de Providencia, Las Condes y Vitacura.



*Tecnología y Construcción* es una publicación que recoge artículos inscritos dentro del campo de la Arquitectura y la Innovación y Desarrollo Tecnológico de la Construcción, especialmente: tecnologías constructivas; sistemas de producción; métodos de diseño; análisis de proyectos de arquitectura; requerimientos de habitabilidad y de los usuarios de las edificaciones; equipamiento de las edificaciones; nuevos materiales de construcción, mejoramiento de productos existentes y hallazgo de nuevos usos; aspectos económicos, sociales, históricos y administrativos de la construcción; informática aplicada al diseño y la construcción; análisis sobre ciencia y tecnología asociados a los problemas de la I&D en el campo de la construcción y la sostenibilidad de los asentamientos humanos.

Se incluyen trabajos resultados de investigaciones originales, proyectos de desarrollo tecnológico, ensayos científicos y revisiones bibliográficas, que constituyan un aporte en el campo de la arquitectura y la tecnología de la construcción.

Además de los artículos se aceptan otros materiales como: documentos, reseñas bibliográficas y de eventos, etc. que resulten de interés para la revista, a juicio del Comité Editorial y que no serán sometidos a arbitraje.

Los trabajos presentados para su publicación como artículos deben atender a las recomendaciones siguientes:

El autor (o los autores) debe(n) indicar título completo del trabajo, en español e inglés, acompañándolo de un breve resumen en ambos idiomas (máximo 150 palabras), el cual debe ir acompañado por una lista de hasta 5 pala-

bras clave, también en ambos idiomas. Debe anexarse una síntesis curricular, de cada autor, que incluya:

- 1- Nombre y Apellido:
- 2- Títulos académicos (pre y postgrado), Institución y Año
- 3- Cargo actual e institución a la que pertenece
- 4- Área de investigación
- 5- correo electrónico

Los trabajos deben ser entregados en cd, indicando el programa y versión utilizados, o enviados al Comité Editorial como documento a través del correo electrónico de la revista ([tyc\\_idec@fau.ucv.ve](mailto:tyc_idec@fau.ucv.ve)), acompañados de una versión impresa con una extensión no mayor de treinta (30) páginas escritas a doble espacio en tamaño carta incluyendo notas, cuadros, gráficos, anexos y referencias bibliográficas.

En el caso de que el trabajo contenga cuadros, gráficos, diagramas, planos y/o fotos, éstos deben presentarse en versión original impresa, numerados correlativamente según orden de aparición en el texto. Lo mismo es válido en el caso de artículos que contengan ecuaciones o fórmulas.

Las citas deben ser incluidas en el texto con el sistema (autor, fecha), por ejemplo: (Hernández, 1995). Las citas textuales solo se utilizarán en casos plenamente justificados. Toda obra citada en el texto debe aparecer referenciada al final del artículo.

Las referencias deben incluir los datos completos de las publicaciones citadas, organizados alfabéticamente según primer apellido del autor y en su redacción deben seguirse las indicaciones de las normas APA.

**En el caso de libros:**

Autor. (Año). *Título: Subtítulo*. Lugar: Editorial

**Ejemplo:**

Wittfoht, H. (1975). *Puentes: Ejemplos internacionales*. Barcelona: Gustavo Gili.

**En el caso de artículos de revistas:**

Autor. (Año). *Título: Subtítulo. Nombre de la revista, Volumen(número), Páginas.*

**Ejemplos:**

Cilento, A. (2002). Hogares sostenibles de desarrollo progresivo. *Tecnología y Construcción*, 18(III), 23-28.

Lee, C., Abou, F. y López, O. (2007). Riesgo sísmico en edificaciones escolares del tipo anti-guano II. *Revista de la Facultad de ingeniería - UCV*, 22(2), 99-109.

**En el caso de artículos tomados de internet:**

Debe agregarse la fecha de acceso y el sitio web.

**Ejemplos:**

Burón, M. (2007). El uso de nuevos concretos estructurales. *Construcción y Tecnología*, 2007(Mayo). Extraído el 3 de Julio de 2008 de <http://www.imcyc.com/ct2008/index.htm>

González, F.J. Lloveras J. (2008). Mezclas de residuos de poliestireno expandido (EPS) conglomerados con yeso o escayola para su uso en la construcción. *Informes de la Construcción*, 60(509), 35-43. Extraído el 23 de Junio de 2008 de <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/589/671>.

- Se aceptarán trabajos escritos en español o inglés.
- Los trabajos deben ser inéditos y no haber sido publicados en otra(s) revista(s).
- Las colaboraciones presentadas no serán devueltas.
- El Comité Editorial someterá los trabajos enviados a la revisión crítica de por lo menos dos árbitros escogidos entre especialistas o pares investigadores. La identificación de los autores no es comunicada a los árbitros, y viceversa. El dictamen del arbitraje se basará en la calidad del contenido, el cumplimiento de estas normas y la presentación del material. Las sugerencias de los árbitros, cuando las haya, serán comunicadas a los autores con la confidencialidad del caso.
- La revista se reserva el derecho de hacer las correcciones de estilo que considere convenientes, una vez que hayan sido aprobados los textos para su publicación. Siempre que sea posible, esas correcciones serán consultadas con los autores.
- Los autores recibirán sin cargo tres (3) ejemplares del número de la revista en el cual haya sido publicada su colaboración. Por su parte, los árbitros, en compensación por sus servicios, recibirán una bonificación en efectivo y un ejemplar del número de la revista con el cual contribuyeron con su arbitraje, independientemente de que su opinión en relación con la publicación del artículo sometido a su consideración haya sido favorable o no.
- El envío de un texto a la revista y su aceptación por parte del Comité Editorial representa un contrato por medio del cual se transfieren los derechos de autor a la revista Tecnología y Construcción. Esta revista no tiene propósitos comerciales y no produce beneficio alguno a sus editores.

