

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN 2001



**INSTITUTO DE DESARROLLO
EXPERIMENTAL DE LA
CONSTRUCCIÓN / IDEC**
FACULTAD DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO
UNIVERSIDAD CENTRAL
DE VENEZUELA
**INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES / IFAD**
FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Indizada en

REVENCYT. Apdo. 234. CP 5101-A.
Mérida, Venezuela
REDINSE. Caracas
PERIODICA Índice Bibliográfico.
Índice de Revistas Latinoamericanas
en Ciencias. Universidad Nacional
Autónoma de México.

Suscripciones

Tres números anuales (incluido envío)

Venezuela: Institucional Bs. 12.000

Personal Bs. 10.500

Estudiantes Bs. 7.500

Extranjero: Institucional US\$ 100

Personal US\$ 82

Estudiantes US\$ 60

Ejemplares atrasados

Nº 1 al 16/II (cada uno, incluido envío):

Venezuela Bs. 4.000

Extranjero US\$ 30,00

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

Apartado Postal 47.169

Caracas 1041-A. Venezuela

Telfs/Fax: (58-2) 605.2046 / 2048 / 2030 /

2031/ 662.5684

Enviar cheque a nombre de:

IDEC Facultad de Arquitectura UCV

Envío de materiales, correspondencia y suscripciones IFA/LUZ

Apartado postal 526.

Telfs.: (58-61) 52.0063 / 52.4992.

Fax: (58-61) 52.00.63.

Maracaibo, Venezuela.

Enviar cheque a nombre de:

IFA Facultad de Arquitectura LUZ

Página en el Internet

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

e-mail:

tyc@idec.arq.ucv.ve

revista_TyC@luz.ve

PLANILLA DE SUSCRIPCIÓN

Nombre y Apellido: _____

Profesión: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

Apartado Postal: _____

Teléfono/Fax: _____

Adjunto cheque por la cantidad de (Bs. US\$): _____

correspondiente a los números: _____

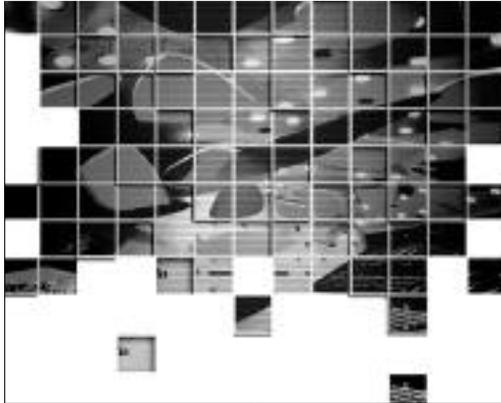
Venezuela: Institucional Bs. 12.000 Personal Bs. 10.500 Estudiantes Bs. 7.500

Extranjero: Institucional US\$ 100 Personal US\$ 82 Estudiantes US\$ 60

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

Favor enviar esta planilla a:

- IDEC/UCV Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela. Fax: (58-2) 605.20.48 / 605.20.46 ó
- IFA/LUZ Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela. Fax: (58-61) 52.00.63.



Volumen 17. Número I
Enero-abril 2001
Depósito Legal: pp.85-0252
ISSN:0798-9601

Portada:
• Foto y Croquis del Aula Magna
• Nubes de Calder (bocetos) Centro de Información y Documentación FAU-UCV.

Tecnología y Construcción

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

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

Tecnología y Construcción

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

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

Comité Consultivo Editorial Internacional:

- Alemania**
Hans Harms
- Argentina**
John M. Evans
Silvia Schiller
- Brasil**
Paulo Eduardo Fonseca de Campos
Gerardo Gómez Serra
Carlos Eduardo de Siqueira Tango
- Colombia**
María Clara Echeverría
Samuel Jaramillo
Urbano Ripoll
- Costa Rica**
Juan Pastor
- Cuba**
Maximino Boccalandro
- Chile**
Ricardo Hempel
Alfredo Rodríguez
- El Salvador**
Mario Lungo
- Estados Unidos de América**
W. Hilbert
Waclaw P. Zalewski
- España**
Julián Salas
Felix Scrig Pallarés
- Francia**
Francis Allard
Gerard Blachère
Henri Coing
Jacques Rilling
- Inglatera**
Henri Morris
John Sudgen
- Israel**
Mariano Golberg
- Italia**
Giorgio Ceragioli
- Nicaragua**
Ninette Morales
- México**
Heraclio Esqueda Huidobro
Emilio Pradilla Cobos
- Perú**
Gustavo Riofrío
- Venezuela**
Juan Borges Ramos
Alfredo Cilento S.
Celso Fortoul
Baudilio González
Henrique Hernández
Gustavo Legórburu
Marco Negrón
Ignacio de Oteiza
José Adolfo Peña U.
Héctor Silva Michelena
Fruto Vivas

Editor
IDEC/UCV
Coeditor
IFAD/LUZ

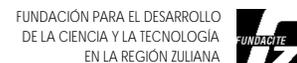
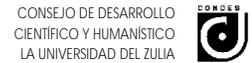
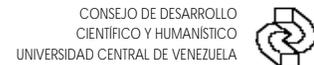
Director
Alberto Lovera
Co-Director
Ricardo Cuberos Mejía
Directores Asociados
Milena Sosa G.
José Indriago
Michela Baldi

Consejo Editorial
Alfredo Cilento
Irene Layrisse de Niculescu
Juan José Martín
Luis Marcano González
Ignacio de Oteiza
Carlos Quiros
Melin Nava
Virgilio Urbina

Editor
Alberto Lovera
Coeditor
Eduardo González

Coordinación editorial
Michela Baldi
Diseño y diagramación
Rozana Bentos
Corrección de textos
María Enriqueta Gallegos
Impresión
UNESCO

ESTA PUBLICACIÓN
CONTÓ CON EL APOYO FINANCIERO
DE LAS SIGUIENTES INSTITUCIONES



Beatriz Meza Suinaga

Arquitecto (UCV, 1980).
Magister Scientiarum en Historia de la Arquitectura (UCV, 1995).
Profesora Asistente en la Cátedra Historia de la Arquitectura, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV.
Investigaciones en el área de Historia de la Arquitectura Venezolana.
Teléfono: 605 20 06

Gladys Maggi Villarroel

Ingeniero Civil, (UCV, 1973).
Profesor asociado, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, FAU, UCV.
Investigadora del área de Desarrollo Tecnológico de la Construcción, desde 1975.
Coordinadora de Investigación del IDEC (1990-1995).
Investigadora acreditada en el Programa de Estimulo al Investigador (PEI) de la UCV.
e-mail: glamaggi@cantv.net

Luis Rosales

Ingeniero Civil (UCV, 1987). Profesor Asistente en la UCV. Investigador en el área de Requerimientos de Habitabilidad del IDEC (UCV, 1992). Profesor de Física de las Edificaciones en la Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. Investigador en proyectos relacionados con el acondicionamiento ambiental y el ahorro energético en edificaciones.
Aspirante al Doctorado de Facultad, FAU-UCV
E-mail: lrosales@idec.arq.ucv.ve

Mariana Gatani

Arquitecto.
Investigadora de CONICET. Miembro del equipo de investigación "Desarrollo de Tecnologías para Vivienda del Centro Experimental de la Vivienda Económica", Córdoba-Argentina.
Docente de la Cátedra Construcciones II de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Córdoba-Argentina.
Maestría en Hábitat y Vivienda de la Universidad Nacional de Mar del Plata-Argentina (tesis en preparación)
e-mail: investigacion_ave@ceve.org.ar

Marina González de Kauffman

Arquitecto (LUZ, 1985). Magister Scientiarum en Arquitectura, mención Computación en Arquitectura. Profesora e Investigadora de la Facultad de Arquitectura y Diseño de LUZ desde 1985, adscrita al Departamento de Tecnología (1985) y al Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño de LUZ (1993). Subdirectora de la Facultad de Arquitectura y Diseño de LUZ (1998-2000). Jefe de la sección Hábitat, Vivienda y Tecnología (1996). Actualmente presidenta de la Fundación Hábitat-LUZ.
e-mail: magonzal@luz.ve

Beatriz Hernández Santana

Arquitecto (UCV, 1987). Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción (1995). Profesor Instructor-Investigador del IDEC-FAU-UCV. Profesor de la Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción desde 1994. Miembro del Comité Académico del IDEC desde 1998. Cursante del Doctorado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela.
e-mail: bhernand@idec.arq.ucv.ve

L. Teresa Guevara P.

Arquitecto. Posgrado en Gerencia de la Construcción Industrializada de la Escuela de Posgrado del Architectural Association, Londres. Master of Architecture and Ph.D. en Architecture con especialización en Diseño de Edificaciones Sismorresistentes, del College of Environmental Design (CED) de la Universidad de California, Berkeley, EE UU. Profesora Asociada de la Universidad Central de Venezuela. Programa de Promoción al Investigador del CONICIT, Nivel I, 1995-97. Miembro del Comité de Expertos de América Latina y el Caribe para la reducción de riesgos en los hospitales de la región, coordinado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS).
e-mail: tguevara@etheron.net

María Elena Hobaica

Arquitecto (ULA, 1972). Diplome D'Études Approfondies (DEA), en Ciencias y Técnicas de la Construcción (1984). École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, Francia. Doctorado en Ciencias Físicas e Ingeniería Civil (1991). Universidad Pierre et Marie Curie. Paris VI. Francia. Directora del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. IDEC (1991-1997). Coordinadora del Comité Académico del Doctorado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV. Profesor Investigador en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC-FAU-UCV desde 1977. Categoría actual profesor agregado.
e-mail: mhobaica@idec.arq.ucv.ve

Luis Enrique García

Ingeniero Civil (Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, 1971). Postgrado en la Universidad de Illinois, Urbana-Champaign, Illinois, USA, Master of Science (1972). consultor en ingeniería estructural (1970). Profesor de la Universidad de los Andes en Bogotá desde 1973. Director del Departamento de Ingeniería Civil (1982-1985).

Rafik Belarbi

Profesor de la Universidad de La Rochelle, LEPTAB.
Doctor en Ingeniería Civil (1998), Universidad de La Rochelle. Diploma D.E.A. en Aerodinámica, Mecánica de Fluidos. Combustión y Térmica, mención Térmica (1993) Universidad de Poitiers.
Diploma de Ingeniería en la Escuela Superior de Ingeniería de Poitiers (E.S.I.P.), mención Física de las Edificaciones (Iluminación, Acústica, Clima)
e-mail: rbelarbi@univ-lr.fr

Sonia Aranda

Arquitecto (UCV, 1991).
Maestría en Arquitectura, mención Computación Aplicada a la Arquitectura.
Teléfono: (02) 94189 85

Carmen Villamediana

Arquitecto (LUZ, 1998).
Auxiliar de Investigación en el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño LUZ, desde 1998 hasta la fecha.
e-mail: jepp24@cantv.net

Editorial

Real housing
Alberto Lovera

"Verdaderas viviendas"
Alberto Lovera

6

Artículos

The construction industry in Venezuela during the thirties decade
Beatriz Meza

La industria de la construcción en Venezuela durante la década de los años treinta
Beatriz Meza

9

The seed house. An alternative proposal for house deficit social strata
Mariana Gatani

La vivienda semilla. Propuesta alternativa para sectores sociales con déficit habitacional
Mariana Gatani

19

The short or captive column effect
L. Teresa Guevara; Luis E. Garcia

El efecto de columna corta o columna cautiva
L. Teresa Guevara; Luis E. Garcia

31

Polypropylene fibers composites for reinforced cement
Gladys Maggi Villarroel

Mortero reforzado con fibras de polipropileno
Gladys Maggi Villarroel

43

Urban outline efficiency limits. Analysis and appliance
Marina González de Kauffman; Sonia Aranda; Carmen Villamediana

Límites de eficiencia en el trazado urbano. Análisis y aplicación
Marina González de Kauffman; Sonia Aranda; Carmen Villamediana

51

Passive cooling systems for buildings in tropical humid climate. Prospective for appliance in Venezuela
María Helena Hobaica; Rafik Belarbi; Luis Rosales

Los sistemas pasivos de refrescamiento de edificaciones en clima tropical húmedo. Posibilidades de aplicación en Venezuela
María Helena Hobaica; Rafik Belarbi; Luis Rosales

57

Postgrado

UCV Architecture and Urbanism Facultys PhD projects review
Postgrado FAU / UCV

Resúmenes de los proyectos del Doctorado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV.
Postgrado FAU / UCV

69

Documentos

The low income housing in Venezuela
Beatriz Hernández

La vivienda de bajo costo en Venezuela
Beatriz Hernández

85

Eventos

The University Campus in Caracas. World Patrimony
Maruja Rivas/ William Niño Araque

La Ciudad Universitaria de Caracas. Patrimonio Mundial
Maruja Rivas/ William Niño Araque

108

Construction Experimental Development Institutes research meetings
Carmen Barrios

XIX Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción
Carmen Barrios

110

Temaco Net. CYTED Program
Gladys Maggi Villarroel

Red Temaco-Programa CYTED
Gladys Maggi Villarroel

111

JIFI 2000 Engineering Facultys Research Meeting and EA II' 2000 UCV Second Industrial and Academic Meeting
Sonia Cedrés de Bello

Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería JIFI 2000 y Segundo Encuentro Académico Industrial EA II' 2000 UCV
Sonia Cedrés de Bello

112

Reseñas

Revistas y Libros
Carmen Barrios

113

Normas de arbitraje

118

Normas para autores

119

“Verdaderas viviendas”

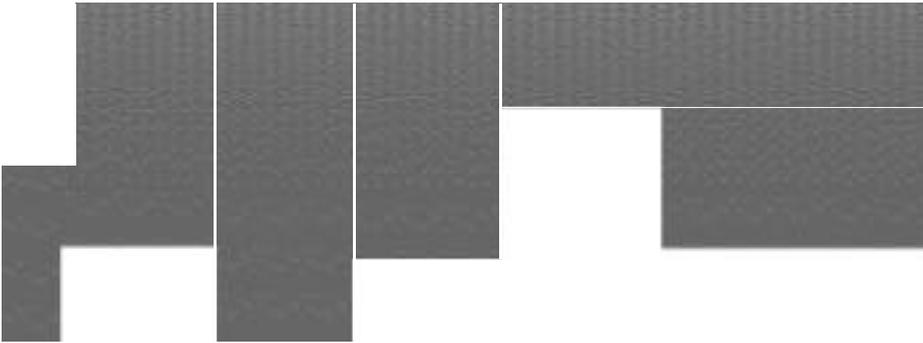
La política habitacional ha sido centro de debates en la escena pública venezolana de los últimos tiempos. Siempre es un reto para los nuevos gobiernos abordar el tema de la vivienda, un área emblemática de la deuda social, de las expectativas de la población que carece de una vivienda adecuada, además de un tópico frecuente de los dirigentes políticos, más allá de sus vasos comunicantes con la política económica y social.

La historia de la política habitacional venezolana es de larga data y ha acumulado importantes experiencias. Sobre su balance crítico y el de las enseñanzas internacionales es donde deberían fundarse las políticas actuales. Pero preocupa que no se refleje en ellas una visión coherente, diferentes concepciones en pugna se expresan en la orientación de la política habitacional del gobierno actual. El enfrentamiento entre el Ministerio de Infraestructura y sus organismos adscritos que hemos presenciado, sin contar con la poca importancia que se le ha dado a los institutos regionales y municipales de vivienda surgidos al calor del proceso de descentralización, constituyen un campo minado que obstaculiza una política habitacional moderna y viable.

Dos problemas centrales percibimos en el diseño y acción de la política habitacional de la actual administración.

No se ha procedido a una reorganización consistente de los organismos encargados de la política de desarrollo urbano y vivienda. Los cambios cosméticos han sustituido el cambio radical que desde hace tiempo se aspira y para el cual hay suficientes estudios y propuestas. Ha privado una visión centralista y perpetuadora de una infinidad de organismos planificadores y ejecutores con un afán protagonístico que conspira con una política coherente y de dirección clara.

Se ha hecho dominante una concepción que privilegia la construcción de viviendas populares que aunque en sus estándares en área (aunque no siempre en calidad con las excepciones del caso), puede entusiasmar a las altas esferas del poder, ignora las nuevas ópticas de la producción habitacional que no concibe la vivienda como un producto acabado sino como un proceso que se va transformando en el tiempo, además que compromete la viabilidad



a futuro de atender las necesidades de toda la población necesitada. Porque aunque aspiramos a que todos los ciudadanos cuenten con una vivienda adecuada, tal aspiración pasa por un plan de producción de vivienda y su entorno que, partiendo de un núcleo básico suficiente, sea la semilla de una vivienda que se desarrolle en el tiempo hasta alcanzar un resultado diverso, según las necesidades diferenciales de los variados núcleos familiares.

¿Cómo quedan los que están al final de la cola de espera? Los primeros obtienen una vivienda completa, los que vienen atrás ¿obtienen también eso mismo? Sólo si los recursos alcanzan, lo cual no es seguro.

Una estrategia más viable es dotar a las familias de una vivienda básica que a través de tiempo se transforme en un alojamiento adecuado, pero para infinidad de familias su solución habitacional no es una nueva vivienda sino la rehabilitación de la que ya poseen. Se trata, en fin, de un menú de opciones que no se resume a la agenda de producción habitacional del paso de la Venezuela rural a la urbana, sino a los nuevos retos de la sociedad urbana que desde hace décadas se hizo dominante en nuestro país.

Nos hablan de “verdaderas viviendas” concibiendo como tales las que se requerían cuando los núcleos urbanos atrajeron la migración desde el campo empobrecido. Hoy en día el núcleo principal es la población que nació y creció en las ciudades. Y ahora conocemos mejor la dinámica urbana, sabemos que de nada valen campamentos de viviendas alejadas de los sitios de trabajo, que antes que solución son alimentadores de nuevos problemas.

Las verdaderas viviendas no son las que se conciben desde una oficina burocrática sin conexión con las necesidades de sus habitantes no sólo habitacionales sino de cercanía de las fuentes de empleo, las verdaderas viviendas no son en todos los casos las nuevas construcciones, sino la dignificación de las que ya existen por el esfuerzo propio de sus habitantes, eso sí, acompañadas de un entorno urbanístico y de servicios.

Verdaderas viviendas no es dotar a algunas familias de un alojamiento adecuado, sino de construir y poner en práctica una política que no sea sólo una muestra de lo que pueden alcanzar algunas familias, sino todas. Para ello se requiere un rediseño y reorganización institucional radical, pero también una nueva óptica de entender el hábitat, que no se resume en un cascarón de vivienda sino en una nueva concepción de la vida urbana.

Alberto Lovera

PROGRAMAS DE FINANCIAMIENTO

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO - UCV

El CDCH es el organismo de planificación, coordinación y ejecución de las políticas científicas, humanísticas y tecnológicas que sustentan los programas académicos de la UCV, a través del fomento, financiamiento y promoción de la investigación, formación de recursos humanos y difusión del quehacer científico.

CREAMOS FUTURO PARA VENEZUELA garantizando la mayor participación del personal académico de la UCV en el programa de investigación e incrementando los logros y productividad del sector científico y tecnológico de nuestra máxima casa de estudios a través de nuestros programas de financiamiento:

PUBLICACIONES

- Publicaciones Periódicas
- Libros y Monografías
- Publicación de Artículos y Adquisición de Separatas
- Memorias y Paulas Publicitarias
- Ayuda Menor para Publicaciones

ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN

- Proyectos (Individuales, de Grupos, de Desarrollo Tecnológico y de Transferencia Tecnológica y/o Productos de Investigación)
- Ayudas Institucionales, Ayudas Menores y Aportes Institucionales
- Reparación y Mantenimiento de Equipos
- Complemento a la Investigación y Contingencias
- Programa de Ayuda Institucional a la Investigación Clínica en Cátedras y Unidades de los Hospitales Universitarios de la UCV.

SECRETARÍA GENERAL

- Tráida de Profesores del Exterior
- Subsidios Científicos-Culturales
- Fortalecimiento de las Estaciones Experimentales y a los Pregrados
- Apoyo a la Gerencia de Investigación

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

- Becas (Sueldo, Egresadas, Subvención Matrícula, Post-Doctorado, Año Sabático)
- Pago de Suplencia
- Tesis de Postgrados
- Contratación de Suplentes
- Programa de Estimulo a la Investigación - PEI

ASISTENCIA A EVENTOS CIENTÍFICOS

- Pasantías nacionales e internacionales
- Cursos Cortos nacionales e internacionales
- Eventos Científicos nacionales e internacionales



Si desea información adicional, lo invitamos a que se acerque a nuestra sede en la Av. principal de La Floresta cruce con Av. José Félix Sosa. Qta. Silenia, La Floresta, Caracas
Tlfs: 284-72-22 / 284-70-77. Fax: 285-11-04. E-mail: cdchucv@telcel.net.ve



La industria de la construcción en Venezuela durante la década de los años treinta

Beatriz Meza Suinaga

Resumen

La industria de la construcción en Venezuela durante la década de los años treinta está relacionada estrechamente con las condiciones políticas, económicas y sociales de la época, en un contexto histórico en el cual se conjugan tradición y modernidad. Estos factores han influido notablemente en la producción arquitectónica y de infraestructura realizada en el país, siendo esto más evidente en las obras ubicadas en las principales ciudades, por causa de las decisiones políticas relacionadas al sistema de distribución de la renta petrolera, puesto que parte de la misma fue orientada hacia las inversiones en el sector construcción, incidiendo en la ocupación territorial y en el desarrollo de las urbes.

La participación de la empresa privada y el papel predominante del Estado en la fabricación de infraestructura y de edificaciones, así como en la creación de un marco jurídico legal, determinan los rasgos relevantes de la actividad constructiva, mientras que la disponibilidad económica y las relaciones con el exterior del país han abierto los caminos para la transformación de la tecnología y la aceptación de nuevos materiales que se integran a la industria nacional.

Este artículo está basado en una parte del trabajo de grado denominado «Los inicios de la arquitectura moderna en Venezuela», conducido por el profesor Manuel López Villa, y presentado en la Maestría en Historia de la Arquitectura de la FAU, UCV en 1995. Esta tesis recibió financiamiento del CDCH, UCV.

Descriptor:

Industria de la construcción;
Materiales de construcción;
Tecnología constructiva;
Construcción en Venezuela

Abstract

The characteristics of the building industry in Venezuela during the thirties are related to the political, economic and social conditions of the time in a historical context which conjugates tradition and modernity. These factors influence the architectural production and infrastructure built in the country, being outstanding the geographical location of the buildings within the main cities, this is linked to the political character of the distribution system for the oil income, which surpluses are directed towards investments in the building sector, affecting territory and urban development. Private enterprises participation and the predominant role of the State in building, as well as the creation of a legal framework, determinate the distinctive features of the building activity, while economic availability and foreign bonds open up the pathways for technologic transformation and the approval of new materials integrated to the national building industry.

Descriptors:

Construction industry;
Construction materials;
Constructive technology;
Construction in Venezuela.

Introducción

Las condiciones económicas y sociales predominantes, y la distribución de la población sobre el territorio ocupado en el contexto histórico venezolano de la década de los años treinta, han incidido directamente en el desarrollo y características de la industria de la construcción. Tras la crisis económica mundial ocurrida durante el año 1929, la cual afectó de manera particular al país, se vivió un significativo periodo de recuperación, en el que se manifestaron la decadencia del sector agrícola y la preponderancia de la explotación petrolera como principal fuente generadora de ingresos, el poderoso impulso al proceso de urbanización y el consecuente auge de la arquitectura y de las actividades constructivas expresado en las grandes transformaciones en este sector.

Ocupación territorial y construcción

Los programas de integración regional llevados a cabo a lo largo del siglo XIX, fueron reforzados sobre la estructura territorial existente, durante el primer tercio del siglo XX mediante la implementación de un sistema de comunicaciones propuesto y ejecutado por los regímenes de Cipriano Castro (1899-1908) y Juan Vicente Gómez (1908-1935). La aplicación de las políticas gubernamentales para consolidar la unidad nacional del espacio ocupado se extendió hasta la década de los años treinta, lapso trascendental durante el cual transcurrieron el periodo final del mandato dictatorial de 27 años de J.V. Gómez y el periodo presidencial de Eleazar López Contreras (1936-1941), continuador en parte de las políticas del gomecismo, y en parte, puesto hacia la apertura democrática.

Actividades y políticas estatales se ven dificultadas a causa de la crisis económica mundial de 1929, la cual afecta al país y pone fin a la etapa histórica agroexportadora, acentuando el perfil de la nación como

artículos

economía de enclave y haciendo más profunda la dependencia del petróleo. Graves repercusiones de esa crisis, tales como la disminución del valor de las exportaciones petroleras y agrícolas, y la reducción de los ingresos fiscales y del gasto público, influyen en la organización y características del uso del suelo durante el período (Aranda, 1990). Las propuestas de ocupación y habitabilidad extensiva del territorio nacional, objetivo primordial del gobierno gomecista, no se logran, y en los inicios de los años treinta aún existen en Venezuela grandes zonas desiertas y otras con escasa y empobrecida población.

La explotación del petróleo, convertido desde los años veinte en el producto fundamental de la economía venezolana, generó una dependencia absoluta de este rubro, agudizando la problemática del campo, incidiendo directamente en el incremento de las migraciones internas hacia las ciudades y en el progresivo abandono del medio rural (Betancourt, 1986). La falta de recursos fiscales debida a la crisis de 1929 y la consecuente reducción del gasto, significaron menores asignaciones para obras públicas, haciendo imposible la ejecución de trabajos de infraestructura de gran envergadura; las escasas realizaciones se concentraron en las principales capitales, sobre todo Caracas y Maracay.

La recuperación de la economía venezolana se logra a partir de 1933-1934, cuando se incrementan los ingresos y el Estado puede asumir una política de obras públicas más activa y con variaciones respecto a la posición radical asumida en el decreto del 24 de junio de 1910, en el cual se ordenó la inversión del 50% del presupuesto del Ministerio de Obras Públicas (MOP) para la realización, sólo de vías de comunicación (Arcila Farías, 1974). En 1930, el MOP declara su resuelta intención de ejecutar obras significativas –edificaciones, monumentos e intervenciones urbanas–, cuya realización se vincula con las tesis positivistas de progreso e influye en la atracción que ejercen las ciudades sobre las masas rurales (Caraballo, 1981).

En los años treinta, la distribución de los habitantes sobre el territorio sufre una modificación importante y se expresa en el acentuado cambio proporcional que se empieza a crear entre la población rural y la urbana, en un país en donde, hasta ese momento, había predominado el primer grupo: las migraciones internas cobran intensidad y ritmo acelerado, y dos terceras partes de la población se desarraigan de sus núcleos estables originales (Betancourt, 1986). La persistencia de tendencias y patrones tradicionales de organización social y espacial que se traducen en concentraciones en las zonas ya desarrolla-

das, unida a la aparición de nuevas poblaciones promovidas por la actividad petrolera, caracterizan la ocupación territorial durante el Gobierno de Eleazar López Contreras. Recuperada la capacidad fiscal de Venezuela y ante los graves problemas de salud de la población, en el período se destina gran parte de los ingresos públicos a las áreas de infraestructura y saneamiento (Cendes, 1982).

Los planteamientos positivistas del gomecismo relacionados con la modificación del medio físico, se mantienen durante el mandato de su sucesor, reflejándose esta posición ideológica en las inversiones públicas: se continúan los programas de carreteras y se apoyan nuevos medios de comunicación como la aviación comercial, actividad que se había iniciado a principios de los años 20 en Venezuela pero que se restringía al área militar. Durante el Gobierno de López Contreras, el MOP realizó directamente los trabajos de vialidad –más de 2.000 Km de carreteras–, y modernos aeropuertos como el de Maracaibo y Ciudad Bolívar, y los de Barquisimeto, Cumaná, Carúpano, Santo Domingo, Guasdalito y Puerto Páez; y las compañías petroleras construyeron puertos, aeródromos y 500 Km de vías, obras que comunicaron por tierra, mar y aire el territorio nacional ocupado (Martín Frechilla, 1994; Arcila Farías, 1974).



Foto 1

Las obras de equipamiento realizadas en las principales urbes contribuyeron con las sustanciales transformaciones que se iniciaron en este período de gobierno, cuando el sector urbano toma lugar preponderante en la distribución territorial con respecto al medio rural. Acueductos en Maracaibo, Cumaná, La Asunción y en muchas poblaciones más, se ponen al servicio de las comunidades, así como cloacas y colectores en Caracas, Barquisimeto, Puerto Cabello y otros. En materia de salud pública se realizaron importantes obras, tales como el Sanatorio Antituberculoso y el Hospital de Niños en Caracas, el Hospital Civil de Maracay, reparaciones y mejoras en distintos centros del país. Todas estas obras contribuyeron al mejoramiento de las condiciones urbanas que convirtieron a las ciudades en atractivos focos para los migrantes campesinos (López Contreras, 1986).

El Estado, único ente social con capacidad de actuación en gran escala gracias a la riqueza petrolera, realiza obras como carreteras, infraestructura y desarrollos urbanos, ubicadas en las áreas Centro-Norte Costera y en Los Andes, así como en las ciudades tradicionales, las cuales comienzan a sufrir la invasión de grandes masas de población que, abandonando el interior del país, se vuelcan hacia ellas en pos de mejoras en sus niveles de vida, marcando el inicio de la crisis urbana de la Venezuela del siglo XX.

La industria de la construcción

Como se ha visto, factores económicos, sociales y culturales influyen en las condiciones territoriales y urbanas en la Venezuela de los años treinta, mientras éstas, a su vez, determinan en buena medida la calidad y cantidad de la producción arquitectónica en el país; el sistema de distribución de la renta petrolera orienta la mayor parte de las inversiones hacia las ciudades principales, y en función de ello, proporciona las mayores posibilidades de que se desarrollen en esas urbes diversidad de construcciones, atendiendo a las exigencias de los programas estatales y las demandas de los entes privados.

La estrecha relación entre arquitectura y construcción, en tanto una se encarga del planeamiento y organización del espacio, y la otra de la ejecución de las propuestas, define entre ambas una red intrínseca de influencias; durante el lapso en estudio, las condiciones que prevalecen y el impulso al sector de la construcción, ente y promotor fundamental, inciden directamente en la expansión, orientación y características de la arquitectura venezolana. Se señala en los edificios de la época y dependiendo muchas veces de la ubicación geográfica y de las condiciones de la obra, la persistencia de rasgos del eclecticismo decimonónico, el surgimiento de características de la modernidad, del estilo neohispano y del *art-déco*. Por otra parte, las transformaciones en los procesos constructivos, donde se introdujeron nuevos métodos, técnicas y materiales para coexistir con los tradicionales, hicieron posible el desarrollo de muchas de las expresiones de la arquitectura.

En Venezuela, las primeras décadas del siglo XX estuvieron signadas por el auge y la crisis del sector agrícola –tradicionalmente productivo y base de la economía– y por el comienzo de la explotación petrolera. Este último fenómeno abrió una fase de transformaciones económicas y sociales que reactivaron a la sociedad venezolana: el impacto causado por los ingresos petroleros ge-

neró cambios drásticos en la economía, incluyendo a la industria de la construcción, como parte estructural importantísima del proceso general de la producción. Se diferenciaron claramente dos sectores específicos: el de obras de infraestructura y el de la construcción de edificaciones (Bolívar y Lovera, 1982).

Papel protagónico en la economía venezolana asumió la construcción, fundamentalmente a partir de los años cuarenta, aunque las modificaciones en esta industria ya habían empezado a notarse en la década de los treinta, formando parte de los cambios generales de la sociedad y de los diferentes sectores productivos. La crisis agrícola que afectó a las clases dominantes –tradicionalmente propietarios de tierras y cosechas– fue solventada por éstas al cambiar sus bases de sustentación económica, resarciéndose de las pérdidas con el establecimiento y ampliación de actividades no agrícolas en función de la formación y desarrollo del mercado interno. En tal sentido, se reforzaron aquellas áreas en las cuales ya tenían participación, como el comercio de importación, la banca y la manufactura, y se interesaron en otras como la construcción y los negocios inmobiliarios (Carvallo y Ríos, 1990).



Foto 2

Las características y las nuevas exigencias de una sociedad inmersa en este proceso de cambios, influyen en el desarrollo e incentivo a las actividades constructivas en la Venezuela de los años treinta. Factores como el incremento demográfico urbano, que genera necesidades de servicios y viviendas, las transformaciones requeridas en la administración pública para cubrir el amplio espectro de funciones que asume este Estado moderno –ejército, producción, educación, sanidad, comunicaciones, control fiscal–, los capitales acumulados producto de los ingresos petroleros, el interés manifiesto de los grupos dominantes en negocios predominantemente urbanos, determinan las nuevas perspectivas en cuanto a acciones y directrices en las áreas de la construcción y la arquitectura.

artículos

La industria de la construcción representa un elemento importante en la economía del momento, pues constituye un campo atractivo para la inversión de los excedentes de capital provenientes de las actividades del sector privado, las cuales ya habían iniciado un proceso de acumulación significativo desde los años veinte. Por otra parte, es un medio de distribución de la renta pública de procedencia petrolera y uno de los factores determinantes debido a su posibilidad de generar nuevos puestos de trabajo en el sector: entre 1920 y 1936, el empleo, a través de las obras públicas –carreteras y servicios en los centros urbanos más relevantes–, alcanzó el 9,3% anual, cuando el promedio nacional fue de 3,5% (Carvalho y Ríos, 1990).

De esta manera el gasto público y la iniciativa privada, orientados hacia la industria de la construcción, participan activamente en la redistribución de los ingresos nacionales e intervienen en diversas áreas de la sociedad, permitiendo la absorción productiva y no sólo consuntiva de la renta petrolera. A su vez, la generación de empleos en el sector contribuye a atraer a grupos de migrantes del campo, quienes se dirigen a los principales centros urbanos, trayendo como consecuencia la creación de un mercado interno y la difusión de los negocios con la propiedad inmobiliaria. Esta demanda incentiva la práctica arquitectónica, el desarrollo de nuevas edificaciones y elementos de servicios, cambiando de manera significativa la imagen y el funcionamiento de aquellas urbes que reciben la mayor atención e inversiones por parte de los entes estatales o particulares (Negrón, 1991).

El papel del Estado y de la empresa privada

La producción arquitectónica y las actividades de construcción en Venezuela durante la década de los treinta se relacionaron estrechamente con las políticas gubernamentales de control público y de modernización nacional; en los regímenes de Juan Vicente Gómez y Eleazar López Contreras, la creación de un sistema efectivo de comunicaciones, la centralización administrativa, la profesionalización del ejército, la atención a la salubridad y a la educación, requirieron para su implementación y funcionamiento de un esfuerzo significativo por parte de la industria de la construcción, el cual fue llevado a cabo fundamentalmente por el sector público. Esta presencia del Estado como principal promotor de la arquitectura y la construcción ante una débil iniciativa privada, fue un fenómeno que se presentó de manera similar en diferentes países latinoamericanos en las primeras décadas del siglo XX (Vargas Salguero y López Rangel, 1985).

Los ingresos petroleros cambian las características de la economía venezolana y permiten al

Estado disponer de recursos para realizar sus programas, dirigidos más hacia el logro del control del país que al impulso del aparato productivo. Desde 1920, a los ministerios de Relaciones Interiores, Guerra y Marina, y Obras Públicas se destina el mayor porcentaje del crecimiento del gasto público, tendencia que persiste en 1930 y se modera entre 1931-32 y 1935-36, y aunque desde 1936 se atiende también al campo social y de fomento a la economía, los tres ministerios mencionados mantienen la prioridad, y concentran casi la mitad del presupuesto del periodo. Así, a través del MOP, el Estado asume una posición predominante respecto a la empresa privada en el sector construcción, encargándose de las obras de mayor envergadura en calidad y cantidad, como la creación de infraestructura territorial y urbana, y la producción de edificaciones (Arcila Farías, 1974).

Durante los últimos cinco años del mandato gomecista (1930-1935), el presupuesto destinado al Ministerio de Obras Públicas fue de 22,2%, en relación con el presupuesto nacional, ocupando el segundo lugar después del de Relaciones Interiores, indicativo de la importancia del sector en los programas gubernamentales. Esta tendencia se mantuvo durante el Gobierno de López Contreras, alcanzando el gasto en obras públicas una media del 23% de las entradas fiscales en esos cinco años. En esta década de los treinta estos recursos se destinaron a la construcción de vías de comunicación territoriales y urbanas, puertos y aeropuertos en distintas regiones, y obras para el equipamiento urbano –acueductos, cloacas y colectores, plazas y parques, mercados y cementerios, servicio eléctrico y de teléfonos (Arcila Farías, 1974).

Mención especial merecen las edificaciones públicas –administrativas, militares, sanitarias, educacionales, recreativas– de gran magnitud y extendidas por todo el territorio: las sedes de gobiernos estatales y municipales en Cumaná, San Cristóbal, Barquisimeto, San Juan de los Morros; los edificios para los ministerios de Fomento y de Educación en Caracas; cuarteles en Maracay y San Cristóbal; hospitales como el Antituberculoso y el de Niños, el asilo para Mendigos en Caracas, los hospitales Militar y Civil en Maracay; escuelas como la Experimental Venezuela, la Gran Colombia y el liceo Caracas en Caracas, el liceo Simón Bolívar en San Cristóbal; el teatro de la Ópera y el hotel Jardín en Maracay, el hotel Rancho Grande en la vía hacia Turiamo (MOP, 1931-1941).

El importante papel que cumple el Estado en relación con la industria de la construcción en este periodo no se debe únicamente a su actuación directa como ejecutor, ni se reduce a la distribución de recursos financieros a través de contratos con la empresa privada, también interviene en el marco jurídico-institucional mediante un cuerpo de leyes y normas que se promulgan en estos

años, y que forman parte del intento general de modernización que se emprende en el país. Diversas ordenanzas y reglamentos se dictan con el objeto de regular y controlar, en función del bienestar público, la producción constructiva y el urbanismo, sobre todo en las ciudades principales.

Ya en la Constitución de 1925 se asigna competencia a las municipalidades en cuanto a ornamentación y arquitectura civil, además del servicio de higiene y salubridad; en la Ley de 1936 se prescribe la expropiación por causa de utilidad pública y social en el caso de saneamiento y ensanche de las poblaciones. Se dictan resoluciones urbanas: en Caracas se elimina la doble vía en las calles en 1930, en 1931 se establece horarios para carga y descarga, se ordena la construcción de estaciones de servicio y garajes, y la ampliación del frente del lote para que se incluya el garaje particular en las nuevas viviendas (Martín Frechilla, 1994; Caraballo y Moreno, 1991).

La iniciativa privada, concentrada tradicionalmente en sus actividades agrícolas, luego de superar la crisis de 1929-1930 dirige su atención hacia los negocios urbanos, determinando en buena medida la transformación de la base económica nacional. Las clases dominantes se dedican a otros renglones productivos y aprovechan los excedentes petroleros invirtiéndolos en actividades inmobiliarias y de construcción, acogidos a los lineamientos estatales, quizás por la facilidad de colocarse bajo el abrigo del gobierno, sin arriesgar mucho aprovechando los beneficios de esta relación.

La construcción urbana de infraestructura y vivienda se convierte en un medio para el traslado de los recursos públicos a los entes privados, como contratistas del Ministerio de Obras Públicas o del Banco Obrero, mediante créditos otorgados por este banco, o utilizando otras vías menos conspicuas, como el uso de los fondos concedidos por el Banco Agrícola y Pecuario para actividades propias de ese sector, desviados hacia la adquisición de terrenos y construcciones. La iniciativa privada se orientó hacia obras de carácter netamente urbano, encargándose de ciertos rubros y estimulando la expansión de las ciudades con los nuevos desarrollos residenciales; particularmente en Caracas desde fines de la década del veinte se



Foto 3

ve surgir, promovidas por inversionistas particulares, urbanizaciones como San Agustín, Los Caobos, El Conde, La Nueva Caracas y El Deleite entre 1922 y 1928, Las Delicias y Caracas Country Club en 1928, La Florida y Campo Alegre en 1929, Los Chorros y Los Magallanes de Catia en 1930, Sebuacán en 1932 (Di Pasquo, 1985; Gasparini y Posani, 1969).



Foto 4

En la relación Estado-empresa privada se establece una virtual repartición de responsabilidades y funciones en el campo de la construcción urbana: el Estado, aparte de cumplir con las necesidades del propio sector público, queda encargado de dotar a las poblaciones de infraestructura y servicios comunales, mientras los inversionistas particulares atienden fundamentalmente a los requerimientos de vivienda, recreación, comercio y banca. La actividad privada tiene significación especial mediante una producción edificatoria que contribuye al establecimiento de nuevos patrones formales, funcionales y técnico-constructivos en la arquitectura venezolana de la década de los treinta, manifestándose con mayor fuerza en la ciudad de Caracas, con relevantes ejemplos como el teatro Caracas y el cine El Dorado, proyectados por el arquitecto Rafael Seijas Cook, tiendas como «El Almacén Americano» y «El Pan Grande», y el edificio para el Banco Holandés de Las Indias Occidentales; estos últimos, obras del ingeniero Guillermo Salas.

artículos

Tecnología constructiva

El final del siglo XIX en el mundo occidental se caracteriza por la expansión de las ideas del liberalismo y del capitalismo, y la difusión e influencia de los patrones de industrialización de los países más avanzados sobre el resto del orbe. Venezuela, como la mayoría de las naciones latinoamericanas, enfrenta una apertura hacia el exterior que afecta las áreas de la economía, la cultura y la tecnología; respecto a esta última, el país actúa como ávido receptor de los adelantos, incorporándolos y adaptándolos al propio contexto: se asume en muchas obras las modalidades propias de la construcción decimonónica que presenta rasgos heterogéneos en la mezcla de técnicas y materiales tradicionales, junto con la aceptación y aplicación de tecnologías industrializadas. Esta condición de diversidad perdura hasta el siglo XX.

La transferencia tecnológica en la construcción venezolana fue facilitada por la presencia, desde 1880, de las compañías y profesionales extranjeros encargados de la red de ferrocarriles, decretados y ejecutados durante los regímenes del general Antonio Guzmán Blanco (1870-1877, 1879-1884, 1886-1888). El acceso a modernas técnicas constructivas y materiales novedosos amplió las posibilidades de proposición y de acción en el área de la ingeniería y la arquitectura, tal como lo demuestra la construcción en concreto armado del matadero de Caracas (1897-1899), según proyecto del ingeniero alemán Carl Henkel, el temprano empleo de estructuras de hierro, y de materiales como el asfalto y el granito comprimido, y la importación, a partir de 1900, de casas antisísmicas con perfiles y cerramientos modulares de láminas metálicas (Arcila Farías, 1961; Cilento, 1982).

Desde principios del siglo XX se generaliza el uso del concreto para la pavimentación de calles, abandonando el empleo de piedras, adoquines y baldosas; la inauguración en 1909 de la primera fábrica de cemento en Venezuela –la planta La Vega–, es un importante incentivo para la introducción de la tecnología del concreto en el país, primero en la vialidad y luego en edificaciones; la incorporación de estos avances no significó que se hubiera dejado de lado los conocimientos y aplicaciones de las técnicas y materiales tradicionales en la construcción tales como el bahareque y la tapia, de frecuente uso en las regiones rurales (Asociación Venezolana de Productores de Cemento, 1958; Cilento, 1982).

El empleo del concreto armado se «oficializa» en 1912 con la construcción en Caracas, del edificio para los Archivos Nacionales y Registro Principal, prime-

ra edificación de más de dos pisos de altura erigida en Venezuela, diseñada por el arquitecto Alejandro Chataing, con cálculo estructural del ingeniero Manuel Felipe Herrera Tovar. El edificio para los Archivos se convierte en un prototipo con estructura de concreto armado, dimensionada según un proceso de experimentación llevado a cabo por el MOP; desde ese momento, esta tecnología es la dominante en la industria de la construcción en el país (Arcila Farías, 1961).



Foto 5

En Venezuela no se producían todos los materiales requeridos para la construcción con las nuevas técnicas, la mayor parte de éstos debían ser importados, y aquellos que se encontraban en el país –ladrillos, cemento, yeso, cal, madera, arena–, se explotaban de forma rudimentaria, obteniéndose calidades variables y generalmente inferiores a los estándares aceptados internacionalmente. Por ejemplo, los ladrillos fabricados en Caracas eran considerados deficientes y sin valor ornamental,

a pesar de que se contaba con excelentes arcillas, según lo reveló un estudio que en 1939 hiciera el Laboratorio de Ensayos de Materiales del MOP (De Sola, 1959). Las circunstancias en que se encontraba la producción nacional facilitaron la asimilación de elementos novedosos y de los avances tecnológicos venidos del exterior, aceptación estimulada por la demanda y la disponibilidad financiera que hizo posible importar todo tipo de artículos para la construcción: desde tuberías de hierro fundido, piezas sanitarias, mosaicos glaseados, cerámicos y refractarios, mármoles y granito para pisos, hasta tejas de cemento impermeabilizado –planas o de tipo alemán (Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela, 1930-1940).

En cuanto a maquinarias y herramientas, en el país se disponía y se distribuía bajo el sistema de representaciones comerciales, variadas bombas hidráulicas, hormigoneras y montacargas, y distintos elementos como mallas de acero expandido conocidas como sen-

sen, pasando por metales desplegados Steelcrete, láminas Berloy o los productos de Truscon Steel y Johns Mansville. Empleando por vez primera modernas tecnologías en un edificio de varios pisos –estructura metálica, tratamiento acústico–, Gustavo Wallis, representante de Steel-Mansville, construye el teatro Principal en Caracas en 1928-1930 (Niño Araque, 1984). Innovaciones como éstas, que fueron cada vez más utilizadas en el área de la construcción en Venezuela, no alcanzaron a introducir, sin embargo, esquemas de prefabricación, estandarización o producción en serie en gran escala.

En las edificaciones realizadas por el MOP en esta década, se pasa gradualmente del uso de la mampostería de arcilla al concreto armado y paredes de ladrillo, introduciéndose el bloque hueco de arcilla y concreto. El Banco Obrero construye viviendas unifamiliares con mampostería de arcilla y techo de platabanda o con láminas de asbesto-cemento, zinc galvanizado o tejas asfálticas sobre forro de madera. La heterogeneidad y diversidad tipológicas en la vivienda obrera realizada con materiales y técnicas conocidas, junto con elementos prefabricados, se concreta en la primera ciudad-jardín en Venezuela, la urbanización Bella Vista en Caracas de 1937 (Cilento, 1982).

Foto 6



Frente a esta propuesta convencional destaca un serio y logrado intento de construcción de viviendas populares atendiendo a conceptos de industrialización y producción en serie, además del aprovechamiento de técnicas y materiales novedosos: en la urbanización ProPatria, proyectada y ejecutada por el arquitecto Carlos Guinand para el Sindicato ProPatria en 1939, se realiza un conjunto de 317 casas iguales y continuas en donde la tipología tradicional es respetada pero llevada a cabo con materiales innovadores como las láminas de siporex para el techo cubierto con tejas (García y López Villa, 1989; Colmenares, 1989).



Foto 7

A pesar del amplio uso del concreto armado y de las estructuras metálicas en Venezuela durante los años treinta, las viviendas multifamiliares y los edificios en general no superaban en altura los 4 pisos y aun en 1938, la construcción del edificio de cuatro niveles para el Ministerio de Educación Nacional fue señalado como el primer rascacielos en la ciudad, cuya altura competía con la de la torre de la Catedral de Caracas (Revista Técnica del MOP, nº 79). El servicio eléctrico desarrollado por la iniciativa privada, fundamentalmente en las ciudades desde fines de los años veinte, permitió el uso de ascensores, de los cuales disponían el Hotel Majestic y tiendas como «El Almacén Americano» y «El Pan Grande» en Caracas; también el edificio del Ministerio de Educación Nacional, el cual contaba además con un novedoso sistema de acondicionamiento de aire. El Hotel Majestic, inaugurado el 30 de diciembre de 1930, disponía de modernos equipos eléctricos como bomba hidráulica, elevador y calentador de agua para la piscina (Caraballo, 1993).

La construcción venezolana combina tradición e innovación, y ello se manifiesta no sólo en la ejecución de obras, también las publicaciones especializadas –Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela, Revista Técnica del MOP–, reflejan tal situación en sus anuncios comerciales y en artículos específicos: ábacos para el cálculo estructural, soluciones de pisos celulares para grandes luces, pruebas con cemento nacional en estructuras con concreto armado, construcciones en acero, el uso de la arcilla y del duro-aluminio, se reseñan junto al estudio «científico» realizado por profesionales extranjeros y venezolanos de técnicas tradicionales como la tapia y el adobe. Entre ellos destaca el ingeniero Leopoldo Sabater, quien en una

artículos

conferencia dictada en el Colegio de Ingenieros en el año 1938, sugiere sustituir el ladrillo mediante el empleo de la tierra cruda para paredes en la construcción de casas baratas (Revista Técnica del MOP, n° 77).

En la reglamentación de las actividades constructivas en Venezuela se marcó una etapa importante con la redacción de las primeras Normas para la Construcción de Edificios, elaboradas en 1936, por el ingeniero Edgard Pardo Stolk, importante profesional adscrito al Ministerio de Obras Públicas. Este instrumento legal contenía recomendaciones sobre mezclas de concreto y mortero, construcción de estructuras, muros y paredes, instalaciones eléctricas, sanitarias y de intercomunicación en tubos empotrados, obras de herrería y ebanistería. Este mismo organismo crea en 1939 las Normas para Cálculo de Edificios, publicadas en 1941, estableciéndose su obligatorio cumplimiento por parte de los constructores (Cilento, 1982; Arcila Farías, 1974).

La aceptación y el manejo de materiales importados y técnicas avanzadas en la construcción venezolana de la década del treinta, se produjo a pesar de que la mano de obra no estaba capacitada ni especializada para las operaciones; las condiciones del país en el momento, y la fuerte demanda, permitieron la utilización de esa mano de obra. Pero las carencias no se limitaban únicamente al aspecto de la capacitación para el trabajo, pues para el año 1936 existía un altísimo índice de analfabetismo entre los obreros empleados del MOP, el cual ha sido señalado en 95% del total; para subsanar este grave problema, el ministerio creó en enero de ese año el Servicio de Educación Obrera (Arcila Farías, 1974).

El MOP estableció desde 1936 escuelas primarias para los obreros, encargándose también de su adiestramiento y capacitación mediante su incorporación a las escuelas artesanales, en las cuales se impartían conocimientos acerca del oficio de la construcción en sus diferentes ramas, incluyendo el manejo de distintas maquinarias y equipos especializados; con estas acciones el Estado inició el proceso de tecnificación de los trabajadores dedicados a la industria de la construcción en Venezuela.

Conclusiones

La tendencia establecida por el urbanismo decimonónico en cuanto a la concentración de población en determinadas regiones, se mantuvo durante el siglo XX, a pesar de los cambios que ocurrieron desde las primeras décadas: apropiación e integración de nuevas áreas del territorio y aparición de otros centros poblados. En este proceso de dinamización, por el cual, por primera vez en la historia venezolana, comenzaron a variar los índices de población rural en favor de la urbana, se conjugaban factores como las transformaciones derivadas de la explotación petrolera y la crisis agrícola de fines de los años veinte, las migraciones internas y el incremento del gasto público.

Las actividades constructivas en los primeros años del siglo XX no fueron de gran magnitud, pues hasta mediados de la década del veinte fue cuando se dispuso de recursos para emprender obras en dimensiones desconocidas hasta entonces: el incremento de los lazos con el exterior por la actividad petrolera hizo posible el intercambio tecnológico y cultural, que fue aprovechado por la industria de la construcción y por los profesionales del país para la concreción de los planes públicos y privados. El carácter dual de la construcción, que conjugaba el aspecto artesanal y la utilización de adelantos técnicos, permite satisfacer las exigencias que para el sector se presentan en los años treinta, cuando se produjeron de manera paulatina, cambios en la actividad constructiva que influyeron en la arquitectura y en la infraestructura de las principales ciudades del país.

Las transformaciones que sufre Venezuela en todas las áreas desde el inicio de la explotación petrolera también se registran en la industria de la construcción y en la producción arquitectónica, tanto en sus rasgos como en la cuantía de lo realizado; los cambios, directos o indirectos, que se producen en la construcción nacional durante los años treinta no sólo se limitan a los montos de inversión, a su papel como elemento dinamizador de la economía o a la adaptación a las nuevas exigencias del Estado y de la empresa privada, sino que también tienen que ver con la expansión de la industria en sí misma, con la incorporación de materiales y técnicas novedosas y con los primeros intentos de especialización de la mano de obra.

Bibliografía

- ARANDA, S. 1990. *La economía venezolana. Una interpretación de su modo de funcionamiento* (con un resumen del período 1975-1984). Caracas: Pomaire.
- ARCILA FARIAS, E. 1961. *Historia de la Ingeniería en Venezuela* (T. II). Caracas: Colegio de Ingenieros de Venezuela.
- ARCILA FARIAS, E. 1974. *Centenario del Ministerio de Obras Públicas. Influencia de este ministerio en el desarrollo* (1874-1974). Caracas: Ministerio de Obras Públicas.
- ASOCIACIÓN VENEZOLANA DE PRODUCTORES DE CEMENTO, 1958. *Historia del cemento y su fabricación en Venezuela* (Como homenaje al 1er Congreso Interamericano de la Industria en Venezuela). Caracas: Asociación Venezolana de Productores de Cemento.
- BETANCOURT, R. 1986. *Venezuela, política y petróleo*. Caracas: Monte Ávila.
- BOLIVAR, T. y LOVERA, A. 1982. "La industria de la construcción en Venezuela" en *Ensayos sobre el problema de la vivienda en América Latina*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- CARABALLO, C. 1981. *Obras públicas, fiestas y mensajes. Un puntal del régimen gomecista*. Caracas: Academia Nacional de la Historia.
- CARABALLO, C. 1993. *Hotelería y turismo en la Venezuela gomecista*. Caracas: Corporación de Turismo de Venezuela.
- CARABALLO, C. y MORENO, J. 1991. Los últimos días de aquella de los techos rojos, o los «Planes» antes del «Plan». En *El Plan Rotival. La Caracas que no fue 1939-1989*. Caracas: Instituto de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, pp. 49-72.
- CARVALLO, G. y RÍOS, J. 1990. *Análisis histórico de la organización del espacio en Venezuela*. Caracas: Universidad Central de Venezuela, CDCH.
- CENDES, 1982. "Análisis histórico de la organización del territorio en Venezuela", Caracas: MARNR, CENDES (mimeo).
- CILENTO, A. 1982. "Evolución y tendencias tecnológicas en la construcción de edificaciones en Venezuela (Notas para su estudio)". Caracas: Universidad Central de Venezuela, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (mimeo).
- COLMENARES, J. L. 1989. *Carlos Guinand Sandoz*. Caracas: Claderca.
- DE SOLA, R. 1959. "La vivienda y la construcción en Venezuela". En *Contribución al estudio de la vivienda en Venezuela*. Caracas: Corporación Venezolana de Fomento.
- DI PASQUO, C. 1985. "Caracas 1925-1935. Iniciativa privada y crecimiento urbano". Trabajo de Ascenso a Asistente. Caracas: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.
- GARCÍA, N. y LÓPEZ VILLA, M. 1989. "Esquema histórico del Banco Obrero, 1928-1958". En *Revista del Colegio de Arquitectos de Venezuela. La vivienda multifamiliar de los 80*. Caracas, diciembre/enero, nº 52, pp. 72-79.
- GASPARINI, G. y POSANI, J.P. 1969. *Caracas a través de su arquitectura*. Caracas: Fina Gómez.
- LÓPEZ CONTRERAS, E. 1986. *Gobierno y administración*. Caracas: Arte.
- MARTÍN FRECHILLA, J.J. 1994. *Planes, planos y proyectos para Venezuela: 1908-1958 (Apuntes para una historia de la construcción del país)*. Caracas: CDCH, Editorial Acta Científica.
- NEGRÓN, M. 1991. "Territorio y sociedad en la formación de la Venezuela contemporánea". En *El Plan Rotival. La Caracas que no fue 1939-1989*. Caracas: Instituto de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, pp. 21-36.
- NIÑO ARAQUE, W. 1984. *Diccionario de las Artes Visuales en Venezuela. Arquitectura* (Apéndice). Caracas: Monte Ávila.
- REVISTA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA. Caracas, 1930-1940.
- REVISTA TÉCNICA DEL MOP, Caracas, feb. 1938, nº 77; jun. 1938, nº 79.
- TINOCO, E. 1991. *Asalto a la modernidad (López, Medina y Betancourt: del mito al hecho)*. Caracas: Academia Nacional de la Historia.
- VARGAS SALGUERO, R. y LÓPEZ RANGEL, R. 1985. La crisis actual de la arquitectura latinoamericana. En *América Latina en su Arquitectura*, (Relator: Roberto Segre). México: UNESCO-Siglo XXI, pp. 186-203.
- VENEZUELA. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (1931-1941). *Memoria*. Caracas: MOP.



CONDES

Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de La Universidad del Zulia

Es un ente de permanente asesoría y consulta del Consejo Universitario, adscrito al Vice Rectorado Académico, destinado a diseñar y ejecutar una política científica que comprende la elaboración de los fundamentos teóricos; y el establecimiento de mecanismos para estimular, financiar, difundir y promocionar la investigación en la Universidad como contribución al desarrollo del país.

Visión

El CONDES, es una unidad Académico-administrativa de apoyo, que hará posible la consolidación de una comunidad científica, mediante: el financiamiento de proyectos y programas de investigación, el entrenamiento para la divulgación de sus resultados, la incorporación de jóvenes que garanticen la continuidad de las líneas y áreas; y, el reconocimiento a la labor realizada.

Misión

Coordinar, estimular y difundir la investigación en el campo científico y en el de los estudios humanísticos y sociales, mediante la ejecución de programas, planes y proyectos académicos que integran las actividades científico-tecnológicas con las de docencia, de pre y postgrado, para así dar respuesta a las necesidades y demandas del entorno regional, nacional e internacional.

Objetivos

General:

Establecer vinculación con los diferentes entes que realizan actividades de investigación.

Específicos:

Establecer interrelación con dependencias de investigación de LUZ, para conocer los planes y proyectos de las mismas.

Realizar acciones concernientes a la difusión y divulgación de las actividades de investigación.

Fomentar la actualización del personal de investigación.

Conocer y divulgar las actividades de apoyo a la investigación que realizan los organismos centrales de investigación (CONICIT, FUNDACITES, etc.)

Mantener relación estrecha entre las actividades de investigación y Postgrado.

Programas de Financiamiento del CONDES

Programas y Proyectos de Investigación:

El CONDES, contribuye con el desarrollo de la investigación científica y humanística realizada por los miembros del personal Docente y de Investigación de LUZ o cursantes de postgrados.

Equipo:

Apoyar a los investigadores en la adquisición de equipos de gran envergadura, contribuyendo al mejor funcionamiento de las actividades científicas que se realizan por partes de aquellos grupos motivados a trabajar de manera interdisciplinaria.

Asistencia a Eventos y Reuniones científicas:

Promoción y apoyo a la comunidad científica de investigadores para la asistencia a diferentes eventos nacionales e internacionales con el fin de enriquecer la formación académica a través del intercambio entre pares.

Organización de Eventos científicos:

Apoyo a la realización de eventos enmarcados en el desarrollo de las actividades de investigación.

Cursos, entrenamiento y pasantías:

El CONDES financia la asistencia a cursos, entrenamiento y pasantías dentro y fuera del país.

Revistas científicas:

Para cumplir su función de divulgación científica, el CONDES asigna fondos para la edición de revistas arbitradas, siempre y cuando cumplan con la rigurosidad científica exigida a nivel nacional e internacional.



Dirección
Av. 4 Bella Vista con calle 74. Edif. FUNDALUZ, Piso 10, Maracaibo, Edo. Zulia
Código Postal: 4002. Telf./fax: (061) 926307, 926308, 596860.
Página Web: www.condes.luz.ve. E-mail: condes@europa.ica.luz.ve, condes@nablinka.reaccium.ve

La vivienda semilla. Propuesta alternativa para sectores sociales con déficit habitacional

Mariana Gatani

Resumen

La realidad económica-social actual de la mayoría de los países latinoamericanos está muy vinculada a un acelerado proceso de urbanización ocurrido en las últimas décadas. Las ciudades se expresan como centros de conflictos y contradicciones sociales. Se manifiesta en violencia callejera, elevados índices de delincuencia juvenil, falta de empleos, chicos que viven en las calles, ... angustia social.

La desnutrición, la desocupación y la falta de viviendas son sólo algunas de las manifestaciones de la situación de desatención en la que vive un amplio sector de la sociedad.

En atención a la realidad habitacional de varios millones de personas, y considerando que el déficit de viviendas lejos de reducirse continúa incrementándose, surge la necesidad de proponer esquemas alternativos para la construcción, mejoramiento del parque recuperable, provisión de lotes con servicios, modelos de vivienda progresiva, entre otros.

Es en esta última línea que se desarrolla el presente trabajo de investigación.

Se trata de un modelo de gestión y construcción de vivienda donde se propone la construcción de vivienda básica, completable y mejorable en el tiempo hasta convertirse en una vivienda tan confortable como se pretenda y se disponga de posibilidades económicas para hacerlo.

Descriptor:

Vivienda económica; Política sociohabitacional; Pobreza; tecnologías constructivas; Vivienda progresiva; Innovación tecnológica.

Abstract

The present social-economic situation of the majority Latin American countries is closely related to a quick process of urban development which has recently occurred. The cities express themselves as centers of conflicts and social contradiction.

This is shown in street violence, high rate of juvenile delinquency, lack of employment, children who work in the streets, ... social anguish. The undernourishment, the unemployment and the lack of houses are only some of the signs of disorientation in which a wide section of the society live.

In attention to the popular housing situation of millions of people, and considering that the deficit far from reducing, continues to increase, arises the necessity to propose alternative scheme of building of houses, improving of the recoverable park, provision building sites with services, models of progressive housing, among others. The work of investigation is developed in this line.

It is about a model of management and building of housing where a basic house is proposed, built with traditional materials, at low initial prices, which can be completed and improved in time, to have a housing as comfortable as desired, and according the possible economic means.

Descriptors:

The economical house; Social housing policy; Poverty; constructive technologies; Progressive housing; Technology innovation.

Introducción

Este comienzo de siglo nos pone frente a un mundo globalizado. Globalizado en relaciones institucionales, políticas, económicas, culturales. Sin embargo, la sociedad no aparece globalizada si con dicho término pretendemos representar equidad en la distribución de los recursos, igualdad de acceso a oportunidades laborales, educativas, a la salud, a la vivienda.

La virtual división entre países desarrollados y aquellos llamados en vías de desarrollo parece acentuarse con el correr de las décadas. Las diferencias entre los países también se muestra hacia el interior de los mismos. Según Sampedro y Berzosa¹ "... entre 1960 y 1989, los países que concentran el 20% más rico de la población mundial aumentaron su participación en el PGB internacional del 70,2% al 82,7%. En los países en donde vive el 20% más pobre de la población mundial, la participación se redujo del 2,3% al 1,4%. En 1960, el 20% más rico recibía 30 veces más que el 20% más pobre; en 1989 la diferencia era de 60 veces".

La iniquidad en la distribución de la riqueza tiene indicadores que algunos autores prefieren denominar como NBI (necesidades básicas insatisfechas). Sin embargo, detrás de cada uno de estos indicadores (salud, educación, vivienda, empleo, etc.) existe una gama imponderable de matices: superpoblación infantil, falta de acceso a las oportunidades de empleo, desnutrición, bajo rendimiento educativo, violencia juvenil, delincuencia y drogadicción son sólo algunas de las manifestaciones observadas.

artículos

Las consecuencias del enorme crecimiento demográfico y urbanización acelerada se proyectan en forma consolidada sobre los países que componen la parte del mundo llamada en vías de desarrollo.² En este sentido, la Conferencia de Habitat II consensuó la valoración conceptual del incremento sostenido de las tasas de urbanización y de población en las ciudades del mundo: "La urbanización vino para quedarse y las políticas públicas deben adaptarse a esta nueva realidad".³

Consecuentemente, aproximarse a la realidad de millones de latinoamericanos es precisar la manera en que la pobreza crece y toma nuevas formas espaciales en la ciudad. La ya denominada "urbanización de la pobreza"⁴ se manifiesta en las "villas miseria" con condiciones habitacionales deficitarias: hacinamiento, construcción de viviendas inseguras, insalubridad del ambiente por la baja calidad de los servicios de infraestructura, o carencias de ellos. Pero la pobreza no sólo tiene "olor a villa, cantegril, favela, a rancho de las afueras de Caracas o a pueblo joven de Lima".⁵ Es un fenómeno que se expande por la ciudad y tiene manifiestas consecuencias en toda la sociedad.

El problema de la vivienda

Como efecto de fenómenos de pauperización urbana, a la pobreza estructural se suman los llamados "nuevos pobres"⁶ en la escena social y económica. Muchos de ellos han engrosado la población de las villas miseria. Asentamientos espontáneos donde, en la mayoría de los casos observados, carecen de títulos de propiedad. Allí, los modos de habitar y de construir incorporan modalidades diferentes a las corrientes observadas en la conformación de las villas miseria de las décadas anteriores. Muchos de sus actuales pobladores traen consigo técnicas de construcción con mampuestos a la vista, ventanas con rejas, y hasta equipamiento de electrodomésticos. Aunque estos modos de habitar contrastan con su hábitat miserable.⁷ En Argentina, especialistas en censos habitacionales coinciden en que el número de viviendas precarias no ha variado entre el censo de 1980 y 1991.⁸ No obstante, el aumento de la superficie urbana con trazados en condiciones irregulares podría señalar que ha variado la composición de los habitantes de los asentamientos precarios (y paradójicamente éstos cuentan con viviendas con crecientes niveles de habitabilidad).

Otra de las manifestaciones emergentes del incremento del déficit de soluciones habitacionales urbanas, es el hacinamiento en viviendas de buena calidad, que son compartidas por más de un hogar, unidos por lazos familiares o de allegamiento. Es éste el sector que compone el déficit de viviendas por hacinamiento de ho-

gares.⁹ En tanto, la vinculación de las actividades residenciales con las actividades productivas demuestra nuevas formas de alojamiento. Un importante número de familias se ha visto obligado a habitar en reducidos espacios de su vivienda motivadas por carencia de recursos para ampliar la superficie de la misma a medida que aumentaron los requerimientos de sus integrantes, sumada a la incorporación de una actividad vinculada al ingreso económico para su sostenimiento, en forma de un local de comercio tal como quiosco, despensa, taller mecánico o lavadero de autos.

Como podríamos seguir analizando, la pobreza y el problema de la vivienda no se reducen a niveles de indigencia. En consecuencia, exigen múltiples y variada oferta de soluciones.

El panorama urbano de la vivienda social

Poder aspirar a una vivienda digna no se trata sólo de un problema de carencia de recursos. La falta de ejercicio de gestión para la obtención de la misma es en parte atribuida al Estado por mantener durante años una política proteccionista de entrega de viviendas completas denominadas "llave en mano" a pagar en convenientes cuotas. Es ésta una de las maneras de no promover soluciones masivas de viviendas ya que los elevados costos de las mismas sumados a extensos tiempos de recuperación financiera posibilitan el acceso a la vivienda oficial sólo para un reducido número de familias demandantes.

Existen algunas experiencias de ONG¹⁰ y organismos intermedios en la gestión y provisión de viviendas. Estos planes fueron llevados a cabo durante gran parte de los años 70 y primeros años de la década de los 80, con el apoyo económico de agencias de cooperación internacional u organismos nacionales de promoción. En este sentido, experiencias puntuales se han realizado por planes de ayuda mutua, con o sin empleo de tecnología tradicional, pero cuyos logros sólo alcanzan a sectores previamente organizados con apoyo y asistencia social y grupal. Existen evaluaciones dispares sobre estas experiencias.

Consideramos que las técnicas empleadas bajo objetivos de organización comunitaria para la construcción de sus propias viviendas responden a lógicas de otro contexto social y cultural (en atención a las fechas en la que fueron desarrollados), diferentes a las condiciones actuales y particulares de cada situación. El mayor o menor éxito alcanzado en el logro de sus objetivos, se explica en parte al aporte sobredimensionado del esfuerzo de los pobladores beneficiarios y de los equipos técnicos, que asumían compromisos y responsabilidades con su organización, y con los integrantes del grupo destinatario del proyecto. En tal caso, bueno sería revisar aquellas experiencias

a la luz de variables como la replicabilidad y la eficiencia en el manejo de los recursos, presentes en los programas habitacionales contemporáneos.

Finalmente, otro sector de la población con déficit habitacional, posiblemente el más audaz, decidió afrontar la construcción de su vivienda por auto-gestión, que también en ocasiones puede significar auto-construcción y/o autofinanciación. El resultado: indeterminado tiempo de construcción de sus soluciones habitacionales (dimensionadas a cada aspiración, más que a reales posibilidades); elevado precio final, ya sea por deterioro, pérdida o mal uso de los materiales, la falta de especialización y la no continuidad de mano de obra calificada, las compras de insumos "al menudeo"; y, finalmente, dudosa calidad de la vivienda.

Entre manchas e intersticios de la trama urbana, desde el centro hacia la periferia de nuestras ciudades latinoamericanas, existe también la posibilidad de una rica y variada lectura sobre los modos populares de alojamiento, donde los verbos habitar y construir parecen no tener una lógica preestablecida. Así, el arquitecto Horacio Berretta reseña: "...en los sectores sociales pudientes, las viviendas se construyen y luego son habitadas, mientras en los sectores populares, primero se habita y luego se construye" en directa alusión a las formas organizadas de conquista del espacio urbano. Esta lectura, sin lugar a dudas, nos deja la enseñanza de estrategias progresivas de conformación de hábitat muy vinculadas a estrategias económico-financieras y sociales, donde pese a encontrar déficit técnicos-constructivos, en general encontramos en la misma proporción alta satisfacción en los modos culturales de habitar, en niveles de respuesta acordes con las necesidades propias y en la capacidad de autogestión de los asentamientos habitacionales muy vinculadas a la construcción de tejido social.

Este cúmulo de experiencias nos deja enseñanzas. Finalizados los años 90, la reflexión asoma de la mano de técnicos y académicos. Y existe cierto consenso al manifestar un desplazamiento de los modelos de análisis que se separan de la conceptualización de la vivienda como mero hecho físico para concentrar la reflexión en las múltiples manifestaciones de la pobreza, y ubicar entre ellas, la necesidad de viviendas. La solución al problema habitacional debe necesariamente relacionarse con su contexto con empleo, con promoción de la salud, con alfabetización,...con un fortalecimiento de la sociedad civil focalizado sobre los sectores que se encuentran en condiciones vulnerables. Así lo entiende CEPAL cuando afirma: "La idea de una urbanización necesariamente vinculada a la pobreza, el hacinamiento, la degradación ambiental, la violencia y la pérdida de identidad cultural, hoy ha cedido lugar a un enfoque más positivo del fenómeno urbano, que

sin desconocer los problemas críticos que predominan o se acentúan en las ciudades, descubre en ellas un potencial sinérgico indispensable para el progreso...Lo importante no sería ya combatir el crecimiento urbano, por lo demás inevitable, sino mejorar las condiciones en que este crecimiento tenga lugar".

No obstante lo cual, y a modo de conclusión, podemos afirmar que en Argentina, el 40% de los hogares padecen condiciones deficitarias de vivienda. Situación que se repite y se enfatiza en el resto de los países del llamado Tercer Mundo.

Vivienda y progresividad

Una de las discusiones primordiales de la teoría de vivienda apunta al planteo conceptual contrapuesto entre la vivienda entendida como un producto y la vivienda entendida como un proceso. Independientemente de su acepción geográfica hoy ya ningún compromiso involucrado en el problema de la vivienda podría explicarlo delimitando sólo su alcance material.

Algunas instituciones y entidades dedicadas a la promoción y financiamiento de los asentamientos humanos, consideran a la vivienda como un producto terminado al insistir con esquemas de viviendas denominadas "llave en mano". Lamentablemente no pocos esfuerzos económicos y técnicos han permitido dispersar reducidos presupuestos en una actitud proteccionista hacia los sectores desfavorecidos, aun sin obtener resultados positivos en el mediano y largo plazo en el sector. No existe reflejo, en este tipo de programas, de la realidad sociohabitacional de nuestros países ya que más del 50% de las familias autoproduce sus viviendas. Autoproducción que puede significar autoconstrucción, autofinanciamiento o autogestión en términos habitacionales.

Enrique Ortiz sintetiza el proceso habitacional de acceso a la vivienda en el Tercer Mundo al describir un proceso lento que inicia con la ocupación o acceso a la tierra, seguido de una lenta, costosa y dificultosa construcción de baja calidad en un período que dura más de 10 años en promedio. Por lo que César Vallejo concluye: "... una casa viene al mundo no cuando acaba su construcción sino cuando es habitada...".

Aceptando la complejidad de un problema por demás profuso en interpretaciones se podría acordar en presentar alternativas a la solución del problema habitacional tan múltiples como enfoques disciplinares se abordasen.

Hoy el paradigma de la estrategia facilitadora apunta a involucrar a gobiernos locales, empresas, cooperativas, ONG, población civil a conformar fórmulas alternativas para la construcción o mejoramiento de so-

artículos

luciones habitacionales, de oferta de créditos para sectores de escasos recursos, esquemas alternativos para la gestión y producción de soluciones habitacionales, entre las que podrían mencionarse: mejoramiento del parque recuperable de viviendas, programas de lotes y servicios, y/o esquemas de vivienda progresiva. Así abierto el abanico, podemos plantearnos que aceptando "... el crecimiento masivo de las urbes latinoamericanas por la autoconstrucción..." en el tema de la vivienda "...no podremos imaginar aportes que se limiten a materiales, mano de obra y procedimientos constructivos. Debemos considerar necesariamente también, la participación y la organización de los pobladores, ...ya que determinarán el éxito de la propuesta física".¹¹

La propuesta semilla

Dentro del esquema de vivienda progresiva (o evolutiva), se desarrolla el presente trabajo de investigación. Se trata de un modelo de gestión y producción de viviendas donde se propone la racionalización constructiva en la edificación de una vivienda básica en cuanto al nivel de prestaciones que provee: tipo casilla, prefabricada con componentes realizados con materiales tradicionales, de bajo costo inicial, que permite ser completada y mejorada progresivamente.

Por detrás de la propuesta tecnológica existe un modelo económico-financiero diferente, donde el propietario de la vivienda invierte a medida que pueda ahorrar, *pero mientras ya vive en su casa con mínima inversión inicial*, sostenido por una promoción estatal de subsidio, ahorro familiar, créditos de monto acotado, o bien, una combinación de los mismos.

La cuestión de la condición futura de la familia en relación con su vivienda como vehículo de promoción social, es tema de debate de los más recientes foros de expertos. En ciertos sectores sociales medio-bajos y bajos, la experiencia nos demuestra que, alcanzadas las condiciones sociales y económicas de desarrollo familiar mínimas, una vivienda tipo SEMILLA posibilita a las familias con insuficiencia de recursos despegar de un umbral que la ha situado en condiciones habitables superiores a las que mantenía hasta el momento del traslado y ocupación de la nueva solución habitacional. Según V. Pelli "...cuando se llega a una familia pobre con una nueva propuesta habitacional, la familia no ha variado su situación de pobreza, sólo que se aloja en una vivienda con mejores condiciones de habitabilidad".¹²

Objetivos de la investigación "semilla"

La investigación de la vivienda semilla se remonta a 10 años en el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) de Córdoba, Argentina. Bajo diferentes aspectos y modelos, se ha impulsado durante este periodo la idea de diseño de una "vivienda básica", de materiales no reemplazables, y que llegara a los sectores sociales que no tienen alternativas de oferta de vivienda debido a sus escasas posibilidades económicas. Sucesivos proyectos financiados por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) permitieron contar hoy con la patente de invención¹³ y los correspondientes certificados de Aptitud Técnica y de Aptitud Sísmica para el sistema de la vivienda semilla.

Objetivos generales

- Desarrollar un procedimiento constructivo para vivienda que pueda mejorarse y completarse en el tiempo por el usuario según aspiraciones y posibilidades económicas.
- Proponer a organismos ejecutores de viviendas una alternativa de bajo costo para la producción masiva de viviendas.

Objetivos particulares

- Desarrollar una vivienda que satisfaga condiciones básicas de habitabilidad e higiene en forma digna con mínimo costo inicial.
- De tecnología abierta, de manera que permita el reemplazo de algunos de sus componentes por otros de similar comportamiento.
- Empleo de tecnología simple, de fácil producción, que no requiera grandes inversiones para la instalación de la planta ni mano de obra especializada.
- Diseñar una vivienda de rápida ejecución, con montaje en seco basado en componentes prefabricados.
- El diseño tipológico de la vivienda debe permitir crecimientos en superficie.
- La vivienda deberá contar con servicios básicos: baño y cocina, con racionalización en la red de instalaciones.

Diseño de la vivienda semilla

El resultado del proceso de I+D¹⁴ es una vivienda que cumplió con la premisa de diseñar una vivienda de mínimo costo inicial (cerca a \$ 3000),¹⁵ con componentes prefabricados para montaje en seco, con aptitud para zona sísmica 1 y 2 (según reglamento CIR-SOC)¹⁶ y con la posibilidad de ser mejorada y completada por el usuario.



Foto 1:
Vista de la vivienda definitiva

La tipología de la “pre-casa” es de planta libre, donde el usuario puede definir un espacio estar-comedor y cocina y dos dormitorios, con el baño cerrado desde la etapa inicial. La superficie es de 37 m² útiles. Esta “pre-casa” servirá de guía o molde para revestirla exteriormente con mampostería tradicional o de bloques.

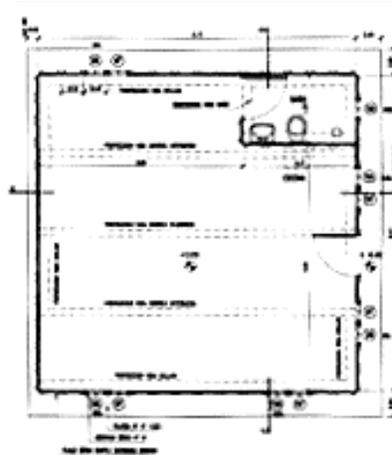


Figura 1:
Planta inicial de la vivienda

El resto de los complementamientos: divisiones interiores, instalación eléctrica, conexión a red cloacal o pozo negro, artefactos sanitarios, vidrios y pintura pueden ser realizadas por el propietario de manera convencional.

El resultado final será una vivienda tradicional autofinanciada en el tiempo. La propuesta, entonces, es un procedimiento constructivo racionalizado, una manera diferente de pensar los acopios, la reducción de tiempos de mano de obra, la inmediata asignación de recursos, y la posibilidad de poner en manos del usuario la gestión de su vivienda.

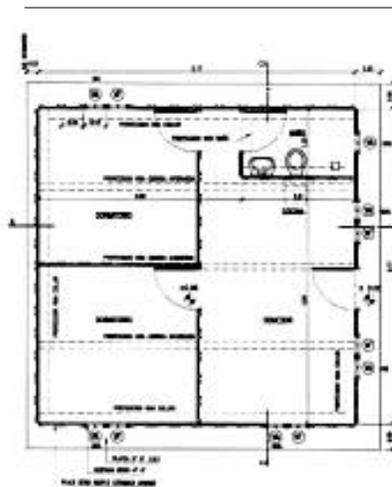


Figura 2:
Planta completa de la vivienda

artículos

El sistema de construcción

El proceso constructivo de la vivienda semilla es evolutivo. En la fase inicial comprende 2 grandes etapas. La primera de ellas se refiere al montaje de componentes en seco: placas, vigas reticuladas, puertas y ventanas, y cubierta de chapas metálicas.

La segunda de las etapas es el montaje húmedo, inmediatamente posterior. Consiste en el tomado de juntas entre placas y la realización de nervios horizontales inferiores que aseguran la estabilidad del sistema.

La vivienda se construye sobre una platea de hormigón armado, donde se han previsto insertos metálicos para el anclaje de los paneles de cerramiento. El procedimiento de montaje se inicia con el armado de las 4 esquinas del perímetro cuadrado de la vivienda. Conformadas con base en placas prefabricadas, éstas actúan de apoyo para la colocación de la estructura superior de vigas y correas reticuladas.

Una vez asegurada la esquadria del conjunto por medio de tensores, se completa el cerramiento con la totalidad de las placas y ventanas de igual tamaño, que se apoyan en la platea y se vinculan por medio de ganchos y bulones a la estructura reticulada de vigas que rigidiza el plano superior. El cerramiento perimetral incluye la colocación de la puerta de ingreso.

De esta manera, el sistema de vigas y placas conforman un sistema autosostenido donde todos los componentes comprometen la estabilidad del conjunto para enfrentar los esfuerzos de sismo y de viento.

Sobre la estructura metálica se apoya el techo de chapas galvanizadas sinusoidales, con su correspondiente cumbrera, que se sostienen por medio de ganchos. Estas chapas, además de cumplir con la función de cubierta, rigidizan el plano del techo vinculando las vigas y las correas.

Realizado el montaje en seco de todos los componentes prefabricados (placas, ventanas, vigas, techo y puertas), se inicia el montaje húmedo que asegura la estabilidad definitiva del sistema.

En la unión entre los paneles de cerramiento se realiza un nervio vertical de concreto, tanto en tramos como en esquina. De igual manera se hormigona un cordón inferior que cubre armaduras y ganchos, vinculando el conjunto platea-placas.

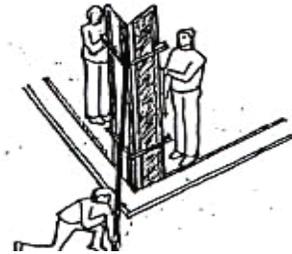


Figura 3:
Montaje de la esquina con placas

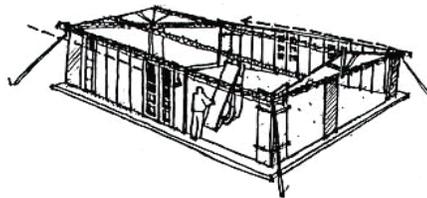


Figura 4:
Cerramiento de panelería y aberturas



Figura 5:
Colocación de techo

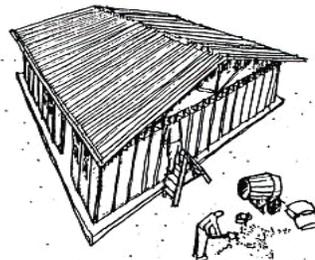


Figura 6:
Tomado de juntas

**Del concepto es -
tructural.** La función estructural cumplida por las placas, sumada a la de cerramiento, elimina la presencia de columnas de hormigón en las esquinas y en tramos. Este concepto estructural ha sido empleado para formular la vivienda semilla tanto para construcción de viviendas en zona sísmica 0 como para zona sísmica 1 y 2.¹⁷ Esta "sumatoria de columnas" es contenida por un collar estructural que se encuentra a 2,40 m sobre el nivel del piso, y cumple la función de vincular las placas, a la vez de resistir el momento provocado en el eje horizontal de apoyo de las mismas. A su vez, reciprocamente, el collar se apoya y sostiene por las placas, uniéndose por medio de ganchos curvos zincados, tuerca y arandela.

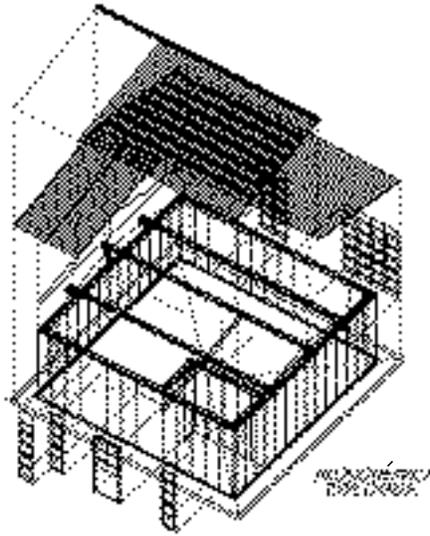


Figura 7:
Despiece axonométrico

Esta estructura collar está dimensionada básicamente para resistir esfuerzos horizontales de sismo y de viento, ya que al tratarse de una vivienda tan liviana los esfuerzos gravitatorios son irrelevantes respecto a los primeros. La cuantía de la armadura de la estructura adquirirá valores acordes con las solicitaciones, según el caso.

Progresividad y participación

La vivienda "semilla" es una alternativa de vivienda "progresiva y participativa", tomando palabras del arquitecto Víctor Pelli.¹⁸ Progresiva, porque es una vivienda evolutiva, que plantea ser mejorada y completada. Inicialmente cumple con las condiciones mínimas de habitabilidad con el cerramiento de placas BENO simples, con techo de chapas galvanizadas, y con provisión de servicios dentro de la vivienda. En este aspecto es comparable a las casillas prefabricadas de madera que se proveen en el mercado, particularmente en el Gran Buenos Aires.¹⁹ La diferencia radica en que la vivienda propuesta permite ser mejorada hasta convertirse en una vivienda tipo tradicional, sin el reemplazo de alguna de sus partes.

La progresividad física de la vivienda acompaña un proceso financiero también progresivo. La importancia del traslado inmediato por un monto comparativamente inferior a cualquier propuesta de mercado, es sustentada por el ahorro que hace la familia al dejar de alquilar un tugurio. El alquiler mensual ahorrado puede ser invertido en el mejoramiento de la propia vivienda hasta convertirla en una vivienda de características similares a una tradicional de ladrillos, galería y aberturas estándar.

Quizás finalmente, en términos aritméticos, la vivienda resulte de costo similar a una vivienda iniciada con cimientos, paredes de ladrillo, colocación de aberturas, techo... y terminaciones. Pero ¿cuánto tiempo de obra puede haber transcurrido? ¿Cuánto riesgo de pérdidas o deterioros inútiles de materiales?

La vivienda propuesta es una manera diferente de pensar los acopios, la reducción de tiempos de mano de obra, la inmediata asignación de recursos, y de poner en manos del propio usuario la decisión de mejorar su hábitat.

La vivienda es considerada participativa porque permite al usuario elegir entre modelos alternativos, establecerse, y ser autogestor de su estrategia habitacional, siendo apoyado técnica y económicamente en una primera fase.

Cuando la propuesta tecnológica es acompañada de una propuesta social, otorga la opción que a través de cooperativas de trabajo (formadas por los mismos usuarios) se posibilite la provisión de los materiales y la mano de obra de los *items* "completables", que el mismo usuario decide. Por ej.: mampostería de ladrillos o de bloques, divisiones internas, etc. De esta manera, la participación se da en el proceso de construcción y en la definición de las terminaciones. La vivienda no es un objetivo cerrado, sino es la expresión de un proceso de despegue, de dignificación y desarrollo humano.

Entendemos que este proceso no es realizado por la tecnología por sí, sino con el apoyo de la organización social y comunitaria. Pero entendemos también que este desarrollo tecnológico "vivienda semilla" es facilitadora de dicho proceso.

artículos

Experiencia y transferencia

En atención a una de las últimas fases de la investigación "semilla" se realizaron convenios con municipios externos con motivo de realizar transferencias experimentales en la ejecución de prototipos y planes piloto. La referidos convenios se ejecutaron con el objeto de medir variables tales como: grado de aceptación tecnológica a nivel de técnicos y de potenciales usuarios; variables de índole técnica-constructiva: agilidad, verificación de tiempos de obra, calidad de los insumos, técnicas y procedimientos de puesta en obra, traslados y acopios de insumos, capacitación intensiva de mano de obra; y también variables económicas: costos locales de insumos materiales y mano de obra, posibilidades financieras de las entidades municipales y detección de organismos financieros privados o públicos.

A escala de prototipos: Rafaela (Argentina)

Rafaela es una ciudad de la República Argentina considerada de tamaño medio en el sistema nacional de ciudades. Ubicada en el centro de la región pampeana, a 500 km de la capital argentina, cuenta con una población de 30.000 habitantes, cuya base económica se funda sobre la explotación ganadera y sus industrias derivadas. Se privilegió la ciudad de Rafaela para la realización de esta microexperiencia, por contar con una gestión de gobierno caracterizada por planes de acción social contextualizados y vinculados a su realidad económica y social, si bien no de cifras alarmantes, inscritos en una tendencia de deterioro socioeconómico progresivo decididamente ascendente. Como parte de la red de ciudades medianas e intermedias argentinas, Rafaela participa del sistema de ciudades con tasas urbanas crecientes en la última década. Este incremento poblacional atrae migraciones de sectores rurales deprimidos externos al área de influencia rafaélina, que arroja población inmigrante desocupada y precariamente alojada.

Bajo la Dirección de Promoción Comunitaria de la Municipalidad de la referida ciudad, al momento de la transferencia, ya estaba en marcha un programa de construcción de viviendas para sectores carenciados, en tierras adquiridas por medio del Plan Arraigo.²⁰ El programa preveía la generación de empleo, la participación directa de los vecinos y la movilidad social instrumentada a partir de la obtención de la vivienda propia. Bajo el mismo programa funcionaba una huerta comunitaria. En un predio barrial, sede de la cooperativa de vecinos, se fabricaban bloques de cemento para la construcción de las viviendas con tecnología tradicional de mampostería, con aporte de mano de obra vecinal. Evaluados los extensos periodos de

ejecución de las viviendas, el esfuerzo insumido por mujeres y hombres sin oficio constructivo y los gastos extras en transporte, comidas y fleteos, se decidió, junto al equipo local interviniente, hacer la experiencia de innovación tecnológica-constructiva del sistema de "vivienda semilla".

El prototipo construido se destinó a sede del cuidador de la huerta grupal, de manera de no presentar una propiedad diferenciada entre los vecinos.

La construcción de este prototipo, cofinanciado entre el Proyecto BID-CONICET (CEVE - Dir: Arq. Horacio Berretta), y la Municipalidad de Rafaela, significó realizar el primer prototipo fuera del campo experimental del CEVE.

Técnicamente, algunas condiciones debían ser preparadas desde el lugar de implantación, tales como provisión de energía eléctrica y de red de agua hasta el sitio de emplazamiento, realización de platea de fundación, y las compras de aquellos insumos acordados como aportes del equipo técnico local: chapas de techo, puertas y mano de obra para el montaje. Estos últimos componentes, de presencia arraigada en el mercado de la construcción, no significan desarrollo tecnológico en su modo de producción, y son incorporados a la propuesta "semilla" como procedimiento constructivo abierto. Desde Córdoba (distante 300 km), se fabricaron en CEVE los componentes típicos del sistema constructivo semilla: placas, ventanas, estructura de vigas reticuladas y se armaron los *kits* para las redes de provisión de agua y desagüe de la vivienda.

El montaje de la vivienda se realizó durante 2 jornadas de trabajo. Las secuencias de montaje se desarrollaron tal como estaban previstas, y en el lapso de 4 horas durante el primer día de montaje de componentes, se completó el cerramiento de placas y ventanas, con la estructura de vigas superiores, y además se colocaron las chapas del techo. Estas tareas fueron realizadas entre 8 personas. Durante la misma jornada de trabajo se fijaron las chapas y se colocaron las puertas de ingreso y la puerta del baño, además de las redes de agua. En el segundo día de montaje se completó el montaje húmedo con el tomado de juntas entre placas y ejecución de un cordón perimetral inferior externo de concreto armado para unión de placas-platea.

Varios meses después visitamos la vivienda y su usuario había realizado algunas mejoras en su vivienda inicial: pintura, colocación de artefactos en baño y cocina, pérgola de ingreso, cielorraso.

Posteriormente se realizó una evaluación de lo realizado. En consecuencia, la Municipalidad propuso que este prototipo fuera demostrativo para ejecutar un programa de erradicación de 30 familias que habitaban en un basural de la referida ciudad.

Foto 2:
Prototipo de vivienda
en la ciudad
de Rafaela



Prototipo en Santa Fe-Argentina

A pocos kilómetros de distancia de la ciudad de Rafaela, se ubica la ciudad de Santa Fe. Esta ciudad es capital de la provincia del mismo nombre y cuenta con una población superior a 550 mil habitantes. Es una ciudad que concentra actividades administrativas gubernamentales y privadas, y escasa actividad económica-productiva. A no más de 50 km de distancia de la ciudad de Santa Fe, se encuentra Rosario. Ésta es la tercera ciudad del país en cuanto a desarrollo demográfico y económico, y concentra la mayor parte de la actividad agrícola-ganadera del país y sus industrias derivadas. Es una ciudad con intensa localización de fábricas de producción láctea, textil, de granos y puerto fluvial más importante del país. Santa Fe, como sede gubernamental, concentra las esferas decisionales de gobierno y participa de la red de ciudades de tamaño intermedio de la República Argentina.

A consecuencia de la detección de una importante corriente migratoria de origen aborigen que venía descendiendo desde el norte del país, expulsada por la pobreza y la falta de oportunidades laborales en sus lugares de origen, y que estaban haciendo base en la ciudad de Santa Fe, nos entrevistamos con las instituciones involucradas en el abordaje de esta problemática a fin de poner a disposición de organismos intervinientes la tecnología "semilla", animados como equipo de investigación por la experiencia en Rafaela.

Con el objetivo de difusión de la vivienda semilla, hacia mediados del año 1996 se iniciaron gestiones en la ciudad de Santa Fe, con diversos organismos involucrados en la construcción de vivienda social en la ciudad: CECОВI, Centro de Investigación de la Construcción y la Vivienda, dependiente de la UTN;²¹ una ONG;²² CANOA; el Movimiento de los Sin Techo, movimiento de laicos con objetivos de promoción social dirigido por el Padre Rosso; y con la Secretaría de Vivienda de la Municipalidad de Santa Fe.

Es, en consecuencia, que se concreta un convenio entre CECОВI, la Secretaría de Acción So-

cial de la Provincia y CEVE (Centro Experimental de Vivienda Económica), para la construcción de un prototipo demostrativo en la ciudad mencionada, con el aporte de todas las instituciones integrantes del proyecto. La Municipalidad aportó un terreno del municipio, CECОВI se hizo cargo de la mano de obra para el montaje, los gastos de movilidad del equipo técnico del CEVE, y algunos materiales, y por su parte, CEVE aportó los componentes típicos del sistema semilla: placas, ventanas y estructura reticulada.

El prototipo construido tuvo nuevamente un fin comunitario: sede de un centro de vecinos con alcance en un conjunto habitacional próximo. La idea constante de no asignar la unidad de vivienda a una familia específica le asignaba un estigma demostrativo al prototipo, y también superaba la barrera del temor a lo desconocido, tan afianzada en sectores sociales populares... y no populares.

En cuanto a la etapa de obra, el montaje del prototipo en Santa Fe se ejecutó en forma similar a la construcción del prototipo en Rafaela. Los plazos, técnicas y procedimientos constructivos fueron verificados en tiempo y forma, y a partir de la experiencia santafesina se racionalizó la ejecución de algunos *items*, que provocó un aporte constructivo en la reducción de los tiempos de montaje.

El prototipo de vivienda de la ciudad de Santa Fe fue evaluado positivamente por técnicos y funcionarios de la municipalidad local y de la Secretaría de Acción Social a nivel provincial nacional.

Plan de viviendas

A partir de la experiencia satisfactoria en la ejecución del prototipo "semilla" en Santa Fe y ponderados sus efectos sobre una escala inmediata superior, se decidió la implementación de la tecnología semilla para la construcción de un plan de viviendas de 64 unidades en un barrio carenciado de la ciudad denominado Hermano Figueroa, poblada por indios toba, provenientes del norte del país. Esta población, estimada inicialmente en 300 personas, estaba alojada en terrenos asignados por el municipio local, donde los habitantes habían definido casillas -habitación con materiales precarios y/o de desecho: chapas de cartón embebidas en asfalto constituían los paramentos verticales y horizontales más frecuentes. La intervención con casillas había sido realizada a fondo de lote a fin de construir la vivienda definitiva en la parte anterior del mismo. Durante varios meses la propuesta oficial de vivienda terminada llave en mano no aparecía ni siquiera como expediente de gestión, por lo que el organismo responsable interviniente accedió a propuestas tecnológicas evolutivas

artículos

acordes con reales posibilidades financieras oficiales, a la vez que planteaba la experiencia de poner en manos de organismos no oficiales la gestión de un barrio de viviendas.

La efectiva construcción del plan se inició en enero del año 1997. La fórmula de gestión compuesta por aportes desde los diversos sectores se puede caracterizar de la siguiente manera:

- Sobre terrenos asignados ubicados en un barrio con infraestructura y servicios.
- Se construyen las viviendas "semilla" con componentes desarrollados por la UTN (Universidad Tecnológica Nacional) dentro de su programa "Inculcadora de empresas".
- La mano de obra necesaria para el montaje es provista por el Programa Trabajar.²³
- La financiación de los componentes de la vivienda y materiales necesarios para su puesta en obra es sostenido con fondos provenientes de la Subsecretaría de Vivienda de la Nación, canalizados a través del organismo provincial de vivienda.
- El control de obra y conducción técnica es asumida como responsabilidad de la UTN.
- El CEVE (Centro Experimental de Vivienda Económica) provee tecnología y evalúa la intervención.

Para el equipo técnico de investigación (CEVE), la realización de este plan habitacional constituye una fase muy importante, ya que concreta el primer plan de viviendas semilla y constituye la oportunidad de medir variables, de distinta escala a las medibles en prototipos, tales como: grado de satisfacción con la vivienda, grado de satisfacción con el barrio, grado de satisfacción con la tenencia, grado de satisfacción con los vecinos y con el resto de los actores de la escena social; nivel de calidad de hábitat alcanzado, nivel de cambio en el desarrollo económico y social familiar y grupal; así como niveles de racionalización logrados en la técnica constructiva.

Retroalimentación de la investigación

A esta altura del proceso de investigación se han abierto caminos divergentes: uno que tiende a explorar el campo de la gestión de transferencia y puesta en mercado de la tecnología, atravesando las etapas de recolección de datos económicos, de producción y de oferta del producto, y el posterior diseño de la estrategia de comercialización.

Por otro lado, y desde el aspecto técnico se abren nuevas alternativas en cuanto a materiales para la construcción de esta misma vivienda, premisas que resultan de la experiencia de la construcción de las viviendas realizadas. El trabajo a explorar se orienta a reconceptualizar algunos *items* componentes de la vivienda, y tiene que ver con una permanente definición de los "estándares" en vivienda social. Asimismo, algunos detalles de terminación en cuanto a confort inicial y/o progresivo, y aspectos que tienen que ver con el diseño funcional y morfológico son estudiados a fin de producir soluciones habitacionales con óptimas relaciones entre calidad y costo.

Una importante fuente de datos deberá ser provista del monitoreo de los prototipos y planes de viviendas experimentales realizados.

Fotos 3 y 4:
Plan de viviendas
semilla en
Santa Fe - Argentina



Fotografías: Mariana Gatani

Bibliografía

BERRETTA, Horacio. 1984. *Vivienda y promoción para las mayorías*. Edit. Humanitas.

FERNÁNDEZ WAGNER, Raúl. 1995. "Urbanización y vivienda: aportes al estado de la cuestión", Facultad de Arquitectura- Universidad Nacional de Mar del Plata.

GATANI, Mariana. 1999. "Un acercamiento al problema de la vivienda en Argentina", mimeo, Córdoba.

JIMÉNEZ, Lydia Mabel M. de. 1994. *Diagnóstico de la situación habitacional 1991*, Curso de Postgrado "Urbanización y Vivienda: Aportes al Estado de la Cuestión" Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Mar del Plata.

PELLI, Víctor. 1999. *Seminario "Desarrollo local y políticas habitacionales"*, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Rosario, 12-01.

SEPÚLVEDA OCAMPO, Rubén. 1998. "Política habitacional chilena", *Maestría en Hábitat y Vivienda*, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Mar del Plata.

SUBSECRETARÍA DE VIVIENDA DE LA NACIÓN. 1980. *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Argentina.

SUBSECRETARÍA DE VIVIENDA DE LA NACIÓN. 1991. *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Argentina.

1 Citado en: *La industrialización posible de la vivienda latinoamericana*. Julián Salas Serrano Escala. Bogotá, 2000.

2 De los 5.800 millones de habitantes del planeta, el 77% (4.466 millones) habita en países en vías de desarrollo, mientras que el 23% restante (1.334 millones) lo hace en el mundo desarrollado". *La industrialización posible de la vivienda latinoamericana*. Julián Salas Serrano. Bogotá, 2000.

3 Conferencia Internacional sobre Asentamientos Humanos, Estambul, 1996.

4 Raúl Fernández Wagner. *Urbanización y vivienda: aportes al estado de la cuestión*, Mar del Plata, 1995.

5 Félix Bombarolo, 2000.

6 "Los nuevos pobres" es la denominación que afecta a aquel sector de la sociedad que a consecuencia de un progresivo deterioro de sus ingresos, se ve obligado a pauperizar sus condiciones de subsistencia, entre ellas, las de habitabilidad.

7 En algunas villas de la ciudad de Córdoba es posible encontrar profesionales (que han quedado sin empleo) habitándolas.

8 *Censo Nacional de Población y Vivienda 1980*.

Censo Nacional de Población y Vivienda 1991.

9 En Argentina, constituye el 25% de la demanda habitacional.

10 Organizaciones no Gubernamentales

11 Kruk, Di Paula, 2000.

12 Del arquitecto Víctor Pelli, Seminario "Desarrollo local y políticas habitacionales", Rosario, Argentina, noviembre 1999.

13 N° 251663. Otorgada por el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial. Buenos Aires, Argentina, 1997.

14 Investigación y Desarrollo.

15 Valores en Córdoba, Argentina, Julio 2000. Paridad \$ / US : 1

16 Argentina, Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles.

17 Reglamento de Construcción Antisísmica (CIRSOC) en Argentina.

18 Arquitecto Víctor Pelli. Gestión de la Vivienda II. Maestría en Hábitat y Vivienda. Universidad Nacional de Mar del Plata. 1998.

19 Gran Buenos Aires pertenece al conurbano de la capital del país, Argentina, que registra la presencia de un tercio de la población total del país, estimada en 35 millones de habitantes.

20 Programa social de característica nacional de erradicación de villas, que propone la regularización dominial de tierras con asentamientos irregulares, con la adquisición de tierras fiscales o financiamiento para la adquisición de tierra urbana.

21 Universidad Tecnológica Nacional, Regional Santa Fe.

22 Organización no Gubernamental.

23 Programa Trabajar: programa oficial de carácter nacional, financiado por el BID, que asegura un salario mensual de \$ 200 = US\$ 200 a personas mayores de edad a cambio del aporte de trabajo con objetivo comunitario.

Agradecimientos

Director del Proyecto: Horacio Berretta, arquitecto. Investigador Superior CONICET.

Asesoramiento estructural: Pablo Pacharoni, arquitecto

Ilustraciones: Ramiro de la Riva, Carina Delgado y Silvana Targi, arquitectos.

PROYECTO
CÁLCULO
PATRONAJE
ASESORÍA
CONSTRUCCIÓN
MONTAJE

www.grupoestran.com

ARQUITECTURA TEXTIL
GRUPO ESTRAN c.a.
ARQUITECTURA
TRANSFORMABLE
LIGERA
TENSIL



Tel: 0212 913431 to 0212 913430 An. Losana, Parque Central, Edif. Calzadita, 1548, Caracas, 1090
e-mail: grupoestran@grupoestran.com

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN

Tecnología y Construcción es una publicación que recoge textos inscritos dentro del campo de la investigación y desarrollo tecnológico de la construcción

- Sistemas de producción
- Requerimientos de habitabilidad
- Calidad de las edificaciones
- Nuevos materiales de construcción
- Mejoramiento de productos existentes
- Hallazgo de nuevos usos

Correspondencias y suscripciones:

• IDEC / UCV
Apartado postal 47.169,
Caracas 1041-A, Venezuela.
605-20.46 / 605.19.12 tel/fax: 605.20.48
e-mail: tyc@idec.arq.ucv.ve

• IFA / LUZ
Apartado postal 526,
Maracaibo, Venezuela.
Fax: (5861) 52.00.63
e-mail: revista_tyc@luz.ve

El efecto de columna corta o columna cautiva

¿Cómo un elemento no estructural puede hacer fallar una columna durante un sismo!

L. Teresa Guevara - Luis E. García

Resumen

Prácticamente no ha habido sismo en el contexto mundial donde no se presente una falla debida al efecto de *columna cautiva* o, como la llamaremos de aquí en adelante, *columna corta*. Lo paradójico radica en que la causa de este problema no se debe a la columna en sí, sino a elementos externos a ella que fuerzan a que se comporte de una manera ajena a su modo usual. Este comportamiento anómalo —si es que se puede denominar de esta manera— es la raíz del problema, pues cada uno de los profesionales que definen la columna desde el punto de vista de su forma, localización, dimensiones o características estructurales, tienden a mirarla bajo su propia óptica, olvidándose que es un elemento que hace parte de un conjunto que no es solamente arquitectónico o solamente estructural, sino que pertenece a ambos.

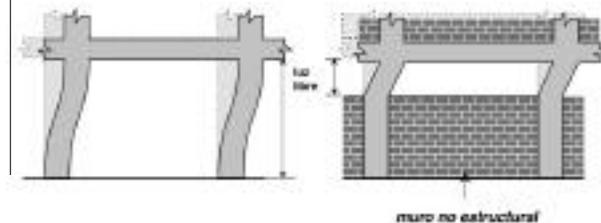
Abstract

The short column or captive column phenomena is presented. This is an accidental modification of the original structural configuration of a column that develops when the clear vertical span of the column is reduced by non-structural elements that restrict the ability of the column to deflect laterally when the structure is subjected to horizontal forces. A summary of the architectural decisions that lead to this type of problem are reviewed. The structural explanation of the behavior is presented. Experimental research related to this behavior is discussed. Recommendations to handle this type of problems are discussed.

¿En qué consiste el efecto de columna corta?

La columna corta se produce debido a una modificación accidental en la configuración estructural original de una columna. Se presenta cuando en una estructura sometida a fuerzas o solicitaciones horizontales, la luz libre de la columna —distancia libre vertical entre vigas o losas que son soportadas por la columna— se ve disminuida por un elemento, generalmente no estructural, que limita la capacidad de la columna de deformarse libremente en el sentido lateral, como se muestra esquemáticamente en la figura 1, de ahí la denominación de *cautiva*.

Figura 1:
Columna restringida en su libre desplazamiento lateral



Descriptores:
Columna corta;
Columna cautiva;
Edificaciones sismorresistentes;
Componentes no intencionalmente estructurales.

Descriptors:
*Short column; Captive column;
Seism resistant buildings; Non intentionally structural components.*

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-1, 2001, pp. 31-42.
Recibido el 08/05/00 - Aceptado el 21/06/00

artículos

Llamamos a estos elementos no estructurales que modifican el comportamiento de los elementos estructurales "no intencionalmente estructurales", referencia [1], porque generalmente no son considerados en el análisis del sistema estructural y se trabaja bajo el supuesto de que la estructura está libre y que puede deformarse sin interacción de los elementos no estructurales. Estos componentes, debido a sus propias características dinámicas y al hecho de no haber sido debidamente separados de los elementos estructurales, al ocurrir un sismo van a tener una participación significativa en el comportamiento del sistema de resistencia sísmica de la edificación.

Causas arquitectónicas que producen la columna corta

Varias son las causas que conducen a que el valor de la longitud libre para la que fue originalmente diseñada y calculada una columna, se reduzca drásticamente ocasionando una columna corta y, por lo tanto, modificando radicalmente su comportamiento estructural, lo cual comúnmente conduce a la falla de la sección libre de la columna. Véase las fotos 1, 2 y 3.

Foto 1:
Falla por columna corta en Pereira, Colombia, durante el sismo de noviembre 23 de 1979



Foto 2:
Detalle de la foto 1. Falla por columna corta en Pereira, Colombia, durante el sismo de noviembre 23 de 1979



Foto 3:
Falla de columna corta en Armenia, Colombia, durante el sismo de enero 25 de 1999

La reducción en la luz libre de la columna, generalmente se produce por decisiones arquitectónicas, bien sea en el diseño original de la edificación, o debido a modificaciones arquitectónicas o constructivas posteriores, en las cuales no se consulta a un ingeniero estructural.

Las causas más comunes generadas por decisiones arquitectónicas son:

1. Confinamiento lateral parcial en la altura de la columna por elementos rígidos, tales como: muros divisorios internos, muros de fachada, muros de contención, etc.

El caso más común en la formación de columna corta consiste en el confinamiento de una parte de la columna por muros no estructurales.

Generalmente se produce por la necesidad de dejar aberturas para iluminación y ventilación naturales en espacios donde se requiere una restricción en las visuales de un espacio a otro. Las columnas quedan confinadas en su parte inferior por las paredes rígidas, y libres en la parte superior, con una longitud generalmente muy pequeña, correspondiente a la altura de la abertura. Véase las fotos 4 y 5.

Esta configuración es la más común, pues muy a menudo se encuentra en las aulas de las escuelas, depósitos, baños, consultorios médicos, etc. Las paredes no estructurales, en estos casos, son más altas que la altura que generalmente se deja en los antepechos de las ventanas normales y para cumplir con las regulaciones de ventilación e iluminación, las ventanas altas se extienden a todo lo ancho del pórtico, de columna a columna.

Foto 4:
Conformación típica de columna corta



Foto 5:
Conformación típica de columna corta



Es típico que una columna que se encuentre confinada en su parte inferior por muros no estructurales, en el análisis y diseño estructural, haya sido tratada utilizando una altura libre total equivalente a la altura libre del entrepiso, siendo que ahora tiene una altura libre equivalente a la dimensión de la abertura, o sea, mucho menor. De ahí la denominación de "columna cautiva".

El confinamiento de una parte de la columna por muros no estructurales, hace que dichos muros y la parte de la columna confinada trabajen conjuntamente como un muro rígido y que la pequeña parte que queda libre para la ubicación de las aberturas trabaje como una pequeña columna, la cual recibirá la mayoría de la deformación para la cual fue calculada la columna completa. Véase la figura 2.

Figura 2:
Típica falla por conformación de columna corta en escuelas



Si estos componentes no estructurales muy rígidos no son tratados apropiadamente, es decir, si no se prevén los efectos que puede producir el que haya elementos no estructurales adosados al sistema estructural, se modifica, sin querer, el comportamiento sismorresistente de las columnas produciendo efectos no esperados y, mucho menos, deseados. El muro produce un confinamiento tan efectivo que en general falla primero la columna que este elemento no estructural y, aparentemente, débil. Véase las fotos 6 y 7.

Foto 6:
Falla por columna corta en la escuela Valentin Valiente en Cariaco, Venezuela, durante el sismo de julio 9 de 1997

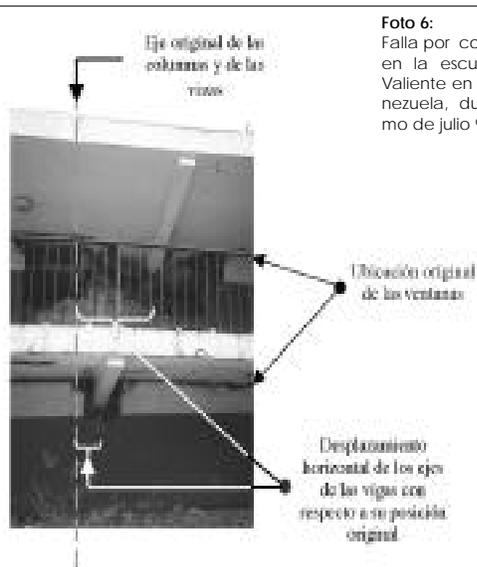


Foto 7:
Pórtico de esquina en la escuela Valentin Valiente en Cariaco, Venezuela



En la foto 6 se observa cómo al fallar la columna corta, las vigas se desplazan con relación a su posición original y las ventanas quedan aplastadas por las losas que ahora se apoyan sobre los muros "no intencionalmente estructurales". En la foto 7 se puede observar cómo en la misma escuela, en el pórtico de la esquina, la columna exterior, por no estar confinada lateralmente, se deforma, mas no se parte.

artículos

El confinamiento lateral parcial en la altura de la columna, también es muy común en los conjuntos de vivienda masiva de los años 50, en los que por la moda arquitectónica de la época se incluyen apartamentos tipo "duplex" y cada 3 o 4 pisos se dejan pasillos abiertos para la circulación horizontal que une las entradas de los apartamentos con los núcleos de circulación vertical. Generalmente estos pasillos abiertos se protegen con pretilos que van de columna a columna, confinando éstas hasta cierta altura y dejando libre de movimiento a la otra parte, lo que genera así columnas cortas, como se muestra en las fotos 8, 9, 10.

Fotos 8 y 9:
Generación de columnas cortas por pretilos en pasillos, en edificios de vivienda masiva del Banco Obrero, Venezuela, en los años 50.



En las fotos 10 y 11 se observa la falla de las columnas cortas en un edificio, muy parecido a los anteriores, en Ciudad de México en el sismo de 1985.



Foto 10:
Falla de columnas cortas en Ciudad de México, México, durante el sismo de octubre 18 de 1985 (Colección del Earthquake Project, Emergency Service Office of the Governor of California)

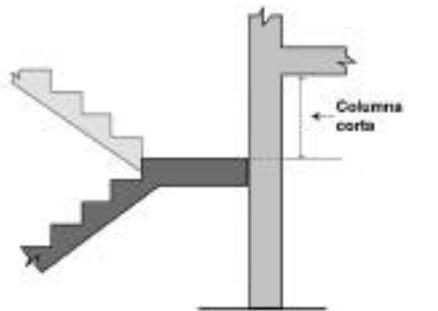


Foto 11:
Detalle de la foto 10. Falla de columnas cortas en Ciudad de México, México, durante el sismo de octubre 18 de 1985 (Colección del Earthquake Project, Emergency Service Office of the Governor of California)

2. Acoplamiento de elementos estructurales y no estructurales, en niveles intermedios de la columna

La interacción de elementos estructurales horizontales, tales como las vigas o las losas de los descansos de las escaleras y rampas, y no estructurales, como embonamientos para la protección de tuberías, que entran en contacto con la columna en lugares intermedios de su altura total, como se muestra en la figura 3, puede producir modificaciones en el comportamiento de la columna. Véase las fotos 12, 13 y 14.

Figura 3:
Columna corta causada por el descanso de la escalera



3. Ubicación del edificio en terrenos inclinados

La primera losa aérea de entrepiso de un edificio construido sobre un terreno inclinado, generalmente ocasiona que la altura de las columnas que sostienen dicha losa, vaya aumentando de longitud a medida que el terreno se va separando del nivel de la losa de entrepiso, produciéndose en algunos casos, columnas muy cortas. Véase la figura 4 y fotos 15 y 16.

Foto 12:
Falla en columna corta generada por el adosamiento del descanso de una escalera, durante el sismo de Popayán, Colombia, marzo de 1983



Figura 4:
Edificio sobre terreno inclinado donde se presentan columnas cortas

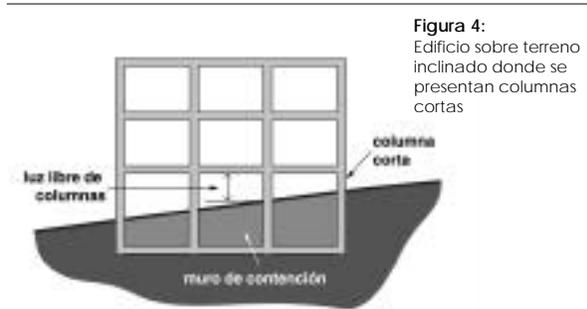


Foto 13:
Generación de columna corta por embonamiento (protección) de tubería que se adosa parcialmente a una columna en estacionamiento de vehículos



Foto 15:
Entrada a estacionamiento de vehículos

Foto 14:
Falla en columna corta generada por el confinamiento parcial de la columna por un elemento muy rígido en el sismo de El Centro, California (Colección del Earthquake Project, Emergency Service Office of the Governor of California)

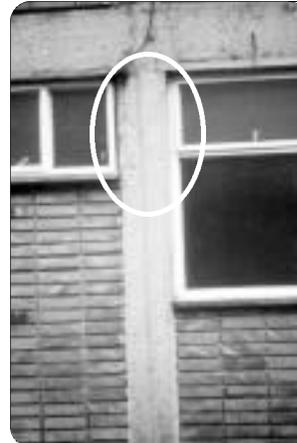


Foto 16:
Agrietamiento de columna corta generada por desnivel del terreno durante el sismo de Armenia, Colombia, de 1999

artículos

Esta modificación accidental en la configuración estructural de las columnas, igualmente puede presentarse en las edificaciones con semisótanos. En estos casos, los muros de contención suben desde la fundación unidos a las columnas, pero al sobrepasar el nivel del suelo en el exterior, son interrumpidos para la ubicación de aberturas que permiten la iluminación y la ventilación naturales, como muestra la figura 5. Véase las fotos 17 y 18.

Explicación estructural

Para entender el fenómeno de columna corta no sobra repasar una serie de conceptos de índole estructural respecto al comportamiento de los pórticos en general y de las columnas en particular. Las deformaciones a los elementos de pórtico que introducen las fuerzas aplicadas varían en su forma y magnitud, según se trate de cargas verticales, tales como el peso propio, la carga muerta, las cargas de acabados y las cargas vivas, o de solicitaciones horizontales, tales como el sismo o el viento.

Figura 5: Columna corta causada por la ventilación del semisótano

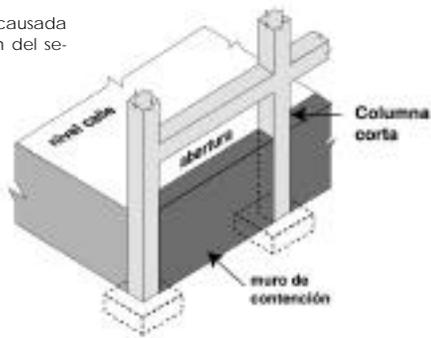
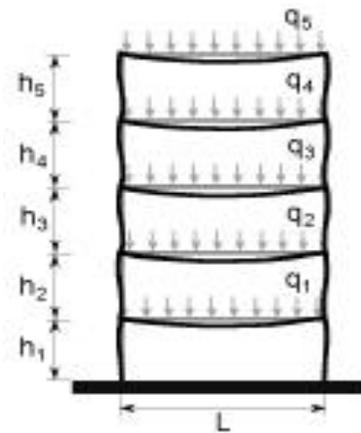
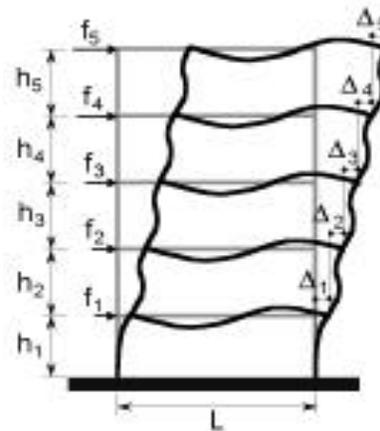


Figura 6: Deformaciones de los elementos de un pórtico



(a) Ante cargas verticales



(b) Ante fuerzas horizontales

Foto 17: Falla de columna corta generada por la abertura para ventilación de un semisótano en Armenia, Colombia, durante el sismo de enero 25 de 1999

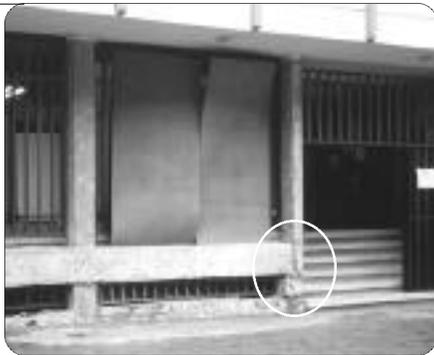


Foto 18: Columna corta causada por la abertura para ventilación de un semisótano en Pereira, Colombia, durante el sismo de febrero 8 de 1995



En la figura 6 se muestran las deformaciones que tiene un pórtico ante cargas verticales (q) y ante fuerzas horizontales (f). Allí puede apreciarse que la forma de las deformaciones inducidas por las cargas externas tanto de las vigas como de las columnas son diferentes en los dos casos.

Los dos extremos de una columna cuando el pórtico se ve sometido a cargas verticales — figura 6(a) — se mantienen dentro de la misma línea vertical, a menos que el pórtico sea extremadamente irregular, mientras que en el caso en que se somete a fuerzas horizontales el extremo superior de la columna se desplaza horizontalmente — figura 6(b)— una distancia que se denomina **deriva** (δ), o desplazamiento horizontal relativo entre piso y piso.

Un aspecto muy importante es el orden de magnitud de las deformaciones laterales que tiene la columna en los dos casos. En el caso de las cargas verticales, las desviaciones horizontales de la columna con respecto a su eje vertical son mucho menores que las que tiene la misma columna al verse sometida a las fuerzas horizontales, en cuyo caso son del mismo orden de magnitud de las derivas que se presenten.

En la figura 7 se muestra de una manera ilustrativa esta diferencia en la deformación horizontal con respecto al eje vertical de la columna no deformada. Allí se muestran las fuerzas internas que se presentan en los extremos del elemento —momento flector M , fuerza axial P y fuerza cortante V — y además se han incluido los diagramas de momentos de los dos casos. Debe resaltarse la diferencia en orden de magnitud de la deformación horizontal en cualquier punto del elemento (δ) medida con respecto al eje vertical.

de la columna y, el segundo (δ_d), dependiente directamente de la deriva del piso (δ). Indudablemente la deriva es función de la rigidez de la estructura en conjunto, y ésta a su vez de los elementos que la componen, pero obedece también a la masa de la edificación y a los movimientos sísmicos a que se vea sometida la edificación; por lo tanto es un parámetro general del piso o de la estructura y no particular de la columna individualmente. En la referencia [2] se indican algunos procedimientos aproximados para determinar el orden de magnitud de los momentos, inclusive con ejemplos, mientras que los procedimientos para determinar la deriva se dan en el reglamento sismorresistente, referencia [3].

La relación entre los momentos flectores que actúan en los extremos de la columna, y la fuerza, cortante, se obtiene de la aplicación del principio de equilibrio por medio de:

$$V = \frac{M_a + M_b}{h} \quad (1)$$

O simplemente: la fuerza cortante V corresponde a la suma algebraica de los momentos en los extremos ($M_a + M_b$), dividida por la luz libre de la columna, h .

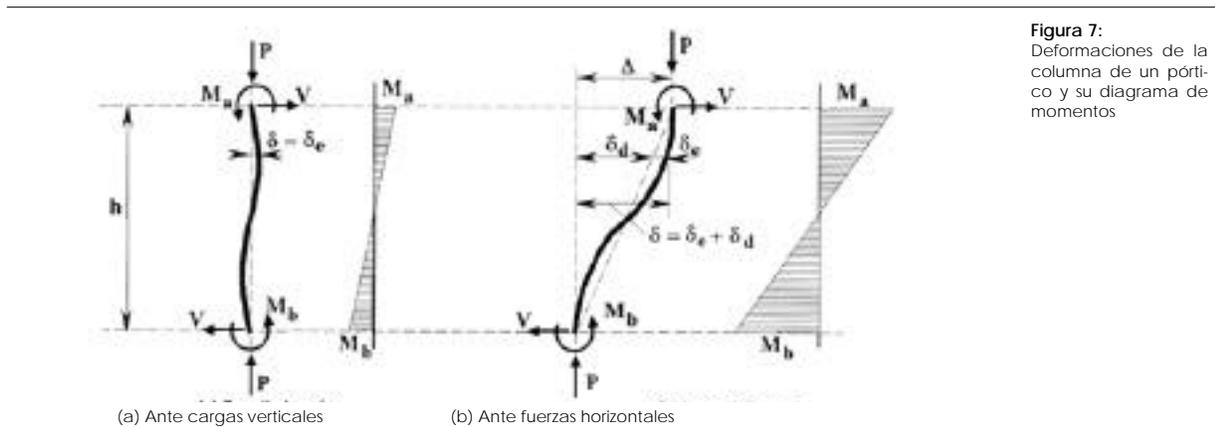


Figura 7: Deformaciones de la columna de un pórtico y su diagrama de momentos

Haciendo referencia a la figura 7, en la columna sometida sólo a cargas verticales, la deformación horizontal depende únicamente de los momentos aplicados y de la rigidez de la columna ($\delta = \delta_e$), mientras que en el caso de fuerzas horizontales está compuesta por la suma de dos factores ($\delta = \delta_e + \delta_d$), el primero (δ_e) relacionado análogamente con los momentos flectores y la rigidez misma

En la columna corta, al reducir la luz libre debido a la presencia de un elemento externo a ella, generalmente no estructural, las fuerzas cortantes que debe resistir la columna se aumentan enormemente. A modo de ejemplo, en un entrepiso típico con 2.5 m de altura libre, el hecho de que se forme una abertura de 0.5 m de dimensión vertical colocando elementos no estructurales a los la-

artículos

dos de la columna, los cuales sólo llegan hasta 2.0 m de altura, aumentaría 5 veces ($2.5/0.5 = 5$) la fuerza cortante que debe resistir la columna, en comparación con la fuerza cortante obtenida de un análisis estructural que no haya tenido en cuenta la presencia de los elementos no estructurales de altura parcial y la formación de una columna corta debida al vano de la ventana.

Por lo tanto, ¡el elemento no estructural tiene la potestad de controlar la fuerza cortante a que se ve sometida la columna!

¿Por qué no se manifiesta el problema de columna corta debido a las cargas verticales? En realidad sí se presenta, pero dado que los momentos flectores son muy pequeños, las deformaciones laterales son igualmente pequeñas y la presencia del muro no estructural no es sentida por la columna, y sólo se llega a manifestar en situaciones extremas. No es éste el caso de la estructura sometida a fuerzas horizontales, donde los momentos flectores son grandes, las deformaciones laterales de la columna están regidas por la deriva de la estructura, y la presencia del muro no estructural es advertida por la columna produciendo un enorme aumento en la fuerza cortante aplicada a la columna.

En el caso de estructuras sometidas a solicitaciones sísmicas, una de las premisas básicas del diseño sismorresistente moderno, es que se busca que la estructura disipe energía en el rango inelástico, permitiendo al elemento llegar hasta niveles de momento flector correspondientes a esfuerzos cercanos a la fluencia (f_y) de las armaduras longitudinales. Esta disipación de energía, la cual ocurre a través de fenómenos histeréticos, es la que permite reducir las fuerzas inducidas por el sismo dividiéndolas por un coeficiente de reducción de respuesta R , dado que una gran parte de la energía que se manifiesta como vibración se disipa y las fuerzas inerciales producidas por la vibración se reducen.

Para que esta disipación de energía realmente ocurra, deben cumplirse, entre otras, dos premisas fundamentales:

- (a) que el concreto sea capaz de aceptar deformaciones unitarias que van mucho más allá de los niveles de falla del material bajo circunstancias normales, lo cual se logra colocando armaduras transversales de confinamiento en los lugares críticos dentro del elemento, y
- (b) que el elemento no falle a esfuerzos cortantes, lo cual se logra con la disposición de refuerzo transversal adecuado en toda la longitud del elemento.

Para garantizar la segunda premisa, las normas de diseño sismorresistente obligan a determinar la fuerza cortante de diseño (V_e) de los valores de los momentos flectores resistentes probables (M_{pr}), los cuales se calculan utilizando las armaduras longitudinales que realmente se colocan en el elemento. Estos valores de los momentos flectores resistentes probables deben calcularse empleando 1.25 veces la resistencia a fluencia de las armaduras ($1.25 f_y$) y sin utilizar el coeficiente de reducción de resistencia R . La fuerza cortante de diseño (V_e) se obtiene empleando la misma ecuación (1) pero con los valores apropiados, como se muestra en la ecuación (2):

$$V_e = \frac{(M_{pr})_a + (M_{pr})_b}{h} \quad (2)$$

En resumen, el procedimiento prescrito por las normas sismorresistentes para determinar las fuerzas cortantes de diseño y las armaduras transversales que la deben resistir, se basa en la premisa de que es inaceptable desde todo punto de vista que se presente una falla por esfuerzos cortantes y que para evitarla su valor se obtiene de una forma tal que siempre se presente primero una fluencia de la armadura longitudinal de flexión.

El gran problema de que existan columnas cortas dentro de la estructura es que el valor de la fuerza cortante de diseño que estima el ingeniero estructural, puede ser excedida debido a la reducción de la luz libre que causa el elemento no estructural, pues en la realidad el valor de h que debería emplearse en la ecuación (2) es el de la luz libre vertical del vano y no el de la luz libre vertical de la columna cuando no existe el elemento no estructural.

Ensayos experimentales sobre columnas cortas

El número de investigaciones experimentales sobre el fenómeno de columna corta no corresponde a la cantidad de veces que se observa este tipo de problema a raíz de la ocurrencia de sismos. Esto probablemente se debe a que la solución netamente estructural al problema es de dudosa efectividad y en general se prefiere evitar el problema desde el punto de vista arquitectónico. No obstante, se han realizado investigaciones experimentales al respecto, dentro de las cuales vale la pena destacar las siguientes:

Investigación realizada en la Universidad de Texas en Austin

A comienzos de la década de 1980 se realizó en la Universidad de Texas en Austin una serie de investigaciones experimentales tendentes a establecer los

parámetros que rigen el comportamiento estructural de columnas cortas y los eventuales procedimientos de diseño que garantizaran una respuesta adecuada cuando la estructura se viera sometida a los efectos de un sismo. En las referencias [4], [5] y [6] se describen los ensayos experimentales y las conclusiones obtenidas.

En esta investigación experimental se ensayaron numerosas columnas cortas ante cargas horizontales cíclicas. Dentro de las conclusiones más importantes que se obtuvieron de esta investigación se encuentran:

- (a) Al comparar columnas sin carga axial con columnas a las cuales se les colocaba una carga axial menor de la carga balanceada, se encontró que esta carga axial aumentaba la rigidez y la resistencia a cargas laterales de la columna. Por el otro lado, esta carga axial aumentaba la degradación de la columna ante cargas cíclicas, una vez se llegaba a su máxima carga lateral resistente.
- (b) Al comparar la respuesta de los ensayos cíclicos con los ensayos monotónicos se encontró que la respuesta a las cargas laterales cíclicas aceleraba la degradación de la columna, una vez se llegaba a la carga lateral resistente.
- (c) Al ensayar columnas con diferentes espaciamientos de sus estribos (30 cm contra 6.5 cm) se encontró que las resistencias a esfuerzos cortantes eran prácticamente insensitivas al espaciamiento de los estribos, indicando que la resistencia al corte depende casi en su totalidad de la resistencia al corte del concreto solo. Esto explica la gran fragilidad de estos elementos, observada en numerosos sismos.
- (d) Fue prácticamente imposible obtener una respuesta inelástica en flexión de las columnas y todas ellas mostraron respuestas histeréticas inestables. Las columnas con cuantías menores mostraron una mejor respuesta que aquellas con mayor cuantía.

Los resultados de esa investigación confirman la necesidad de evitar la construcción de columnas cortas, más que el tratar de resolver el problema a través de refuerzo transversal. Probablemente la mejor poli-

tica es separarlas de los elementos externos que las restringen lateralmente.

Investigación realizada en la Universidad de los Andes de Bogotá

En el año 1994, Juan Camilo Pineda Mesa realizó una investigación experimental por medio de la cual se logró reproducir en el laboratorio de estructuras de la Universidad de los Andes la falla de columna corta en un modelo escala 1 a 3. En total se ensayaron tres modelos. En la foto 19 se muestra el primer modelo antes de iniciar el ensayo y en las fotos 20 y 21 la falla por columna corta obtenida.

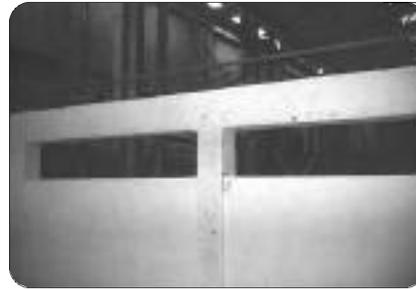


Foto 19:
Modelo No. 1, escala 1 a 3, ensayado en la Universidad de los Andes



Foto 20:
Falla por columna corta obtenida en el ensayo realizado en la Universidad de los Andes



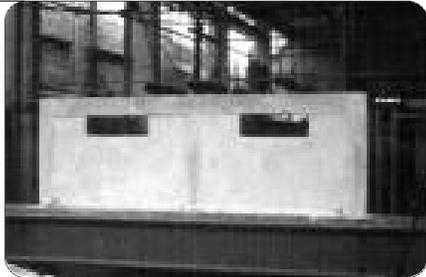
Foto 21:
Falla por columna corta obtenida en el ensayo realizado en la Universidad de los Andes

En los dos modelos restantes se ensayaron procedimientos de solución del problema de columna corta. Las hipótesis de solución ensayadas corresponden a cerrar parcialmente la ventana que conforma la co-

artículos

columna corta, adicionando sectores de muro al lado de las columnas, los cuales tienen la altura total del vano, como se muestra en la foto 22.

Foto 22:
Muro ensayado en la Universidad de los Andes, donde se ha cerrado parcialmente el vano que conforma la columna corta



Por medio de los ensayos se pretendió validar este tipo de solución. En las fotos 23 y 24 se muestra el estado de fisuración al final del ensayo del modelo n° 2. Allí puede verse que la falla en la columna no se presenta de la forma que ocurrió en el modelo n° 1.

Foto 23:
Estado de fisuración de la columna central al final del ensayo donde se ha cerrado parcialmente el vano que conforma la columna corta



Foto 24:
Estado de fisuración de la columna esquinera al final del ensayo donde se ha cerrado parcialmente el vano que conforma la columna corta



Las recomendaciones finales de ese trabajo indican la forma en que puede evitarse la falla de la columna corta, colocando porciones adicionales de mampostería a los lados de las columnas cortas generadas por los muros sin servidumbre visual, de la siguiente manera:

- * Para pórticos cuyas vigas tengan luces de hasta 4 m, adicionar porciones de mampostería que tengan como longitud mínima el doble de la altura libre de la columna corta.
- * Para pórticos cuyas vigas tengan luces superiores a 4 m, adicionar porciones de mampostería a cada lado de la columna con una dimensión horizontal mínima $a = (L \times h) / H$, donde L es la luz libre de la viga del pórtico, h la altura libre del vano de ventana que conforma la columna corta y H es la luz libre de la columna cuando no existe el muro.

En ambos casos las adiciones de mampostería deben cubrir la totalidad de la altura de la columna. No sobra advertir que en este caso hay un trabajo estructural del muro no estructural de mampostería, y que el muro debe verificarse para demostrar que no se presenta una falla de él.

Algunas recomendaciones

Las columnas cortas son causa de serias fallas en edificios bajo excitaciones sísmicas debido a que su mecanismo de falla es frágil. A continuación se dan algunas recomendaciones al respecto:

- * Las soluciones más adecuadas para el caso de muros de todo orden que impidan el movimiento libre de la columna consisten básicamente en la ubicación del muro en un plano diferente de la columna, o en la separación del muro de la misma por medio de juntas.
- * Para el caso de edificios con niveles intermedios, el proyecto arquitectónico debe considerar la ubicación de las columnas fuera de la línea de transición entre los niveles. Finalmente, en terrenos inclinados, debe buscarse la ubicación de los cimientos de las columnas a profundidades mayores, teniendo cuidado en la interacción entre las columnas y el muro de contención.

- * La NSR-98, referencia [3], en el literal (h) "Columna cortas o columnas cautivas" de A.9.5.2 recomienda:

En este caso el muro debe separarse de la columna, o ser llevado hasta la losa de entrepiso en su parte superior, si se deja adherido a la columna

- * Estudiar cuidadosamente la solución arquitectónica de paredes y ventanas y la unión de estos elementos a la estructura, de manera tal que no modifiquen el comportamiento sismorresistente previsto por el ingeniero estructural.

- * En la referencia [7] se indica lo siguiente:

"Según se ha comprobado experimentalmente, no existe forma de controlar el fenómeno de la columna corta mediante la inclusión de refuerzo convencional de acero: esto es, una vez existe la columna corta, el ingeniero responsable del diseño estructural pierde el control sobre la resistencia de los miembros. Lo anterior implica que el problema en cuestión no es estrictamente hablando un problema de ingeniería, ya que en la gran mayoría de las oportunidades el diseñador no tiene conocimiento del tipo de material que será utilizado como relleno de los pórticos, ni de su disposición y geometría.

La única forma totalmente eficaz de controlar el fenómeno de la columna corta es evitándolo, mediante una más dinámica y permanente interacción entre ingeniero y arquitecto. Se deduce entonces que los arquitectos deben también ser informados del riesgo que para una edificación introduce la presencia de columnas cortas o cautivas".

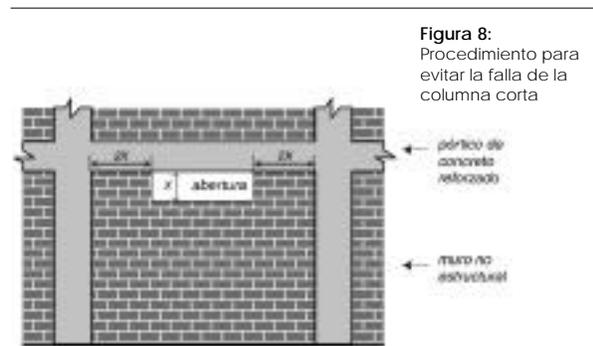
En el documento "Draft Standard for the Simplified Design of Structural Reinforced Concrete for Buildings" (ISO/DIS 15673), referencia [8], se dan las siguientes recomendaciones:

- (a) Separar el muro no estructural de los costados de las columnas. La separación

debe tener una dimensión mínima horizontal equivalente al 1.5 por ciento de la altura libre del entrepiso. El muro de mampostería debe estar reforzado y amarrado para evitar se vuelque al verse sometido a fuerzas laterales perpendiculares a su propio plano.

- (b) Colocar una ventana menos ancha, en la parte central de la luz entre columnas, de manera tal que la pared de mampostería se adhiera a la columna en toda su altura. En esta solución alterna, la distancia entre la cara de la columna y la ventana debe ser por lo menos dos veces la dimensión vertical de la abertura originada por la ventana. Véase la figura 8.

- (c) En ambos casos, en la longitud total de la columna deben colocarse los estribos de confinamiento apropiados para las zonas confinadas de columnas en zonas sísmicas.



En el tipo de solución mostrada en la figura 8 se está evitando la falla de la columna corta por medio de un trabajo estructural del muro no estructural de mampostería. Éste implica que el muro debe verificarse empleando los requisitos de mampostería estructural, y que su efecto debe incluirse en el análisis y diseño de la estructura.

Es conveniente hacer notar, que este tipo de solución puede entrar en contradicción con los requisitos exigidos por las normas técnicas de ventilación e iluminación naturales.

artículos

Referencias

- [1] GUEVARA, L. T. 1989. "Architectural Considerations in the Design of Earthquake-Resistant Buildings: Influence of Floor-Plan Shape on the Response of Medium-Rise Housing to Earthquake". Ph.D. in Architecture Dissertation. Berkeley: Graduate Division, University of California, Berkeley, p. 38.
- [2] GARCÍA, Luis E. "Columnas de concreto reforzado". 1991. Universidad de los Andes, Serie Selecta de Asocreto, Bogotá, Colombia, p. 192.
- [3] ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA (AIS). 1998. Normas colombianas de diseño y construcción sismorresistente - NSR-98 (Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, vol. 4, Bogotá, Colombia).
- [4] MAYURAMA, K., Ramírez, H y Jirsa, J. 1984. "Short Reinforced Concrete Columns under Bilateral Load Histories", *Journal of Structural Engineering*, vol. 110, n° 1, American Society of Civil Engineers, January.
- [5] UMEHARA, H. y JIRSA, J. 1984. "Short Rectangular Reinforced Concrete Columns under Bi-directional Loading", *Journal of Structural Engineering*, vol. 110, n° 3, American Society of Civil Engineers, March.
- [6] WOODWARD, K. y JIRSA, J. 1984. "Influence of Reinforcement on Reinforced Concrete Short Column Lateral Resistance", *Journal of Structural Engineering*, vol. 110, n° 3, American Society of Civil Engineers, March.
- [7] PINEDA, Juan Camilo. 1995. "Ensayos experimentales sobre control de columnas cortas", Proyecto de grado IC-94-II-26, Profesor asesor: Luis E. García, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de los Andes, Bogotá.
- [8] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). 1998. "Draft Standard for the Simplified Design of Structural Reinforced Concrete for Buildings" (ISO/DIS 15673), ICONTEC, Bogotá.
- [9] GUEVARA, L. T. y GARCÍA R. Luis E. 1999. Revista *Noticreto* n° 52, julio-septiembre de 1999 pp. 46-54. Asociación Colombiana de Productores de Concreto, ASOCRETO, Bogotá.

Mortero reforzado con fibras de polipropileno

Resistencia a flexión y compresión

Gladys Maggi Villarroel

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de un programa experimental de ensayos realizados para evaluar el comportamiento del mortero reforzado con fibras de polipropileno bajo cargas de flexión y compresión. La variable fundamental corresponde al porcentaje de volumen de fibras incorporado a la matriz de cemento, para lo cual se adoptaron valores inferiores al uno por ciento.

Los ensayos permiten evaluar las propiedades elásticas y mecánicas del mortero reforzado con fibras, entre ellas, trabajabilidad basada en el asentamiento, peso unitario del concreto fresco, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, tenacidad. Los resultados reflejan un incremento de la resistencia a flexión y de la capacidad de absorción de energía del mortero, en función del aumento del porcentaje de fibras de polipropileno.

Abstract

The objective of this work is to present the results of one experimental program essays made to evaluate the behavior of the polypropylene fibers reinforced cement composites down compression and flexion charges. The fundamental variate corresponds to the fiber volume percentage incorporated to the cement mixture, to which were used values under the one percent. The essays permit to evaluate the mechanical and elastic properties of the fibers reinforced cement composites, between them, workability based on the assessment, fresh concrete unitary price, flexion resistance, compression resistance, elasticity module, tenacity. The results shows an increase in the flexion resistance and in the concrete energy absorption capacity, in function of the polypropylene fibers increase percentage.

Introducción

La utilización de las fibras plásticas como refuerzo del concreto constituye una de las vías para prolongar la durabilidad de las obras realizadas con este material compuesto. Entre los principales factores que controlan su comportamiento, podemos mencionar las propiedades físicas de las fibras y de la matriz, así como la resistencia de unión entre ellas. Asimismo, la capacidad de la fibra para actuar como refuerzo dependerá del grado en que los esfuerzos son transmitidos a través de la matriz, y a su vez, este grado de transferencia estará gobernado por las características propias de las fibras.

En el trabajo de investigación se plantea analizar el comportamiento del concreto reforzado con fibras plásticas de polipropileno, mediante la determinación de las características y propiedades de los materiales que en él intervienen así como de la caracterización de su resistencia ante diversas acciones.

El programa experimental de ensayos contempla:

- Caracterización de los materiales. Corresponde a la determinación de las características de todos los materiales que se utilizan en la elaboración de las probetas a ser sometidas a ensayos de laboratorio: cemento, agregados, fibras.
- Ensayos de mortero reforzado con fibras. Ensayos de resistencia a flexión y a compresión correspondiente a los 7, 14 y 28 días, incorporando porcentajes de fibras inferiores al 1%.

Descriptores:

Mortero reforzado con fibras;
Fibras de polipropileno;
Resistencia a la flexión;
Resistencia a la compresión.

Descriptors:

Fiber reinforced cement composites; Polypropylene fibers; Flexion resistance; Compression resistance.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-1, 2001, pp. 43-50.
Recibido el 07/02/00 - Aceptado el 04/09/00

artículos

1. Caracterización de materiales

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

Cemento: Cemento Portland tipo I según norma COVENIN 28 (ASTM C 150). Homogeneización del insumo por cuanto los sacos comprados no son del mismo lote (misma empresa pero diferente fecha). El proceso se realiza mediante el mezclado de porciones iguales en cada volumen vertido en la máquina de desgaste Los Angeles, 100 vueltas. Posteriormente el cemento homogeneizado es guardado en bolsas plásticas y almacenado para evitar su dispersión.

Arena natural: Los agregados comerciales son analizados granulométricamente en sus condiciones iniciales, y se decide su procesamiento en el laboratorio. Se procede al lavado y tamizado de la arena para eliminar el exceso de finos y las impurezas orgánicas presentes. Secado al sol por 24 a 48 horas para lograr la condición seca al aire. Un segundo análisis granulométrico indica la necesidad de descomponer el agregado lavado en tres fracciones, para luego recomponerlas a fin de obtener la curva promedio establecida en la norma COVENIN 277.

Los resultados de la caracterización del agregado son: peso unitario suelto 1.576 kg/m^3 , peso unitario compacto 1.802 kg/m^3 , peso específico aparente 2.650 Kg/m^3 . La distribución y ajustes del agregado preparado se indican en las tablas 1 y 2.

Tabla 1:
Ajuste del agregado preparado

Cedazo	Peso (g)	Porcentaje
mayor # 4	40	8
# 4 - # 16	185	37
Menor # 16	275	55
	500	

Tabla 2:
Distribución del agregado preparado

Número	Cedazo (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje pasante
# 4	4,75	37	7,6	7,6	92,4
# 8	2,36	103	21,2	28,8	71,2
# 16	1,18	67	13,8	42,6	57,4
# 30	0,60	94	19,4	62,0	38,0
# 50	0,30	80	16,5	78,5	21,5
# 100	0,15	70	14,4	92,9	7,1
# 200	0,075	23	4,7	97,6	2,4
Faltante		11	2,3	99,9	0,1
		485			

Fibras de polipropileno: Presentan forma de red que al ser abiertas muestran una estructura reticular característica de su proceso de producción. Su longitud varía entre 22 y 42 mm. Peso específico: 910 kg/m^3 . Peso unitario: $49,5 \text{ kg/m}^3$. Disponibles en paquetes de 500 g. La caracterización de las fibras de polipropileno según norma española UNE 83-500-89/2 es: clasificación tipo II, láminas fibriladas. El enlace de las fibras con la matriz de cemento es mediante una interacción mecánica, no enlace químico. La adición de fibras a la mezcla se realiza por peso. Los porcentajes de fibra seleccionados para la evaluación son 0,10 - 0,25 - 0,50 y 0,75 en porcentaje de volumen.

2. Morteros reforzados con fibras de polipropileno

Se elabora un plan de trabajo para la preparación de las probetas y ejecución de los ensayos para edades del concreto de 7, 14 y 28 días. Esto permite evaluar las propiedades elásticas y mecánicas del mortero reforzado con fibras: trabajabilidad basada en el asentamiento, peso unitario del concreto fresco, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión, módulo de elasticidad.

2.1. Diseño de mezcla y preparación de probetas

Proporciones de la mezcla utilizada para la matriz de mortero se indican en la tabla 3.

La cantidad de materiales requeridos para cada una de las mezclas corresponde a los siguientes datos:

Volumen de mezcla: 53 l	Fracción volumen fibras:
Cemento: 27 Kg	91 g/m^3 (0,10%)
Agua: 15,5 l	118 g/m^3 (0,25%)
Relación agua / cemento = 0,57	233 g/m^3 (0,50%)
Agregado fino (arena): 75 Kg	355 g/m^3 (0,75%)

El mezclado y preparación del mortero correspondiente a una misma mezcla se realiza 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. Probetas elaboradas para los ensayos son: cubos estándar de 50,8 mm (2 pulg.) de arista para ensayos a compresión y viguetas de 100 x 100 x 400 mm (4 x 4 x 15,5 pulg.) para ensayos a flexión.

Secuencia y tiempo del proceso de mezclado:

- Incorporación en la mezcladora de 7,0 l de agua a fin de humedecer las paredes, paletas y fondo de la misma.
- Incorporación del agregado fino y mezcla durante un minuto.
- Incorporación de 6,5 l de agua y mezclado durante un minuto, para permitir la absorción del agua por parte de la arena.
- Incorporación del cemento.
- Incorporación del resto del agua y mezclado durante un minuto.

- Incorporación de las fibras y mezclado durante tres minutos.
- Descanso durante tres minutos y nuevamente es mezclado durante tres minutos.
- 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.
- 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 (72 °F) durante 27 días.

2.2. Ensayos de mortero fresco

Una vez concluido el proceso de mezclado se realizan las medidas del asentamiento y masa volumétrica, para posteriormente obtener las otras características físicas de las mezclas, las cuales se resumen en la tabla 4.

Tabla 3:
Características de la mezcla de mortero

Descripción	Cantidad		
	En peso	En volumen absoluto (**)	Mortero equivalente
Contenido de cemento (kg/m ³)	500	0,158	544
Contenido de arena (kg/m ³) (*)	1.375	0,518	1.497
Agua (l)	242	0,242	263
	2.117	0,918	2.304
Relación agua/cemento:	0,48		
Peso específico fibra polipropileno: g/dm ³	910		
Fracción volumen fibra: kg/m ³ (%)	47	(0,10)	
	117,5	(0,25)	
	235	(0,50)	
	352	(0,75)	
Resistencia especificada: kg/cm ²	250		

(*) Agregados, condición saturada con superficie seca, SSS

(**) Condición de volumen: suma de volúmenes absolutos igual a volumen referencial, que generalmente es de un metro cúbico.

Tabla 4:
Características de las mezclas

Descripción	Unidad	Porcentaje de fibra en mezcla				Observaciones	
		Patrón	0,10 %	0,25 %	0,50 %		0,75 %
Asentamiento							
- Mezcla sin fibras	cm	7	7	7	8	7	Asentamiento con el cono de Abrams (*)
- Mezcla con fibras	cm				5	5	
Peso volumétrico	Kg		5.400	6.400	5.400	6.200	Medida con el cilindro
Volumen	m ³		2.840	2.240	2.474	2.840	
Peso unitario	Kg/m ³	2.254	2.200	2.253	2.182	2.183	
Volumen real	dm ³	52,15	52,01	52,14	54,0	53,97	
Contenido cemento	Kg	519	519	512	500	500	

(*) Según COVENIN 339

artículos

Las mezclas de mortero reflejan una pérdida de asentamiento cuando se agregan las fibras, la cual es incrementada por el aumento del porcentaje de fibra añadido a la mezcla. Sin embargo, esta pérdida de asentamiento no necesariamente significa que hay una pérdida en la trabajabilidad de la mezcla, al menos para porcentajes bajos de fibra (menores al 1% por volumen) como los utilizados.

El mortero fresco reforzado con fibras de polipropileno no presenta sangrado de superficie y no se observa segregación en la mezcla.

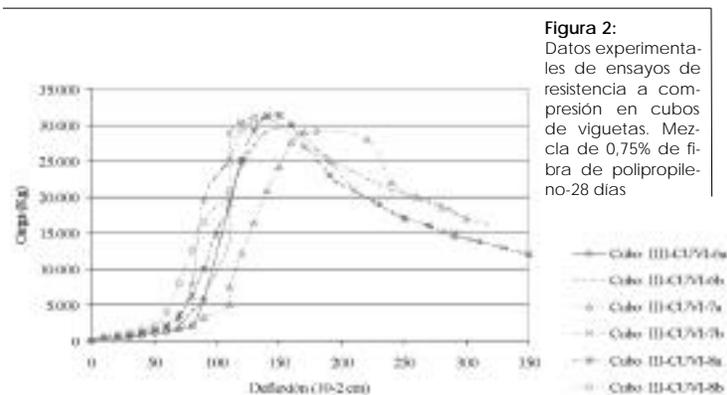
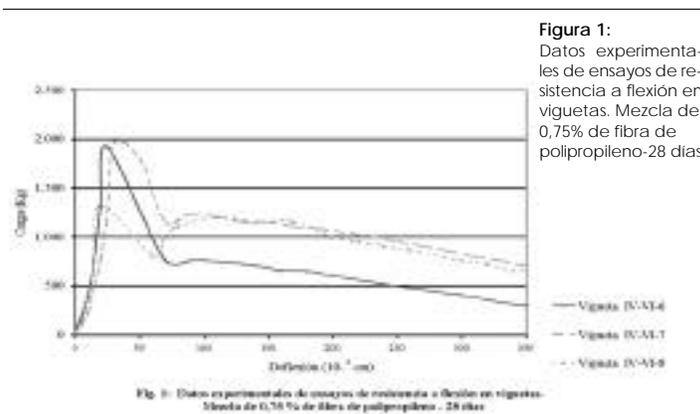
2.3. Ensayos de mortero endurecido

Los ensayos realizados para determinar las propiedades mecánicas del mortero reforzado con fibras son:

- Ensayos de flexión en viguetas. Ensayos con carga en el tercio medio (según norma ASTM C 78), para determinar la resistencia a flexión del mortero en función de la variación del porcentaje de fibras. Ensayos realizados a los 7, 14 y 28 días, para un total de cuarenta y cinco (45) probetas. En cada uno de ellos se realizan las mediciones de: carga aplicada y deflexión en el punto medio de la vigueta, carga de rotura. La aplicación de carga se realiza hasta valores superiores a la deformación de rotura.
- Ensayos de compresión en probetas cúbicas tomadas de viguetas. Determinación de la resistencia a compresión del mortero (según norma ASTM C 116) en función de la variación del porcentaje de fibras. Para los ensayos se utilizan los cubos tomados de las cabezas de las viguetas, y son realizados a los 7, 14 y 28 días, para un total de ochenta (80) probetas. Para cada uno de ellos se realiza la medición de: carga aplicada y su deformación, carga de rotura.

- Ensayos de compresión en cubos estándar. Determinación de la resistencia a compresión del mortero utilizando cubos estándar. Ensayos realizados a los 7, 14 y 28 días, para un total de cincuenta probetas. Para cada uno de los cuales se realiza la medición de la carga máxima.

Con los resultados de los ensayos de flexión de viguetas se elaboran las curvas carga-deflexión para cada una de las mezclas, y con los resultados de los ensayos de resistencia a compresión se elaboran las curvas carga-deformación para cada una de las mezclas (Maggi, 1999b). En las figuras 1 y 2 se muestran ejemplos de ellas.



En el momento que se inicia la fisuración en la zona traccionada de la vigueta sometida a flexión, se puede asumir que comienzan a trabajar las fibras y continúan haciéndolo hasta que la vigueta se rompe por tracción o por deslizamiento de las fibras debido a la pérdida de adherencia.

En la formación de las caras de fractura, éstas permanecen unidas por fibras con orientación aleatoria, que han resistido el esfuerzo de fractura (figura 3). Esto conduce a que la falla en las viguetas no sea frágil como en la mezcla patrón sino que se refleja un cierto comportamiento dúctil que aumenta con el incremento del porcentaje de fibra (comportamiento plástico).

Al examinar las curvas carga-deflexión se observa que la primera fisuración ocurre a cargas similares en las diferentes mezclas (patrón y con porcentaje de fibra).



Figura 3:
Cocido entre las dos partes de la viga fracturada

3. Determinación de las propiedades mecánicas

En esta sección se analizan los resultados de los ensayos del mortero endurecido correspondientes a absorción, flexión en viguetas, compresión en probetas cúbicas tomadas de viguetas y compresión en cubos estándar, para determinar las propiedades mecánicas del mortero reforzado con fibras.

A partir del análisis de las curvas carga-deflexión de los ensayos de flexión, se determina el módulo de rigidez, módulo de ruptura (límite elástico) e índice de tenacidad. Y del análisis de las curvas carga-deformación de los ensayos de compresión, se determina la resistencia y el módulo de elasticidad a compresión.

3.1. Absorción

Sobre la base de los resultados experimentales se determina la absorción del mortero (según norma ASTM 642) para los diferentes porcentajes de fibra en función del tiempo (figura 4). Posteriormente se determina la variación de la absorción del mortero en función del porcentaje de fibra (figura 5). Se indican las curvas de tendencia lineal y polinómica, ambas reflejan un incremento progresivo de la absorción en función del porcentaje de fibra.

3.2. Módulo de rigidez a flexión

El límite elástico se define como la carga bajo la cual el comportamiento del mortero es elástico. Por debajo de este límite podemos desprestigiar la influencia de la posible fisuración de la matriz de mortero y

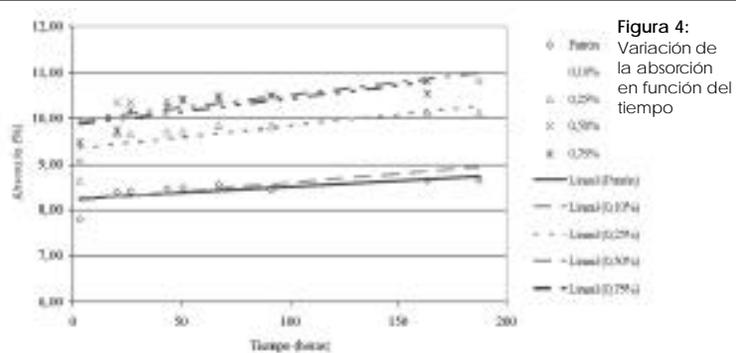


Figura 4:
Variación de la absorción en función del tiempo

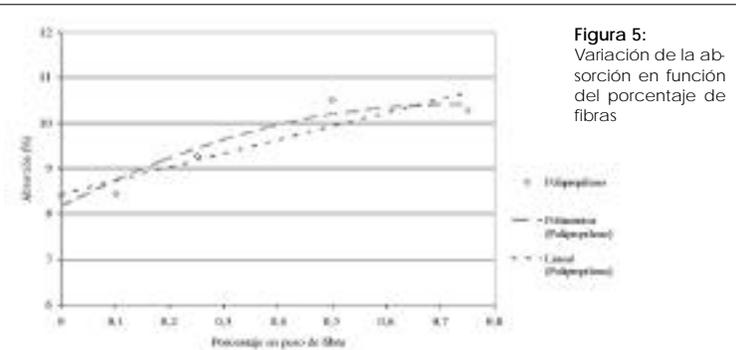


Figura 5:
Variación de la absorción en función del porcentaje de fibras

asimismo considerar el límite elástico como el punto en que aparece la primera grieta.

De todos los gráficos de resistencia a flexión de viguetas carga-deflexión se elaboran los cálculos correspondientes para la determinación de la pendiente de la zona elástica. En la figura 6 se evidencia el comportamiento del módulo de rigidez obtenido para las diferentes edades y los porcentajes de fibras del mortero.

La variación del módulo de rigidez es poca, lo que evidencia la reducida influencia de las fibras sobre su comportamiento.

artículos

3.3. Módulo de ruptura

La determinación del módulo de ruptura se realiza utilizando el procedimiento establecido por ASTM C 78, con 3 cilindros para cada variable. La fisura inicial en la superficie de tensión de las viguetas se obtiene en el tercio medio de la longitud de apoyo, de allí que el cálculo del módulo de ruptura se realiza por la expresión: $R = \frac{P}{b \cdot d^2}$. En la figura 7 se indica los resultados correspondientes al módulo de ruptura en función de la edad.

Para el contenido de 0,10% por volumen de fibra se observa un pequeño incremento en módulo de ruptura a flexión a los 28 días, respecto a la mezcla patrón. Sin embargo el módulo de ruptura para 7 y 28 días fue ligeramente menor para mortero con contenido de 0,50 a 0,75% de volumen de fibras, en comparación con la mezcla patrón. Pareciera no haber consecuencia acerca de los efectos significativos al añadir fibra de polipropileno sobre la resistencia a la primera fisura, o módulo de ruptura.

3.4. Índice de tenacidad

Ensayo de tenacidad a flexión (según norma ASTM 1018) utilizando viguetas con carga en el tercio medio. En él se determina la deflexión en el punto de la viga donde ocurre la primera grieta.

El índice de tenacidad es una medida de la capacidad de absorción de energía del mortero. El área bajo la curva es proporcional a la cantidad de energía absorbida antes de la rotura; ésta nos puede dar una

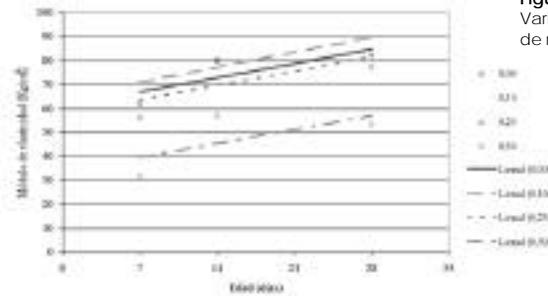


Figura 6:
Variación del módulo de rigidez a flexión

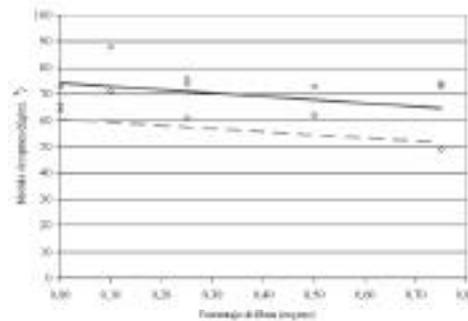


Figura 7:
Variación del módulo de ruptura

idea de la tenacidad de este tipo de mortero. En la tabla 5 se indica la variación de la tenacidad para los diferentes porcentajes de fibra.

3.5. Patrón de falla a compresión

Agregar fibras de polipropileno al mortero tiene un efecto significativo en el modo y mecanismo de falla de los cubos en el ensayo a compresión. El mortero con fibras falla de un modo más dúctil. Mientras que el cubo de mortero en la muestra patrón se fragmenta debi-

Tabla 5:
Tenacidad

Edad de probeta	7 días				28 días			
	0,10	0,25	0,50	0,75	0,10	0,25	0,50	0,75
Deflexión a primera grieta (mm):	0,26	0,52	0,52	0,42	0,33	0,30	0,33	0,25
Tenacidad a primera grieta (Kg.mm)	202	191	375	294	318	272	296	221
Deflexión para 3	0,78	1,57	1,56	1,25	0,96	0,90	1,00	0,75
Deflexión para 5,5	1,43	2,88	2,86	2,29	1,83	1,65	1,83	1,38
Deflexión para 15,5	4,03	8,11	8,06	6,46	5,17	4,65	5,17	3,88
Tenacidad para 3	445	958	1.030	1.177	1.293	1.101	1.064	786
Tenacidad para 5,5	508	-	1.572	1.952	1.213	1.771	1.692	1.409
Tenacidad para 15,5	769	-	-	4.374	-	-	-	3.070
I_5	2.61	-	2.86	3.95	3.45	4.21	3.67	3.70
I_{10}	1.72	-	4.27	6.52	-	6.96	5.82	6.64

do a la incapacidad de absorber energía; los cubos de mortero con fibra continua manteniendo la carga y resiste deformaciones, quebrándose en piezas.

3.6. Resistencia a compresión

Con los resultados de los ensayos a compresión en cubos de viguetas y los cubos estándar se determinan los valores de la carga máxima obtenida para cada probeta y se calcula la resistencia a compresión correspondiente, valores que se indican en las figuras 8 y 9.

De los valores experimentales obtenidos puede establecerse que al agregar fibras de polipropileno en cantidades inferiores al 0,75% existen pequeñas diferencias en la resistencia a la compresión. Sin embargo estas diferencias parecieran no ser representativas, y podría plantearse que son más bien efecto de la variación en el contenido de aire del mortero endurecido y de la diferencia en sus pesos unitarios, promedio por edad y/o dispersión en cada grupo.

3.7. Módulo de elasticidad a compresión

Con base en la información de los gráficos de resistencia a compresión de cubos carga-deformación, se elaboran los cálculos correspondientes para la determinación de la pendiente de la zona elástica. En la figura 10 se indica el valor del módulo de elasticidad obtenido para las diferentes edades y los porcentajes de fibras del mortero.

El módulo de elasticidad del mortero reforzado con fibras de polipropileno, no varía sustancialmente con el aumento del porcentaje de fibras.

4. Resultados

Del proceso experimental realizado sobre las muestras preparadas de mortero reforzado con fibras de polipropileno, y tomando como variable fundamental la variación del porcentaje de fibra en peso incorporado a la mezcla, se realiza el análisis de los resultados obtenidos; algunos de los aspectos más relevantes se presentan seguidamente.

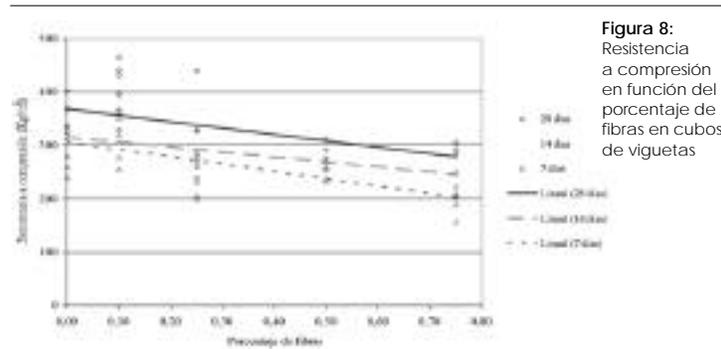


Figura 8: Resistencia a compresión en función del porcentaje de fibras en cubos de viguetas

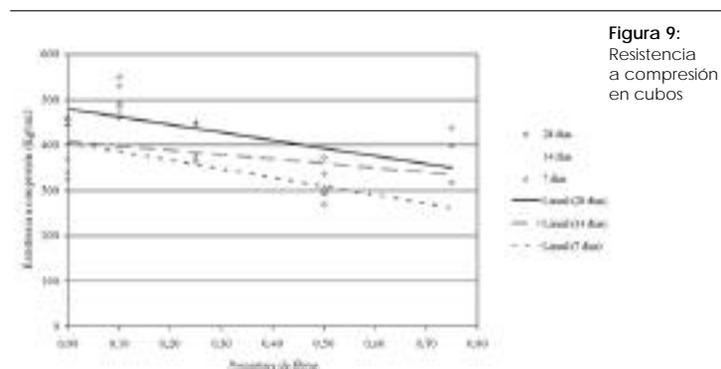


Figura 9: Resistencia a compresión en cubos

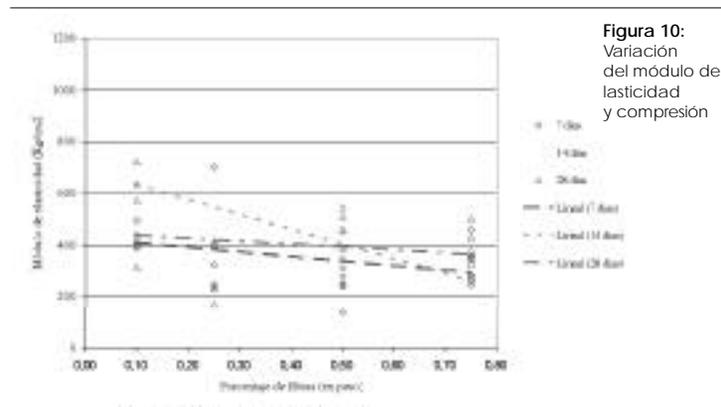


Figura 10: Variación del módulo de elasticidad y compresión

- * Para las cantidades de fibra utilizadas en la preparación de las mezclas (menores al 1%), no se observó ningún tipo de problemas con relación a la formación de grumos o incorrecta dispersión de las fibras. La distribución de fibras dentro de la mezcla es aleatoria.
- * La evaluación del comportamiento de la mezcla para los porcentajes

artículos

mayores permite evidenciar una ligera reducción de la trabajabilidad de la misma. No obstante, no es necesario tomar precauciones diferentes a las consideradas en el concreto normal en los procesos de preparado y vaciado de la mezcla de cemento.

- * Las caras de fractura formadas en los ensayos de flexión del mortero reforzado con fibras de polipropileno, permanecen unidas por fibras con orientación aleatoria, que han resistido el esfuerzo de fractura. Esto conduce a que la falla en las viguetas no sea frágil, como en la mezcla patrón, sino que se refleja un cierto comportamiento dúctil que aumenta con el incremento del porcentaje de fibra (comportamiento plástico).
- * La resistencia a flexión del mortero reforzado con fibras de polipropileno se incrementa con el aumento del porcentaje de fibras de polipropileno.
- * Los módulos de rigidez a flexión y de

elasticidad a compresión del mortero reforzado con fibras de polipropileno, no varían sustancialmente con el aumento del porcentaje de fibras.

- * Pareciera no haber consecuencia acerca de los efectos significativos en el módulo de ruptura al añadir fibra de polipropileno a la mezcla.
- * De los valores experimentales obtenidos en los ensayos a compresión puede establecerse que la incorporación a la matriz de mortero de porcentajes de fibras de polipropileno inferiores al 1%, reflejan pequeñas diferencias en la resistencia a la compresión del mortero. Sin embargo estas diferencias parecieran no ser representativas, y podría plantearse que son más bien efecto de la variación en el contenido de aire del mortero endurecido y de la diferencia en sus pesos unitarios.

Bibliografía

ACI COMMITTEE 544.1R-96. 1996. "Fiber Reinforced Concrete". American Concrete Institute.

ASTM. Designation: C 1018-89. 1989. "Standard test method for flexural toughness and first-crack strength of fiber-reinforced concrete (using beam with third-point loading)".

ALLAN M.L. and KUKACKA L.E., 1995. "Strength and durability of polypropylene fibre reinforced grouts". *Cement and Concrete Research*, vol. 25, n° 3, pp. 511-521.

BAYASI, Ziad and ZENG Jack. 1993. "Properties of polypropylene fiber reinforced concrete". *ACI Material Journal*, november-december, vol. 90, n° 6, pp. 605-610.

BENTES, Ruy y ENGLER de VASCONCELLOS, Luis. 1993. "O reforço das fibras". *Téchne*, Revista de Tecnologia da Construção, mar-abr, año 1, pp. 28-30.

MAGGI, Gladys. 1998. "Trabajabilidad de la pasta de cemento reforzada con fibras plásticas", *XVII Jornadas de Investigación*, IDEC-FAU-UCV. Noviembre.

1999a. "Evaluación de la capacidad resistente en morteros reforzados con fibras plásticas". Informe final presentado al organismo financiador del proyecto, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, UCV. Agosto.

1999b. "Ensayos de Laboratorio en pastas de cemento reforzada con fibras plásticas". *Revista Tecnología y Construcción*, IDEC-FAU-UCV, vol. 15-I, 1999.

NANNI, Antonio. 1993. "Fiber-reinforced plastic (FRC) reinforcement for concrete structures. Properties and applications". Elsevier Science Ltd., august.

SEGRE, N.; TONELLA, E. and JOEKES, I. 1998. "Evaluation of the stability of polypropylene fibers in environments aggressive to cement-based materials". *Cement and Concrete Research*, vol. 28, n° 1, pp. 75-81.

STEVENS, D. J. 1995. "Testing of fiber reinforced concrete". American Concrete Institute, june.

Agradecimiento

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, por el financiamiento y apoyo para la realización de esta investigación (Proyecto de investigación N° 02.32.414/98).

Límites de eficiencia en el trazado urbano: análisis y aplicación.

Marina González de Kauffman; Sonia Aranda; Carmen Villamediana

Resumen

Este trabajo presenta un estudio en el cual se determinan y analizan los límites de eficiencia de las variables urbanas, a través de modificaciones en el número de viviendas y de unidades de dos modelos tipológicos de organización de áreas residenciales para viviendas de bajo costo utilizadas en Maracaibo (retícula y ramificado o "árbol"). Así mismo, con las pautas dadas por este análisis, se ha realizado un instrumento que gráficamente permite, en forma comparativa entre los modelos tipológicos estudiados, determinar los efectos que las decisiones de diseño tienen en los costos de un desarrollo urbanístico residencial.

Abstract

This research pretends, in first instance, to identify and analyze the efficiency limits of urban variables, through variations on the number of dwellings and units, in two different organizational models of residential areas for low-income houses commonly used in Maracaibo (grid and a branches structure). Then, assuming as a starting point the results of the analysis, a graphical instrument has been developed to determine how the designer decisions affect the costs, in a very early stage of the design process of a residential urban development, comparing the two typological models studied.

Introducción

La bidimensionalidad que sufren las ciudades venezolanas en términos de su desarrollo urbano, está determinada por las zonas de urbanización informal que la han acometido de forma violenta, como producto de la necesidad de vivienda que sufren los más pobres. Esta urbanización marginada y de estructura ineficiente es el sesgo que está caracterizando su formalización, mientras que paralelamente, y casi a ciegas, el gobierno, por años, se ha empeñado en desarrollar urbanizaciones que no sólo han resultado costosas en su inversión inicial, ya que el criterio ha sido la rapidez en el proyecto y la ejecución de las mismas, sino con un alto costo de inversión en servicios y equipamiento, así como de mantenimiento para las ciudades en las que se han edificado; a la vez, que el resultado final requiere de una inversión familiar imposible de lograr para aquellos que realmente lo necesitan.

Varios aspectos han motivado esto. Primero, que la visión analítica sobre el problema de la vivienda se haya limitado a la tecnología constructiva apropiada y económica, sin considerar que la vivienda extrapola su acción como espacio habitable a las áreas urbanas, lo que la convierte en factor fundamental en pro del desarrollo sustentable de la ciudad bajo el concepto extendido más allá del ambiente natural y que abarca a esta última como ambiente construido (Reef, 1989:60). Sin embargo, es importante mencionar que al menos se está reflexionando sobre el hecho, y aunque se ha establecido en las políticas gubernamentales 1999-2004 un concepto de vivienda mucho más extenso (CONAVI, 1999:1), se tardará un poco en que la comprensión del mismo se refleje en las acciones de realización de vivienda y en los estudios que sobre el tema se efectúan.

Descriptor:

Zonas residenciales; Tipología de vivienda de bajo costo; Urbanizaciones de vivienda; Maracaibo-Venezuela.

Descriptors:

Residential areas; Low cost bonded typology; Housing urban planning; Maracaibo-Venezuela.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-1, 2001, pp. 51-56.
Recibido el 29/11/99 - Mención especial Encuentro Vivienda 99

artículos

Segundo, que cuando se trata de proyectos de expansión de sectores urbanos para alojar la población de bajos recursos económicos, el diseño debe abordarse mediante procesos, que sin descartar la intuición y la estética, racionalicen la selección de los elementos que constituirán el trazado urbano. La razón de esto: la expansión de las ciudades es cada día más costosa y más compleja.

Tercero, el incremento en los costos de urbanización y dotación de servicios en la mayoría de las ciudades venezolanas, implica que se considere la eficiencia como aspecto básico para el diseño urbano-residencial mientras que se atiende la necesidad prioritaria de habitación de la población económicamente desposeída, lo que a la vez redundaría en una ciudad con una estructura funcional y formal más coherente.

Por tanto, ni es el costo constructivo de la edificación, ni la disposición masiva (y hasta arbitraria) de viviendas sobre el terreno, el cual está generalmente sin servicios, lo que debe marcar la pauta para la elección de los elementos que constituirán la traza de una urbanización de bajo costo, como ha sido hasta ahora para la mayoría de los mal llamados desarrollos urbanísticos gubernamentales. Para que el resultado sea organizado y coherente, debe ser producto de un razonamiento y una planificación con vista hacia un funcionamiento del urbanismo como sistema eficiente en cuanto a emplazamiento en relación con el resto de la ciudad; uso de la tierra urbanizable: distribución, mantenimiento y operación de las redes de servicios urbanos; y, forma y concordancia de producción constructiva de las viviendas y el urbanismo en sí; y la operación y plan de inversiones general y de cada familia en particular.

En esta línea de pensamiento se han desarrollado varios trabajos que sin tocar o ahondar, en muchos casos, en todos los aspectos mencionados en el párrafo anterior, han incursionado en el efecto que las decisiones de diseño expresan en los costos de inversión para la ejecución de urbanizaciones residenciales. Entre éstos se pueden mencionar los trabajos de Caminos y Caminos (1977); Caminos y Goether (1984); Bertaud *et al.* (1988); González de Kauffman (1996, 1997, 1998a, 1998b).

En trabajos anteriores, referidos en la última parte del párrafo anterior, se efectuó un análisis comparativo entre dos tipologías de trazados urbanos empleadas en áreas de viviendas de bajo costo en Maracaibo. Se observó el comportamiento de diversas variables y se interpretó, en forma cuantitativa, el funcionamiento de la es-

tructura urbanizada, en términos formales (González de Kauffman, 1996, 1997, 1998a, 1998b:478, 88, 457, 56). Estos trazados son: el reticular (basado en la cuadrícula colonial) y que se ha utilizado en la ciudad de Maracaibo como forma tradicional de expansión y estructura más frecuente para disponer la vivienda de bajo costo; y un modelo constituido por células independientes y organizadas en forma de "árbol", el cual resultó con mayores ventajas que el anterior sometido al proceso de comparación (figura 1).

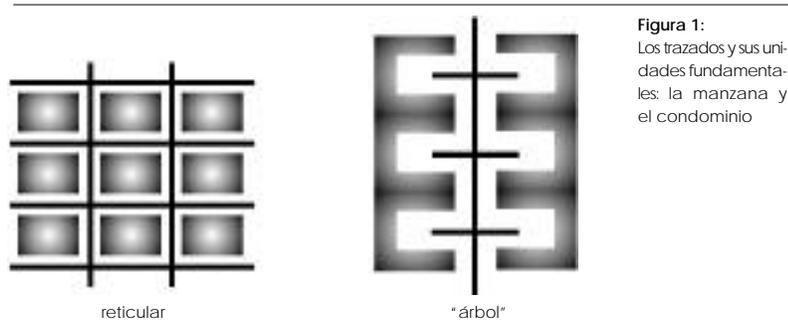


Figura 1:
Los trazados y sus unidades fundamentales: la manzana y el condominio

Con base en la información que generó ese trabajo, se produjo el que aquí se presenta, con la tesis fundamental de que al ser la ciudad un elemento que no es estático sino dinámico, ya que está en continuo cambio, se hace necesario para los planificadores el poder identificar en el funcionamiento y el crecimiento de los proyectos urbanísticos, los efectos de las decisiones de diseño asumidas en las etapas previas a la construcción de tipo residencial; sobre todo cuando se refiere a poblaciones de bajos ingresos.

Dos objetivos fundamentales se plantearon: el primero, el definir *límites de eficiencia*, según las variables: longitudes y costos de las redes de infraestructura y electricidad; costo total de urbanización; costo de urbanización por parcela (inversión familiar en urbanismo); accesibilidad económica del trazado; índice de caudal de aguas blancas; índice de evacuación de aguas negras; índice demanda eléctrica; índice de caudal de gas; y un segundo, consecuencia directa del primero, que es el plantear un instrumento gráfico que, en forma rápida y segura, permita seleccionar la forma del trazado, número de unidades y viviendas adecuadas a un sitio, a la vez que evalúa el efecto que las decisiones producen en los costos de inversión y el funcionamiento y operación del esquema de trazado seleccionado (González de Kauffman, 1999:4).

"Las ciudades se han reconocido como el motor del desarrollo, y su desempeño y productividad deberá aproximarse mediante una eficiente operación" (Acioly & Davidson, 1996:12).

Metodología y desarrollo

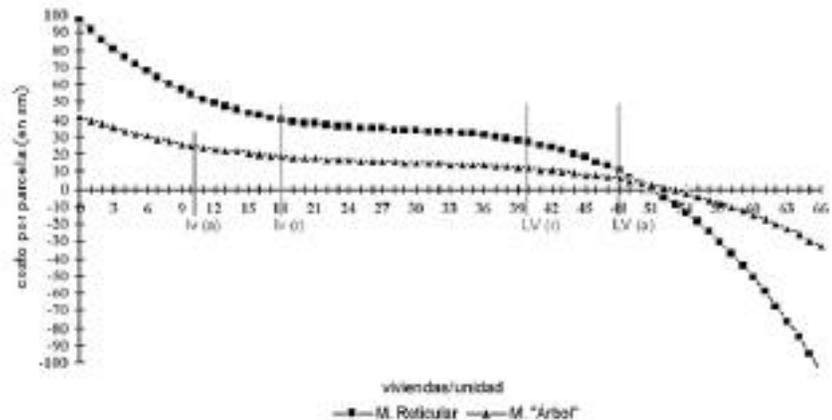
Primera etapa

Según modelos abstractos referenciales que fueron elaborados, basados en los trazados propuestos para los desarrollos urbanísticos "Ciudad Losada" (Facultad de Arquitectura de La Universidad del Zulia, 1996), *trazado reticular*, y "Nueva Democracia" (Facultad de Arquitectura de La Universidad del Zulia, 1995), *trazado "árbol"*, cuya estructura parcelaria, similar, es de 7,5 x 18 m y dimensiones viales estandarizadas según el Plan Vial de Maracaibo (Comisión Presidencial de transporte de la Alcaldía de Maracaibo, 1994) para áreas residenciales, se obtuvo los *límites de eficiencia* para las variables mencionadas, mediante la aplicación de ecuaciones y conceptos matemáticos específicos para tal fin.

caron a través de la utilización de la experiencia y ecuaciones matemáticas realizadas en forma manual. Una vez verificado el método, se procedió a aplicarlo en otros 718 casos que constituirían la base para el gráfico. Es importante acotar, que estos dos procesos se han realizado, hasta el momento, para las variables relativas a los costos: los generales de urbanización, por parcela y de las redes, lo que ha permitido montar el primer prototipo, con el cual se ha verificado el funcionamiento adecuado del instrumento elaborado. Para las otras variables, que expresan el funcionamiento de desempeño de las redes y el financiamiento, se están estableciendo las ecuaciones.

Figura 2:

Límites de eficiencia en el trazado reticular (curva de costos por parcela) en el caso ejemplo: 12 unidades con número variable de viviendas



lv(r): límite de eficiencia mínimo del trazado reticular, en relación con el número de viviendas
 LV(r): límite de eficiencia máximo del trazado reticular, en relación con el número de viviendas
 lv(a): límite de eficiencia mínimo del trazado "árbol", en relación con el número de viviendas
 LV(a): límite de eficiencia máximo del trazado "árbol", en relación con el número de viviendas

La aplicación de estas ecuaciones se efectuó, inicialmente, sobre curvas estadísticas realizadas para los casos de estudio que se seleccionaron, entre 3.600 modelos que fueron analizados: 12 unidades con número variable de viviendas y número variable de unidades con 20 viviendas, para las dos tipos de trazado: retícula y "árbol" (figura 2). Además, con el análisis de las curvas estadísticas se lograron ecuaciones descriptivas del comportamiento de las variables que permitieron reproducir, para todos los casos posibles de variación de unidades y viviendas, los efectos de esta modificación.

Las ecuaciones descriptivas se obtuvieron mediante el uso del programa MS Excel® y se verifi-

Segunda etapa

Las ecuaciones descriptivas fueron vaciadas sobre una base diagramada en forma de ejes coordenados bidimensionales, para construir, por caso: retícula o "árbol", dos gráficos que superpuestos permiten identificar y evaluar, en forma comparativa, los efectos de las modificaciones formales del trazado urbano.

Esto se logró mediante la construcción de diagramas estadísticos que reflejan el comportamiento de las variables con modificación del número de viviendas y unidades del trazado (manzanas o condominios) en forma superpuesta, en el programa MS Excel®, para luego ajustar la escala de presentación en el programa AUTO-

artículos

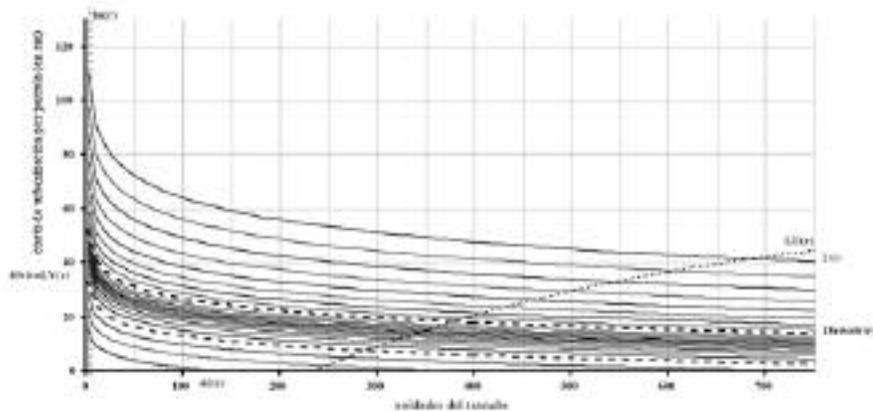
CAD V.14®, a una que permitiera su aplicación práctica de forma ágil y sencilla.

El instrumento prototípico, producido así y que se muestra parcialmente en la figura 3, en una de sus secciones, consta de dos partes, uno para cada tipología de trazado, cada una de las cuales está configurada por cuatro cuadrantes, en los cuales se refleja, por trazado y por número de unidades y de viviendas:

- El costo de urbanización, por parcela: cuadrante xy:
- El costo por parcela, de la red de aguas blancas/gas: cuadrante x/(-y):
- El costo por parcela, de la red de aguas negras: cuadrante (-x)/(-y):
- El costo por parcela, de la red de electricidad: cuadrante (-x)/y:

Este primer prototipo es muy básico y lo que se ha pretendido con él es, más que todo, verificar que puede funcionar y que puede utilizarse en forma rápida. Por ello se está limitando únicamente a cuatro variables. Sin embargo, en este momento se está trabajando en la incorporación de las variables generales, tanto de costos como de comportamiento general de las redes de infraestructura, y la indexación de los costos a las unidades tributarias (UT), ya que éstas reflejan en forma más eficiente la inflación que el salario mínimo (sm), que es en razón del cual se ha realizado el prototipo que se presenta aquí. Así mismo, se pretende resolver el requerimiento de las equivalencias cuando se trate de utilizar parcelas diferentes a la de 7,5 x 18 m.

Figura 3:
Cuadrante XY del
diagrama prototípico



El gráfico prototípico completo abarca desde las 2 hasta las 700 unidades del trazado y en relación con el número de viviendas por unidad, desde las 2 hasta las 42 viviendas, demarcando los límites de eficiencia para ambos casos: variación de unidades y de viviendas.

Como los datos del estudio que ha dado origen a este trabajo y al instrumento gráfico planteado, han sido obtenidos tomando como base unas dimensiones parcelarias fijas de 7,5 x 18 m, es necesario tomar en cuenta que en caso de utilizar otra tipología de parcela se debe realizar una operación matemática para equivaler las dimensiones de la parcela nueva con la original. Identificando la equivalencia entre las parcelas se puede proceder a utilizar el gráfico, cuyo resultado debe ser extrapolado de la misma forma anterior de equivalencia, pero en sentido contrario.

Conclusiones y recomendaciones

Observación: las conclusiones que se presentan han sido elaboradas, como se explicó antes, únicamente para las variables relacionadas con los costos por parcela.

1. En el caso del trazado reticular, el límite de eficiencia inferior para las variables relacionadas con los costos se ha establecido, teniendo que ser un número par, en las 18 viviendas, ya que es en ese punto donde la pendiente de la curva se aproxima a 45°, que es a partir de donde se marca una relativa estabilización de los costos. El máximo se ha fijado en 40 viviendas, ya que al igual que en la situación anterior, es donde coincide con una pendiente de 45° negativa (figura 4).

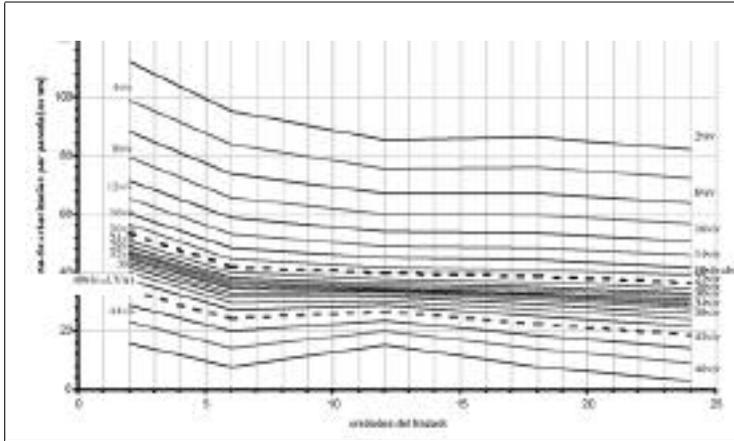
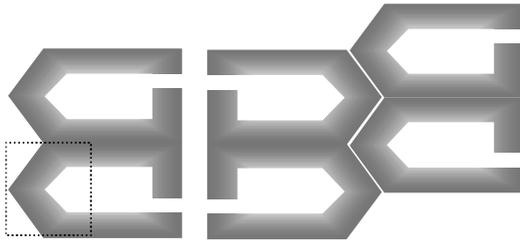


Figura 4:
Vista aumentada de la zona entre 2 y 24 unidades del trazado del cuadrante XY de la gráfica, para el trazado reticular

- lv(r): límite de eficiencia mínimo del trazado reticular, en relación con el número de viviendas
- LV(r): límite de eficiencia máximo del trazado reticular, en relación con el número de viviendas
- Área gris: zona de eficiencia

2. Para el "árbol", el rango entre las pendientes de 45° positiva y negativa se amplía, ya que la curva tiene mayor tendencia a la horizontalidad que en el trazado reticular, lo que define los límites máximo y mínimo en 48 y 10 viviendas por unidad (figura 5). Los valores del número de viviendas son igualmente pares y mayores que 8, dada la requerida configuración simétrica, y en herradura, de la forma condominial que, como unidad, organiza al trazado.

Figura 5:
Forma en herradura de las unidades condominiales y área mínima para su configuración que ocupan 8 viviendas



3. Las conclusiones 1 y 2 implican que a la eficiencia general del "árbol", que es comprobadamente superior al reticular ya que en todos los casos los costos, por parcela y generales, resultan con unos porcentajes disminuidos entre 40% y 80% (González de Kauffman, 1996, 1997, 1998a, 1998b:478, 88, 457, 56), se le adicione la posibilidad de permitir utilizar un rango más amplio de viviendas así como un mayor número de viviendas por unidad, lo que lo hace, como modelo formal, más interesante de aplicar por razones económicas.

4. En el caso de la variación de unidades, los límites máximos divergen de acuerdo con una

disminución polinómica en el sentido de aumento del número de éstas. Esta variación se puede observar en la figura 3, que muestra el cuadrante xy y el límite máximo con el nombre: LU(r).

Es obvio que con el aumento del número de unidades, se disminuye en forma definitiva los costos por parcela del trazado urbano mientras se ocupa más área, dada la "economía de escala". Sin embargo, se han encontrado evidencias de que al disminuir la dimensión de la unidad (y por ende el número de viviendas por cada una de éstas) a la vez que se aumenta el número de unidades, los costos individuales aumentan de forma importante (ver en figura 3 la curva LU(r)).

5. En forma general y en relación con los límites mínimos (lv(r)), las curvas muestran un punto de inflexión importante en las 7 viviendas, para el "árbol" y 8 viviendas, para el reticular, para uno de los casos de estudio. A partir de estos puntos las curvas evidencian una tendencia estable de disminución logarítmica hasta llegar al punto crítico máximo, variable para cada una, como se dijo anteriormente, donde la pendiente de la misma tiende a hacerse 0° y la curva a hacerse horizontal.

6. Aunque estos límites matemáticos aporten razones para la elección de las variables urbanas, la limitante más importante es el presupuesto del cual se dispone para desarrollar la urbanización y el número de familias que han de beneficiarse. En este sentido, el instrumento que se propone es importante ya que puede permitir al diseñador el ubicarse rápidamente dentro del rango de variaciones, de unidades y viviendas, que le permite dicho monto, que es obviamente fijo.

artículos

7. El instrumento gráfico elaborado, aun en su fase prototípica que aborda solamente los costos por parcela, podrá ser utilizado por todos aquellos profesionales y estudiantes comprometidos en el quehacer de la planificación de áreas urbanísticas, sin requerir de un entrenamiento sofisticado y especial. Esto lo hace ideal como instrumento docente y para la toma de decisiones que deben realizar, de forma rápida, las instituciones públicas que se encargan del conceptualizar urbanizaciones para viviendas de bajo costo.

8. Aunque el estudio en el cual se basa este trabajo se ha realizado con datos existentes en el mercado y costos específicos para la ciudad de Maracaibo, puede servir como elemento referencial, permitiendo que las conclusiones de su interpretación y su uso, a través del instrumento gráfico que plantea, sean extrapolables para otras ciudades del país.

Bibliografía

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. 1996. "Density in Urban Development". Lund Centre for Habitat Studies. *Building Issues*. Volume 8. Number 3. 25 pp.

BERTAUD, A.; BERTAUD, M.; WRIGHT, J. O. 1988. Efficiency in Land Use and Infrastructure Design. An Application of the Bertaud Model. Discussion paper. Report INU 17. The World Bank. Policy Planning and Research Staff. Infrastructure and Urban Development Department. 94 pp.

CAMINOS, H. y CAMINOS, C. 1977. "El precio de la dispersión urbana". Facultad de Arquitectura. Universidad de los Andes. Mérida.

CAMINOS, H. y GOETHER, T. 1984. *Elementos de urbanización*. México: Ediciones Gustavo Gili, S.A.

COMISIÓN PRESIDENCIAL DE TRANSPORTE DE LA ALCALDÍA DE MARACAIBO, 1994. "Anexos Plan Vial de Maracaibo". Mimeo, pp. 35-82.

CONSEJO NACIONAL DE LA VIVIENDA (CONAVI), 1994. Normas de Operación de la Ley de Política Habitacional. *Gaceta Oficial* Extraordinaria de la República de Venezuela. N° 4861, 01-03-95. En *Legislación Económica*, tomo 33, n° 387. Enero 1996, pp. 29-38.

CONSEJO NACIONAL DE LA VIVIENDA (CONAVI). 1999. "Borrador del Plan Nacional de Vivienda 1999-2004". Caracas, enero, 12 pp.

ECHEVERRÍA V., Andrés. 1995. "Los asentamientos irregulares en el proceso de urbanización de Maracaibo. La formación de la ciudad precaria". Facultad de Arquitectura. Universidad del Zulia. Maracaibo, mimeo, trabajo de ascenso, diciembre, 127 pp.

GONZÁLEZ DE KAUFFMAN, Marina. 1996. "Economic and Quantitative Evaluation of Urban Layouts for Residential Areas of Maracaibo-Venezuela". En *Proceedings of The XXIVth IAHS World Housing Congress*, vol. 2. Ankara, Turkey, May, pp. 477-488.

GONZÁLEZ DE KAUFFMAN, Marina. 1997. "Eficiencia dimensional de los elementos del trazado urbano". En *Trabajos y Experiencias-IV Encuentro Nacional de la Vivienda 97*. Maracaibo, octubre, pp. 73-89.

GONZÁLEZ DE KAUFFMAN, Marina. 1998a. "Cost and Infrastructural efficiency of planned urban layouts for low income houses in Maracaibo-Venezuela". En *Proceedings 8th International Planning History Conference*. Sidney, Australia, July, pp. 454-458.

GONZÁLEZ DE KAUFFMAN, Marina. 1998b. "Costo y desempeño infraestructural del trazado urbano". En *Proceedings URVI 98*. Barquisimeto, octubre.

GONZÁLEZ DE KAUFFMAN, Marina. 1999. Protocolo para Proyecto de Investigación CONAVI-LUZ: Elaboración de un instrumento auxiliar para el diseño de trazados urbanos para viviendas de Asistencia I. Casos retícula y "árbol". Maracaibo, mimeo, enero.

REEF W.T. 1989. "Defining Sustainable Development", Research Bulletin, UBC Centre for Human Settlements, Vancouver.

Agradecimiento

El más sincero agradecimiento al Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI), por el financiamiento de este trabajo a través del Convenio CONAVI/LUZ, y por la confianza depositada en los investigadores de La Universidad del Zulia. También al CONDES (Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de LUZ) por el financiamiento del proyecto de investigación que dio origen a este trabajo.

Los sistemas pasivos de refrescamiento de edificaciones en clima tropical húmedo. Posibilidades de aplicación en Venezuela

María Elena Hobaica; Rafik Belarbi; Luis Rosales

Resumen

El proyecto se integra en un marco general de mejoramiento de la calidad de las edificaciones, mediante un enfoque que plantea la reducción del gasto energético. Se incursiona en el campo de los sistemas de tratamiento integral de la envolvente y los ambientes de la edificación, a través de la incorporación de técnicas pasivas de refrescamiento, especialmente de sistemas complementarios que colaboren en alcanzar niveles adecuados de confort, adaptados a las distintas zonas climáticas de Venezuela. A tal fin se plantea una estrategia destinada a evaluar el potencial climático de algunos de estos sistemas, así como su relación con el confort global, de modo de sentar las bases para su aplicación, principalmente en edificaciones colectivas, en sitio urbano. Para ello se propone una zonificación climática de Venezuela y se establece una jerarquía en orden de importancia en cuanto a la incidencia de los factores climáticos en el comportamiento térmico de las edificaciones en el trópico.

Descriptor:
Refrescamiento pasivo;
Edificación; Confort;
Gasto energético.

Abstract

The project deals with the optimization of buildings global quality, integrating energy saving issues. The approach involves a global understanding of the building's envelope and indoor spaces performances, by means of incorporating passive cooling systems, specially those which consist of complementary systems added to the building, which aim is to achieve thermal comfort in accordance with Venezuela's climatic zones. The strategy consists of an evaluation of the cooling potential of some of those cooling systems, particularly focused on collective urban buildings. This involves the definition of different climatic zones of the country's as well as a ranking based on the influence of diverse climatic parameters in accordance with building's performance in tropical weather.

Descriptor:
Passive cooling;
Building; comfort;
Energetic consumption

Introducción

La coyuntura actual venezolana abre nuevas posibilidades frente a un periodo de despilfarro energético que parece llegar a su fin. Nos enfrentamos a una progresiva toma de conciencia relativa a la posibilidad real de diseñar y construir edificaciones confortables dentro de un marco de racionalidad. Uno de los objetivos fundamentales es la disminución del elevado costo de la climatización, cuyos excesos nos colocan como el país que tiene el más alto consumo energético de América Latina.

La incursión en el estudio de los sistemas pasivos de climatización, capaces de refrescar los ambientes utilizando poca energía, nos conduce a una estrategia que incluye la adaptación al clima venezolano de una metodología para determinar el potencial de algunas de estas técnicas, cuya eficacia ha sido comprobada para otras latitudes.

A partir de una primera selección de técnicas plausibles, se analizan y presentan los resultados obtenidos para dos ciudades cuyas condiciones climáticas difieren ampliamente: Caracas, situada a mil metros de altura y Maracaibo, a nivel del mar.

Esta respuesta deberá extenderse hasta abarcar las diferentes zonas climáticas del país a fin de realizar la edición de un atlas cartográfico sobre la potencialidad de diversos sistemas pasivos de enfriamiento. Posteriormente, el proyecto propuesto contempla el desarrollo de un modelo de comportamiento térmico de edificaciones al cual se acoplen los sistemas de enfriamiento potencialmente aplicables, a fin de estudiar su viabilidad física y económica, en particular para edificaciones específicas.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-1, 2001, pp. 57-68.
Recibido el 08/12/00 - Aceptado el 23/02/01

artículos

Enfriamiento pasivo

Contexto general

La introducción del desarrollo tecnológico en la actividad edilicia ha distorsionado en ocasiones la fisonomía de la edificación y su interrelación con el ambiente que la rodea. Ello ha generado la proliferación de construcciones impersonales, cuya concepción llega al extremo de negar el bienestar de los usuarios, el cual debe ser recuperado a posteriori mediante un aporte energético extraordinario de elevado costo.

Con la última crisis energética se ha creado un fenómeno de inversión de esta situación en el ámbito mundial, para volver al estudio y significación de una arquitectura que establezca nuevamente una interacción armónica entre el hombre, su hábitat y la naturaleza a través de la adecuación de los factores tecnológicos, económicos y socioculturales.

La concepción integral de las edificaciones requiere de un equilibrio entre la calidad global del ambiente creado y la optimización del consumo energético. La optimización de la calidad depende en la práctica de la capacidad de incorporar en el proceso de diseño y construcción de edificaciones exigencias de habitabilidad cuya satisfacción sea de riguroso cumplimiento, lo cual requiere a su vez un cuerpo de normas de comportamiento (CONAVI, 1999; CONAVI, 2001) y las herramientas necesarias para su cumplimiento.

Las exigencias relativas a los aspectos de confort climático han sido objeto de importantes estudios en el mundo desarrollado, inicialmente para reducir el consumo energético en periodos invernales e incluyendo actualmente los periodos estivales. En los países prósperos y de clima temperado, el mejoramiento de las condiciones de confort en periodos estivales y la reducción de las cargas vinculadas a la climatización a través de medios de bajo costo energético y poco impacto ambiental han pasado actualmente a ser considerados como prioridades tanto por los distribuidores de energía (compañías de electricidad) como por los usuarios mismos. La razón es que a lo largo de los últimos veinte años, el aumento general del nivel de vida y la consiguiente demanda social de servicios de calidad han conducido a un aumento exponencial de las instalaciones de climatización artificial o activa.

En el caso venezolano, los requerimientos actuales de apertura comercial y la internacionalización de los precios de la energía han modificado la actitud de desinterés frente al tema, obligando a los actores vinculados con la energía y la construcción a plantearse seriamente el problema del ahorro energético en el marco de una prolongada crisis fiscal, mantenida por los vaivenes del

precio del petróleo, el gasto corriente y el servicio de la deuda. Al mismo tiempo, la cantidad de información que comprueba la estrecha relación entre los carburantes fósiles y la destrucción del ambiente natural ha promovido una actitud reflexiva en cuanto a los medios tecnológicos y las consecuencias de su aplicación.

Si a ello se agrega el deterioro de los microclimas urbanos debido a la entropía de esas máquinas termodinámicas que son los aires acondicionados (entropía equivalente a su potencia de enfriamiento), al igual que los riesgos ambientales relativos al daño en la capa de ozono, se constata la urgencia de establecer políticas de reducción de la potencia de climatización instalada, sin que ello tenga que significar una reducción del confort de los usuarios y la calidad de las edificaciones.

En tal sentido es prioritario estimular el aumento de las políticas referidas al uso de materiales y energías no contaminantes y capaces de generar confort a costos razonables. Combatiendo el despilfarro, prestando asistencia y servicios adecuados es posible reactivar la innovación tecnológica en el sector edilicio, con una visión menos presuntuosa y un enfoque ambientalmente sostenible.

Sistemas pasivos de refrescamiento en edificaciones

Desde hace algunos años se han desarrollado diversos estudios sobre la integración de sistemas especiales de control ambiental (Serra y Coch, 1995), los cuales se basan en el tratamiento interrelacionado de los componentes arquitectónicos a fin de cubrir los requerimientos de habitabilidad de las edificaciones.

En este contexto el acondicionamiento pasivo tiene como objetivo mejorar el comportamiento climático de edificaciones, actuando sobre los fenómenos de radiación, térmicos y de movimiento del aire a fin de generar bienestar en los usuarios. Se denominan pasivos por el hecho de no utilizar fuentes de energía artificial o hacerlo en forma muy reducida. De hecho, el sistema pasivo por excelencia es la ventilación natural, cuya aplicación en regiones cálidas húmedas genera beneficios indiscutibles en los ambientes interiores, siempre y cuando la temperatura exterior no sobrepase excesivamente la zona de "confort". Otra de las ventajas que presenta es que no requiere de energía eléctrica ni de una inversión elevada, además de ser parte integral de la obra arquitectónica. (Koenigsberger *et al.*, 1977; Givoni, 1994).

No obstante, las condiciones para la ventilación natural no son fáciles de obtener, pues además de ciertas condiciones climáticas y de temperatura exterior, se requieren amplias superficies de fachadas en contacto con el exterior, lo cual es cada vez más inusual en sitios ur-

banos. Los sistemas pasivos intentan solventar éstas y otras dificultades, actuando como complementos a medio camino entre la ventilación natural y la climatización artificial.

La climatización pasiva se basa en la disipación del calor interior de una edificación hacia sumideros o conductos que se encuentran a temperaturas más bajas. Se realiza por medio de técnicas de enfriamiento, algunas de ellas conocidas desde antes que se generalizara el uso de la electricidad. Algunos de estos sistemas emplean una débil cantidad de energía fósil o eléctrica, siendo en este caso conocidos como sistemas híbridos.

La condición esencial de todos los sistemas de enfriamiento pasivo es la disponibilidad de un surtidor o fuente de enfriamiento que se encuentre a una temperatura inferior a la temperatura del ambiente a tratar. Ésta puede ser una temperatura real (temperatura del suelo) o una temperatura hipotética (temperatura de la bóveda celeste), pero en ambos casos ésta es la temperatura mínima que puede alcanzar el fluido portador de calor a la salida del sistema de refrescamiento. Igualmente es necesario considerar las características físicas de este fluido que generalmente es aire, así como su medio de origen que puede ser el medio exterior o la zona tratada (reciclaje), es decir, el estado del fluido a su entrada al sistema de refrescamiento. Otro aspecto a reparar es el rendimiento del sistema de refrescamiento caracterizado por su eficiencia y consumo energético, así como la zona tratada, la cual sirve de base para definir el estado deseado del fluido, a la salida del sistema.

La efectividad de estos sistemas depende fundamentalmente de:

- La diferencia de temperatura entre el aire del ambiente y la fuente de enfriamiento.
- La intensidad del flujo térmico disponible en la fuente de enfriamiento.
- La posibilidad de evacuar de la fuente de enfriamiento el calor que le es transferido, de manera que se mantenga su temperatura a un nivel lo su-

ficientemente bajo durante un periodo de tiempo conveniente.

Por otra parte, los sistemas de enfriamiento pasivo pueden ser:

- Sistemas directos, aquellos que actúan directamente, sin intermediarios sobre la masa de la edificación o sobre el aire interior.
- Sistemas indirectos, aquellos en los que se enfría en una primera fase un fluido vector que es luego transferido al interior de la edificación o puesto en contacto con el aire o la masa de la misma, con almacenamiento preliminar o sin él.

La Comunidad Europea ha sido pionera en el desarrollo de proyectos de investigación con el objetivo de fomentar la utilización del refrescamiento pasivo en edificaciones ubicadas en diversidad de regiones climáticas. Algunas de las técnicas, producto de estos estudios, fueron aplicadas con gran éxito en los espacios abiertos de la Exposición Universal Expo Sevilla '92 (Álvarez, 1992). Igualmente hubo un importante avance mediante los proyectos europeos JOULE II/PASCOOL (Commission of the European Communities, 1996) y ALTERNER/SINK (European Commission, 1996) por el desarrollo de una metodología general de evaluación del potencial de técnicas pasivas en función del clima del sitio edificado.

Para la realización de dichos proyectos se realizó una primera preselección de sistemas pasivos de distinta naturaleza, a fin de evaluar su potencialidad para su aplicación generalizada en distintos sitios fundamentalmente urbanos. A continuación se describen brevemente:

- El uso del suelo como fuente directa de energía y/o el uso de conductos enterrados dentro de los cuales circula el fluido a enfriar (intercambiadores aire-aire o agua-aire), figura 1.

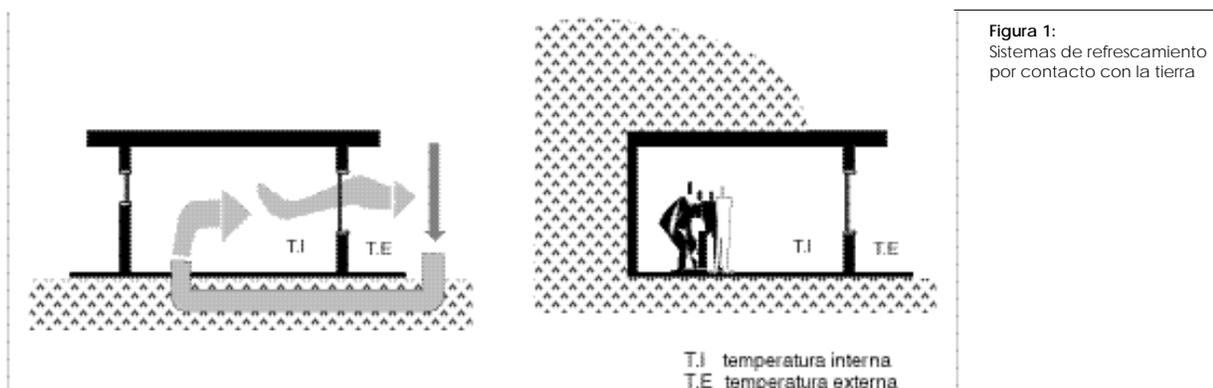


Figura 1:
Sistemas de refrescamiento por contacto con la tierra

artículos

Las restricciones para la utilización directa del suelo en contacto con la edificación ha dado paso al sistema de tubos enterrados cuyo principio consiste en aspirar el aire (interior o exterior) mediante un ventilador e inyectarlo al ambiente interior luego de haber atravesado los tubos enterrados, generándose una diferencia de la temperatura del aire a la salida del tubo. La disminución de la temperatura a la salida del tubo depende de diversos factores: la temperatura de entrada, la temperatura del terreno a la profundidad del tubo, la conductividad térmica del tubo, la difusividad térmica del terreno, la velocidad del aire en el tubo y sus dimensiones. De allí la necesidad de un cálculo detallado para optimizar el funcionamiento de este tipo de sistema. En la práctica, para considerar la utilización de tubos enterrados, la temperatura de la tierra debe ser entre 5 y 6 grados menor que la del aire.

Para determinar la eficiencia de un sistema de refrescamiento por tubos enterrados es necesario:

- El conocimiento de la temperatura superficial del suelo al igual que a diferentes profundidades.
- La determinación de la temperatura del aire a la salida del tubo.
- El acoplamiento del tubo con el comportamiento térmico de la envoltura de la edificación.

Siendo el objeto garantizar un poder refrescante suficiente por parte del sistema con un consumo eléctrico justificable.

- El uso de la bóveda celeste nocturna como sumidero de energía electromagnética proveniente de la masa de la edificación y el uso de radiadores por los cuales circula el fluido a enfriar (aire o agua), figura 2.

El refrescamiento por radiación nocturna se basa en la pérdida de calor por radiación de gran longitud de onda de un cuerpo hacia otro cuya temperatura sea menor, el cual se comporta como una fuente fría. A tal efecto la edificación sería el objeto a enfriar mientras que la fuente fría es la bóveda celeste.

La técnica radiativa más sencilla consiste en pintar el techo de blanco, sabiendo que el blanco y el negro tienen la misma emisividad térmica. La ventaja de la pintura blanca es que el techo absorbe menos energía solar durante el día y en consecuencia será más fácil de enfriar por radiación nocturna. Otras técnicas consisten en utilizar agua para el enfriamiento del techo durante la noche, que a su vez circule durante el día para enfriar la edificación; el sistema de paneles radiantes, el cual consiste en la colocación de tubos recubiertos por una placa metálica, la cual se enfría durante la noche por exposición a la bóveda celeste, enfriando a su vez el aire que circula por los tubos mediante un ventilador y que será posteriormente inyectado en la zona a refrescar.

La utilización de este sistema requiere que la placa sea de material de alta emisividad en el campo de la gran longitud de onda, dado que el poder emisivo de los metales decrece con la longitud de onda.

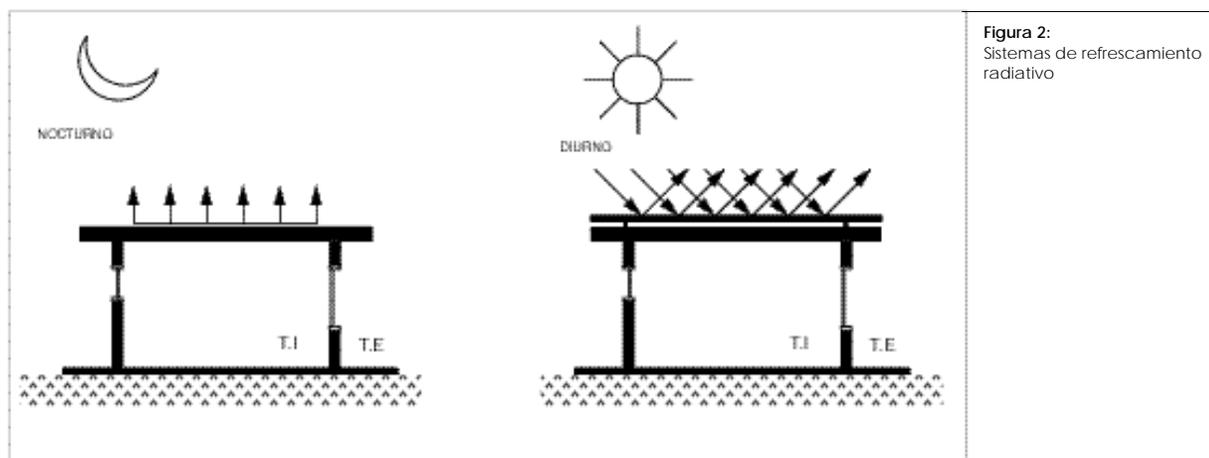
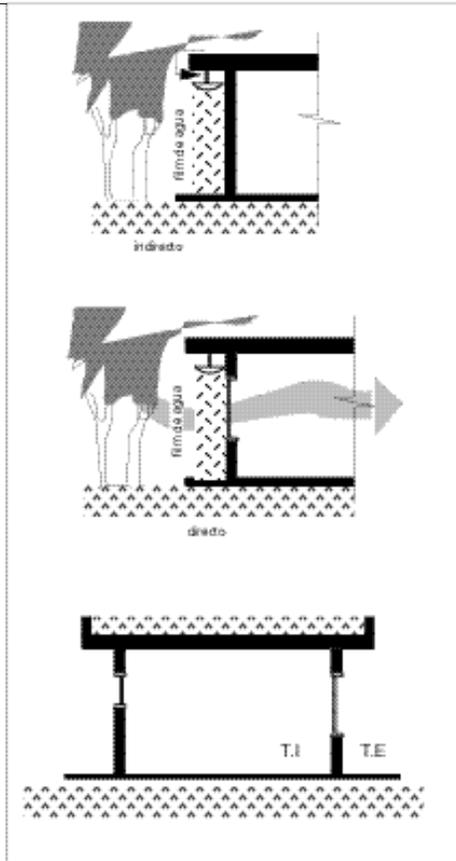


Figura 2:
Sistemas de refrescamiento radiativo

- El uso de sistemas evaporativos directos o indirectos en los cuales la evaporación del agua permite reducir la temperatura del aire tratado. Figura 3.

Figura 3:
Sistemas de refrescamiento evaporativo



El enfriamiento evaporativo se basa en el proceso termodinámico de evaporación del agua. Para que esto ocurra se requiere de cierta cantidad de energía denominada calor latente de evaporación. Si la evaporación tiene lugar a partir de un aire más caliente que las gotas o el film de agua, el calor latente debido al cambio de fase (de líquido a vapor) es tomado del aire, el cual se enfría a la vez que aumenta su contenido de agua. En el diagrama psicrométrico es posible constatar que el enfriamiento máximo del aire se obtiene cuando el aire a la salida del sistema está saturado. Los sistemas de enfriamiento que utilizan esta técnica son los evaporativos directos.

Dado el caso de que no nos interese cargar el aire enfriado con el vapor de agua, es posible mantener la cantidad de agua constante mediante los sis-

temas evaporativos indirectos, los cuales están abastecidos por un intercambiador de calor. Esta técnica permite enfriar el aire a tratar atravesando el compartimiento seco del intercambiador de calor por aire exterior previamente enfriado por evaporación directa en un compartimiento húmedo. Este proceso sólo utiliza intercambios sensibles; no hay contacto entre el aire tratado y el del compartimiento húmedo. La temperatura más baja que se puede alcanzar por esta técnica evaporativa indirecta es la temperatura húmeda del aire exterior. También es factible combinar los dos sistemas, indirecto y directo. A la salida del compartimiento seco el aire puede ser humedecido hasta la saturación y repitiendo la operación varias veces es posible aproximarse a la temperatura a la cual se inicia la condensación del vapor de agua.

Los sistemas evaporativos pueden utilizar o no disipadores de energía tales como ventiladores, bombas aspiradoras, etc.

Los proyectos antes mencionados mostraron que el potencial de estos sistemas es significativo en el ámbito europeo (Belarbi et al., 1998). Ahora se busca evaluar su potencial en países cálidos como Venezuela, adaptándolos a las condiciones locales e integrándolos en el diseño mismo de las edificaciones, con lo cual se verificaría no sólo su potencial, sino también sus particularidades operativas. Para ello se requiere la verificación de la metodología propuesta, su actualización y adaptación al caso venezolano.

Actualmente parecieran estar dadas las condiciones para su utilización a fin de mejorar el confort de los usuarios en edificaciones expuestas a clima tropical húmedo. En efecto, se percibe un interés progresivo hacia el tema por parte de distintos actores vinculados a la industria de la construcción y a los problemas energéticos (Allard y Belarbi, 1998). A tal efecto se han retomado estudios de zonificación climática del país (Álvarez Bernal, 1983), a fin de actualizarlos y se están recopilando los datos meteorológicos de todas las estaciones de Venezuela con el apoyo del Servicio de Meteorología de las Fuerzas Armadas de Venezuela.

Un instrumento como el propuesto permite evaluar para cada una de las zonas climáticas establecidas, el potencial de una diversidad de técnicas de refrescamiento ya existentes o las que vayan surgiendo dentro de los procesos de investigación y desarrollo vinculados al diseño y producción de edificaciones en el trópico.

artículos

Metodología de evaluación de técnicas pasivas de refrescamiento de edificaciones

El método de evaluación del potencial climático de técnicas de refrescamiento pasivo ha sido desarrollado como instrumento de apoyo para la toma de decisiones desde la fase de anteproyecto de edificaciones. Su desarrollo parte del conocido diagrama psicrométrico o del aire húmedo, el cual fue concebido para simplificar los cálculos que permiten determinar los numerosos parámetros que intervienen en el acondicionamiento del aire. Este diagrama inventado a principios del siglo XX se impuso como una herramienta útil y eficaz.

Un diagrama psicrométrico está constituido por una presión dada sobre cierto rango de temperatura. Para el aire se toma normalmente un diagrama de valores medidos a la presión atmosférica.

Aunque el hombre es capaz de adaptarse a diversas circunstancias, existen condiciones particulares dentro de las cuales percibe una sensación de bienestar, es la zona de "confort" en la cual el cuerpo se encuentra en equilibrio térmico.

Resulta muy complejo limitar en forma precisa esta zona, la cual depende de múltiples factores objetivos y subjetivos. No obstante, numerosos autores han intentado hacerlo.

Givoni y Szockolay desarrollaron un método para definir a partir del diagrama psicrométrico zonas de confort en función de distintas estrategias pasivas de acondicionamiento de las edificaciones (ventilación, inercia, técnicas de enfriamiento, etc). La determinación de las distintas zonas se efectúa mediante el cálculo de los umbrales mínimos y máximos de temperatura y humedad (figura 4).

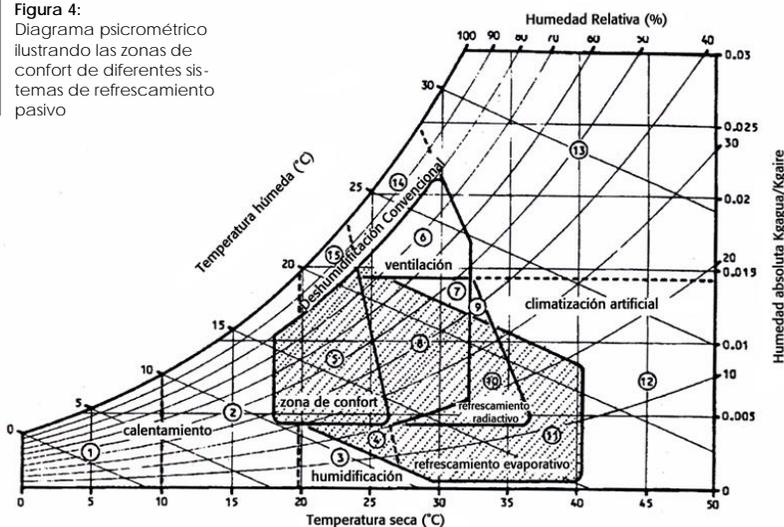
Este método proporciona informaciones cualitativas útiles para los arquitectos pero no permite cuantificar el potencial de refrescamiento de las distintas técnicas ni la ganancia energética.

A fin de abarcar éstos y otros aspectos fue desarrollada la metodología referida en los proyectos europeos (Belarbi, Sperandio y Allard, 1996) anteriormente reseñados, la cual consta de dos partes:

Un procedimiento simplificado basado en el análisis del potencial de refrescamiento de sistemas pasivos a través de índices evaluadores, y un método detallado más complejo obtenido a partir del acoplamiento de modelos de simulación de técnicas pasivas con un código térmico para determinar el comportamiento de edificaciones en determinadas zonas climáticas.

El análisis simplificado del funcionamiento de diversos sistemas de enfriamiento pasivo parte de la definición de magnitudes relativas al clima, a la naturaleza de la técnica y a la tipología de la edificación, lográndose la comparación cualitativa y cuantitativa de las diversas técnicas conocidas.

Figura 4:
Diagrama psicrométrico
ilustrando las zonas de
confort de diferentes sis-
temas de refrescamiento
pasivo



Fuente: Rafik Belarbi, 1998. Desarrollo de herramientas metodológicas de evaluación y de integración de sistemas evaporativas para el refrescamiento pasivo de edificaciones. Tesis de doctorado.

El conocimiento del fluido portador de calor y la caracterización de un surtidor de frío o fuente de refrescamiento natural permiten cuantificar el potencial teórico de enfriamiento del cual dispondría un sistema ideal. Durante el proceso de enfriamiento, el fluido portador de calor intercambia calor y masa con la fuente de enfriamiento, evolucionando de un estado inicial caracterizado por $T_{entrada}(t)$ y $W_{entrada}(t)$ a un estado final caracterizado por $T_{salida}(t)$ y $W_{salida}(t)$. En un proceso ideal las condiciones de salida del sistema coinciden con la de la fuente de enfriamiento (figuras 5 y 6).

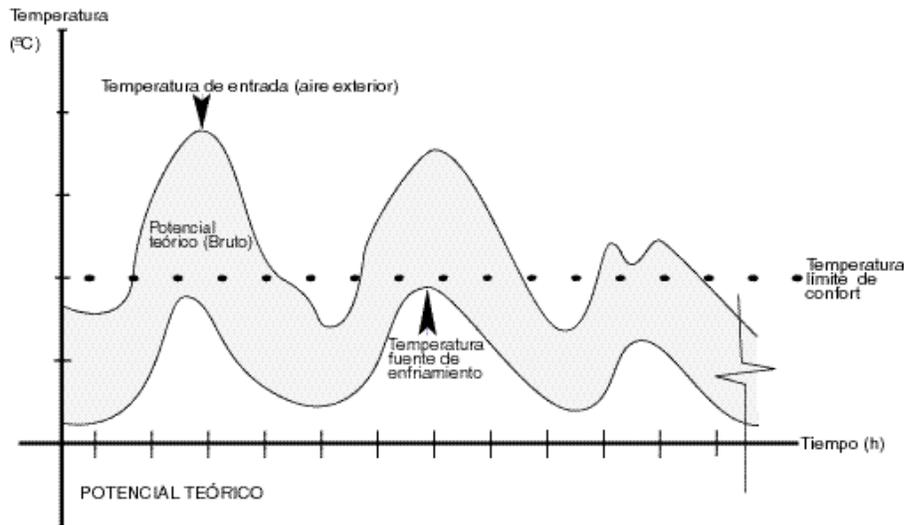


Figura 5: Índice de potencial teórico

La noción resultante es la energía teóricamente disponible Q_{disp} durante un período τ (eq.1) la cual resulta de gran utilidad a los fines de establecer una cartografía indicativa del potencial de distintas técnicas para las zonas climáticas de un sitio determinado. (*) (figura 7).

$$Q_{disp} = \int_{\tau} \dot{m} (c_p (T_{in}(t) - T_{fuente}(t))) dt \quad (1)$$

siendo

Q_{disp} : energía sensible teóricamente disponible por la fuente de enfriamiento

T_{in} : Temperatura de entrada del fluido en el sistema pasivo

T_{fuente} : Temperatura de la fuente de enfriamiento

c_p : Calor específico del fluido vector utilizado

\dot{m} : Caudal del fluido



Figura 6: Intercambio de calor y masa

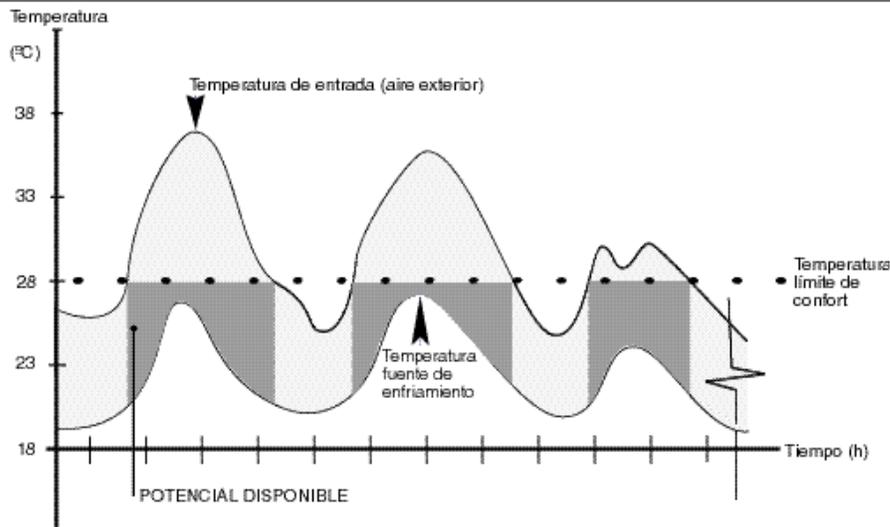


Figura 7: Índice de potencial disponible

artículos

La energía teórica disponible resulta, no obstante, un dato insuficiente en lo que respecta a la evaluación de un sistema de enfriamiento en particular, puesto que la recuperación de la energía por la fuente fría no es perfecta. Por tanto se definen igualmente otros parámetros como la energía utilizable, Q_{util} (eq. 2) que toma en cuenta el rendimiento del sistema y la eficacia del sistema (eq. 3 y 4), figura 8.

$$Q_{util} = \int_T m'(t) C_p (T_{ent}(t) - T_{salida}(t)) dt \quad (2)$$

$$Q_{util} = \int_T m'(t) C_p \epsilon(t) (T_{ent}(t) - T_{fuente}(t)) dt \quad (3)$$

$$\alpha(t) = \frac{T_{ent}(t) - T_{salida}(t)}{T_{ent}(t) - T_{fuente}(t)} \quad (4)$$

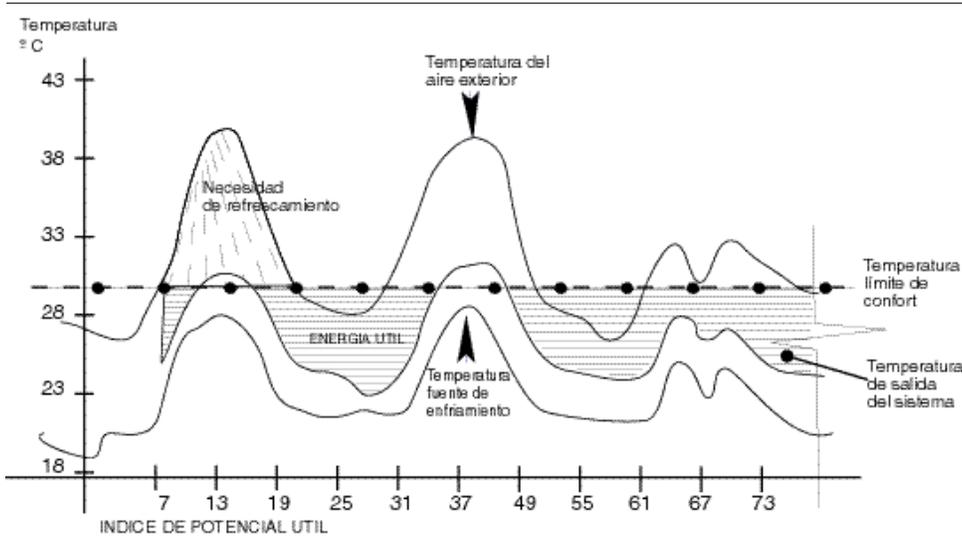


Figura 8: Índice de potencial útil

donde T_{salida} representa la temperatura del fluido saliendo del sistema.

La energía utilizada Q_{usa} que incorpora la exigencia de confort. (eq. 5)

$$Q_{usa} = \int_T m'(t) C_p (T_{ent}(t) - T_{salida}(t)) \delta(t) dt \quad (5)$$

Con $\delta(t) = 1$ cuando las condiciones de temperatura y humedad del fluido a la salida del sistema cumplen los requisitos de confort (el fluido es directamente utilizable); y $\delta(t) = 0$ cuando las condiciones del fluido no cumplen las de confort (el fluido no es utilizable para el tratamiento climático). Para evaluar el interés económico de la técnica pasiva se define un factor de cobertura F_c que representa la parte de energía relativa que proporciona la técnica para cumplir las necesidades de climatización del edificio Q_{clim} (eq. 6).

$$F_c(\tau) = \frac{Q_{usa}}{Q_{clim}} \quad (6)$$

El factor de utilización F_u representa la parte de energía realmente utilizada Q_{usa} por el enfriamiento pasivo con respecto a la energía potencialmente utilizable Q_{util} , lo cual permite juzgar su pertinencia respecto al potencial disponible (eq. 7).

$$F_u(\tau) = \frac{Q_{usa}}{Q_{util}} \quad (7)$$

Por último, el factor de rendimiento COP del sistema se define por la relación entre la energía aportada por el sistema y el consumo eléctrico global necesario Q_{elec} . (eq. 8).

$$COP(\tau) = \frac{Q_{usa}}{Q_{elec}} \quad (8)$$

Esta metodología se perfila como un instrumento de gran utilidad para realizar una selección a priori de sistemas de enfriamiento pasivo aptos para ser aplicados en distintas zonas climáticas de Venezuela, así como para la evaluación del comportamiento de una técnica específica con respecto a una determinada edificación. Tomando en cuenta las características meteorológicas del país es factible analizar los sitios correspondientes a regiones climáticas diferenciadas y evaluar el potencial de algunas técnicas preseleccionadas. Otra de las ventajas de su aplicación en el contexto venezolano es su carácter progresivo, lo cual le permite ser utilizada como un instrumento tanto para la fase de anteproyecto (selección de la técnica adecuada en función del sitio), como para proporcionar datos específicos relativos a la edificación, a la cual se acoplaría la técnica y finalmente realizar una evaluación económica con base en el consumo energético de una edificación en función de la técnica recomendada.

De acuerdo con la metodología descrita, es factible proporcionar información relativa a la aptitud de determinadas técnicas de enfriamiento natural del aire, en zonas específicas, para tipologías de edificaciones dadas. La evaluación del potencial de enfriamiento del cual disponen los diferentes sistemas requiere únicamente de criterios relativos a las condiciones climáticas del sitio, a la eficiencia de la fuente de enfriamiento y al grado de confort deseable.

El potencial se determina mediante el cálculo de la diferencia entre la temperatura propia de la fuente de enfriamiento elegida y la temperatura de diseño (o de confort). Esa diferencia integrada a lo largo del período de enfriamiento proporciona el potencial de enfriamiento comparativo de diversas técnicas pasivas en un sitio determinado, del cual se conocen únicamente las variables climáticas.

Este índice es el que permite la elaboración de una cartografía comparativa de los potenciales de refrescamiento de las diversas técnicas pasivas.

Potencial climático de los sitios de Caracas y Maracaibo respecto a las técnicas de enfriamiento preseleccionadas

Una primera aproximación del potencial de las técnicas reseñadas se efectuó mediante la utilización de ficheros meteorológicos reales, procesados en función del modelo numérico desarrollado. Se seleccionaron

las ciudades de Caracas y Maracaibo por tener la mayor cantidad de datos para el momento y por representar dos zonas climáticas diametralmente opuestas dentro de la concepción de trópico húmedo. Maracaibo se encuentra al nivel del mar y presenta elevadas temperaturas y humedad durante todo el año. En el caso de Caracas, las condiciones climatológicas se atenúan por su altitud de aproximadamente mil metros sobre el nivel del mar. Tanto para Caracas como para Maracaibo se tomaron los datos meteorológicos horarios correspondientes al año 1997 proporcionados por el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana relativos a temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo. Se consideraron respectivamente, una temperatura de diseño de 25°C y una humedad relativa de 75%. Los resultados que exponemos a continuación se incluyeron en el cuadro comparativo con algunas ciudades europeas, cuyo potencial para las mismas técnicas pasivas fue analizado por el equipo el LEPTAB de la Universidad de la Rochelle.

Las figuras 9, 10 y 11 representan tres técnicas de enfriamiento diferentes para las cuales se analizó el potencial teórico disponible, así como el potencial utilizable para los sitios en estudio, en función de las necesidades de climatización. En estos gráficos es posible constatar un potencial racionalmente disponible para la ciudad de Maracaibo al utilizar tanto la técnica de enfriamiento radiativa (34000°h) como la de los tubos enterrados (38000°h), a diferencia de la técnica evaporativa cuyo potencial teórico disponible es mucho menor (16000°h). Al analizar el potencial utilizable constatamos que en lo que respecta a los sistemas de tubos enterrados y radiativos es posible una cobertura parcial, mientras el sistema evaporativo resulta absolutamente inapropiado para las condiciones de Maracaibo.

Si analizamos los resultados concernientes a la ciudad de Caracas observamos que las tres técnicas estudiadas pueden cubrir sobradamente las necesidades de climatización, por lo que un estudio más fino de las mismas parece indispensable a los fines de su aplicación a edificaciones específicas. En efecto, la figura 12 representa la parte relativa de la energía proporcionada por la técnica de enfriamiento pasivo respecto a la necesidad global de climatización, por lo que constituye un instrumento válido para evaluar el interés económico a fin de adoptar una de las soluciones pasivas en función de su acoplamiento a una edificación específica.

artículos

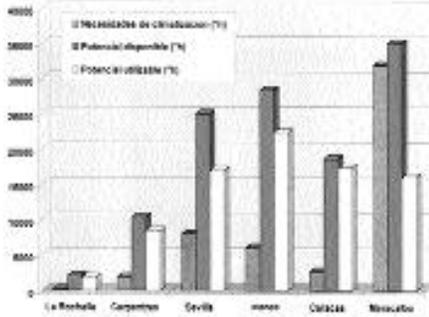


Figura 9: Técnica de tubos enterrados

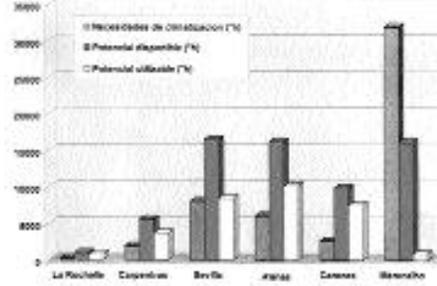


Figura 10: Técnica de enfriamiento evaporativo

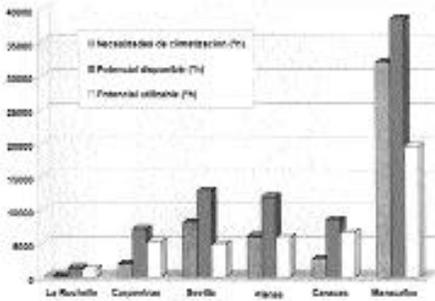


Figura 11: Técnica de enfriamiento radiativo

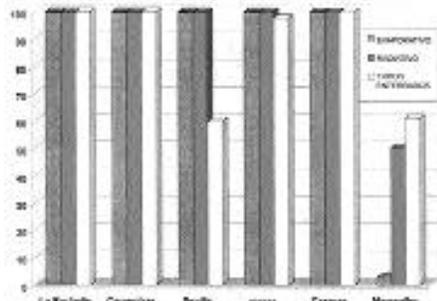


Figura 12: Factor de cobertura (%)

Conclusión y perspectivas

Los primeros avances obtenidos en el campo del desarrollo de sistemas pasivos de enfriamiento permiten vislumbrar amplias posibilidades para su aplicación en el corto, mediano y largo plazo. En efecto, estos sistemas constituyen alternativas válidas para mejorar el confort de los usuarios de edificaciones a costos razonables debido, entre otras causas, a las condiciones actuales del país, caracterizado por un aumento sostenido e importante del consumo eléctrico especialmente en los centros urbanos, lo cual ha llevado a las empresas eléctricas a planificar medidas de ahorro con el objeto de reducir el consumo, el cual comienza a crear un desequilibrio entre la oferta y la demanda.

De acuerdo con lo estipulado por el sector eléctrico, resulta imperiosa la necesidad de optimizar el uso de recursos en el marco de un mercado de mayor apertura. Para ello es fundamental realizar estudios rigurosos sobre los potenciales del sector para disminuir costos de energía mediante la selección de técnicas capaces de

adaptarse a una estrategia de gestión de una demanda predefinida.

La metodología desarrollada en el marco europeo es fácilmente generalizable, afinándola y refiriendo sus diferentes parámetros a los sitios determinados para ello. Su utilidad es múltiple pues permite un estudio bioclimático por zonas, al estudiar la evolución de diversas técnicas de refrescamiento pasivo con base en el clima y el confort. Un primer objetivo consiste en elaborar un atlas energético para los arquitectos y otros actores del proceso constructivo, para las fases de anteproyecto y predimensionamiento de sistemas de climatización, de ser éstos indispensables. En una segunda etapa se integrarían los modelos de comportamiento de sistemas pasivos potencialmente utilizables a uno de los códigos térmicos desarrollados para el diseño de edificaciones adaptadas a condiciones climáticas existentes. Para ello se requiere culminar dos pasos previos, la recopilación y el procesamiento de los datos meteorológicos de todas las estaciones de Venezuela correspondientes a un periodo significativo y la clasificación del país en zonas climáticas en función de estos datos.

La novedad de esta metodología es que se apoya en criterios energéticos, lo cual la hace mucho más interesante que los procedimientos cualitativos precedentes para proporcionar ambientes confortables en edificaciones a costos razonables.

Igualmente, la extensión del método a una amplia zona climática (tropical húmeda) constituye un aporte importante para el desarrollo sustentable de la industria de la construcción de edificaciones en Venezuela.

Bibliografía

- ALLARD, F., 1995. "Concepto de confort térmico y predicción del comportamiento eólico de edificaciones". IDEC-FAU-UCV. Curso de Ampliación.
- ALLARD, F., 1998. "Análisis energético de los edificios y calidad de los ambientes interiores. Últimas orientaciones de las investigaciones en Europa". Conferencista invitado. *COTEDI'98*. Caracas, Venezuela. 18 al 20/ 03/1998.
- ALLARD, F., et al. 1998. *Natural ventilation in buildings*. Londres. Inglaterra. James & James.
- ALLARD F. y BELARBI, R. 1998. "Metodología de Evaluación de Técnicas Pasivas de enfriamiento". Ponencia *COTEDI'98. Primer Simposio de Confort y Comportamiento Térmico de Edificaciones*. Caracas, Venezuela.
- ALLARD, D.F. y HOBAICA, M.E., 1993. "Concepto de confort térmico y predicción del comportamiento eólico de edificaciones". *Tecnología y Construcción*, vol. 9, pp. 27-39.
- ALLARD, F. y HOBAICA, M.E., 1995. "Concepto de confort térmico y predicción del comportamiento eólico de edificaciones". *Revista Tecnología y Construcción*, n° 9, IDEC-FAU-UCV, Caracas.
- ALLARD, F., LIMAM, K. y GONZÁLEZ, E. 2000. "Ventilación natural para el control climático". *COTEDI 2000*, Maracaibo, Venezuela, 20 al 25/06/2000.
- ALLARD, F.; SANTAMOURIS, M.; ÁLVAREZ, S.; DASCALAKI, E.; GUARRACINO, G.; MALDONADO, E.; SCIUTO, S. y VANDAELE, L., 1998. *Natural ventilation in buildings. A design handbook*, Altener Project, London. James & James.
- ÁLVAREZ, S. 1992. CIEMAT. Control climático en espacios abiertos (Proyecto Expo 92). Ed. Secretaría General Técnica del Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambiente y Tecnología. Sevilla. 195 p.
- ÁLVAREZ, S. y BALARAS, C.A. 1995. Passport Plus Report, final report of Pascool Project, European Commission DG XII for Science, Research and Development, V. 1, pp. 11-85, Brussels.
- ÁLVAREZ, S.; DEASIAN, J.L.; YANNAS, S. y DEOLIVERA FERNÁNDEZ, E. 1991. *Architecture and urban space*. PLEA 1991. Londres. Inglaterra. Klumar Academic Publishers.
- ÁLVAREZ BERNAL, F. 1983. *Atlas climatológico de Venezuela*. Caracas. Imprenta Universitaria, UCV.
- ARGIRIU, A. y SANTAMOURIS, M., 1993. Passive Cooling in Hotels. *European Seminar on Advanced Systems in Passive and Active Climatisation*. Barcelona. España.
- BELARBI R., 1998. "Developpement d'outils méthodologiques d'évaluation et d'intégration des systemes évaporatifs pour le rafraichissement passif des bâtiments". Tesis de Doctorado. Universidad de la Rochelle. Francia.
- BELARBI, R.; SPERANDIO, M.; y ALLARD F. 1996. "Integration of Direct Evaporative Cooling Systems", *International Symposium On Passive Cooling of Buildings*, v.1, pp. 263-270, Athens, June 1995.
- BLONDEAU, P.; SPERANDIO, M. ALLARD F. 1996. "Night ventilation for building cooling in summer". *Solar Energy*.
- CENTRE FRANÇAIS DE L'ÉLECTRICITÉ. La ventilation: nécessité de l'amélioration thermique de l'habitat existant. EGMI impresor.
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (C.S.T.B.). 1992. *Guide sur la climatisation naturelle de l'habitat en climat tropical humide*. Tome 1: Methodologie de prise en compte des paramètres climatiques dans l'habitat et conseils pratiques. Francia.
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT (C.S.T.B.). Service ENEA/CVA. 2000. "Guide d'installation et d'utilisation du logiciel COMET-CE Version 1.0. Confort d'été en résidentiel et non résidentiel." París. Marne La Vallée.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. 1996. *Pascool project*, final report: Joule II programme contract JUO2-CT92-0013.
- CONAVI. 1999. *Normas de Habitabilidad, Seguridad y Colectividad en Relación a la Vivienda y su entorno*. Coord. Geovani Siem, p. 130.
- CONAVI. 2001. *Código Nacional de Habitabilidad para la Vivienda y su entorno*. Coord. Geovani Siem, p. 49.
- CURIEL, E. 1982. "La arquitectura en regiones de Venezuela". Trabajo de ascenso. Caracas.

artículos

EUROPEAN COMMISSION DIRECTORATE GENERAL XVII FOR ENERGIA. 1995. *Internacional Simposium: Passive Cooling of Buildings*. Athens, Greece.

EUROPEAN COMMISSION. 1996. *Potential of Natural Cooling Techniques in Southern Europe*, Sink Alternar Project-4.1030/A/94-88DG XVII.

GANDEMER, J., 1993. "Guide for the natural climatisation of houses in tropical and humid climates". C.S.T.B. Centre de Recherche de Nantes. Paper presented at *1st European and African Regional Conference Guernsey* (UK).

GIVONI B., 1978. *L'homme L'architecture et le climat*. Paris. Francia. Éditions du Moniteur.

GIVONI, B. 1994. *Passive and low energy cooling of building*. New York. Van Nostrand Reinhold edition.

GONZÁLEZ, E.M. 1997. "Étude des matériaux et des techniques du bâtiment pour la conception architecturale bioclimatique en climat chaud et humide". Thèse de Doctorat. École de Mines de Paris.

HOBAICA, M.E. 1991. "Validación experimental de un modelo de termique du bâtiment en climat tropical humide". Thèse de Docteur de l'Université Paris VI, Pierre et Marie Curie.

HOBAICA, M.E.; ALLARD, F. y BELARBI R., 2000. Tratamiento térmico de la edificación en el trópico ecuatorial. Hacia la reducción del gasto energético. *COTEDI 2000*, Maracaibo, Venezuela, 20 al 25/06/2000.

KOENISBERGER, INGERSOLL, MAYHEW, SZOKOLAY. 1977. *Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales*. Madrid. Paraninfo S. A.

LIMAM, K.; INARD, C. y ALLARD, F. 1991. "Étude expérimentale des transferts de masse et de chaleur à travers les grandes ouvertures verticales". *Conférence Groupe d'Etude de la Ventilation et de Renouvellement D'Air*. I.N.S.A. Lyon. Francia.

MIHALAKAKOU, G.; SANTAMOURIS, M.; LEWIS, J.O. y ASIMAKOPOULOS D.N. 1999. "On the application of the energy balance equation to predict the ground temperature profiles". *Solar Energy*, volume 60, numbers 3/4.

MILLET, JR.; COLLIGNAN, B. y BOLHER, A., 1996. Annexe 28 de l'AIE: Climatisation à faible consommation énergétique. Low energy cooling. Informe técnico. Clientes: ADEME. Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie. GDF. Gaz de France.

SACRÉ, C., MILLET, J.R., GANDEMER, J. y BARNAUD, G., 1992. *Guide sur la climatisation naturelle de l'habitat en climat tropical humide*. Tomo 1. C.S.T.B. Paris. Francia.

SANTAMOURIS, M., et al. 1996. *Passive cooling of buildings*. Londres. Inglaterra. James & James.

SERRA, Florenza R. y COCH, Roura H., 1995. *Arquitectura y energía natural*. *POLITEXT. Área de Arquitectura y Urbanismo*. Ediciones U.P.C. Universidad Politécnica de Cataluña.

SOSA, M.E., 1999. *Arquitectura y urbanismo. Ventilación natural efectiva y cuantificable. Confort térmico en climas cálidos-húmedos*. Caracas. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Colección Monografías N° 62.

Resúmenes de los proyectos del Doctorado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV.

Postgrado FAU / UCV

En el número anterior se reseñaron los proyectos de trabajo final para optar al título de Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. En esta ocasión nos referimos a algunos de los proyectos que se realizan actualmente en el Doctorado de Facultad. Con distintos grados de enfoques, nivel de avance y profundización, estos proyectos anuncian la posibilidad de lograr aportes muy interesantes en el campo de la Arquitectura.

De esta manera encontramos proyectos que enmarcan su investigación en un desarrollo cuantitativo y cualitativo dirigido hacia fines sociales, mientras otras investigaciones se dirigen hacia el campo de la habitabilidad de las edificaciones, los materiales y componentes. Así mismo, otro de los proyectos que aquí reseñamos, fundamenta su investigación en el campo de las matemáticas aplicadas en la arquitectura, como es el referido a los fundamentos para la transformabilidad geométrica del arco semielipsoidal.

Como dato a resaltar en esta nota informativa se tiene que, de las doce investigaciones adscritas al Programa de Doctorado, diez pertenecen al programa de investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción y las otras dos se ubican en la Escuela de Arquitectura: uno del sector Diseño y otro del sector Tecnología. El desarrollo de estos cursos académicos evidencia lo acertado de las políticas que apuntan a la obtención de titulaciones de postgrado que ha venido impulsando el IDEC, lo cual redundará en la calidad de la investigación y la docencia, garantizando una producción de conocimientos e innovaciones tecnológicas que es debidamente transferida a las nuevas cohortes de estudiantes.

Acústica, térmica e iluminación de edificaciones. Pautas de diseño para Venezuela

Autor: Ing. Luis A. Rosales S. / IDEC/FAU/UCV
Tutor: María Elena Hobaica / Francis Allard

Aporte principal

Combinar los diseños acústico, térmico y de iluminación, de modo de resolver las contradicciones y definir reglas y recomendaciones de diseño adaptadas al contexto venezolano.

Límites del trabajo

Ambientación pasiva de edificaciones para vivienda (sin interferencia de sistemas eléctricos o electromecánicos).

Objetivo general

Definir pautas de diseño de edificaciones para vivienda en Venezuela que tomen en cuenta simultáneamente los requerimientos acústicos, térmicos, de iluminación y ahorro energético.

Objetivos específicos

1. Identificar requerimientos térmicos, acústicos, de iluminación y ahorro energético en Venezuela.
2. Identificar el contexto para el diseño acústico, térmico, de iluminación y ahorro energético en el caso de Venezuela.
3. Realizar un análisis multicriterio para el cumplimiento de los requerimientos.
4. Establecer pautas de diseño con arreglo al contexto venezolano y al análisis multicriterio.
5. Editar un texto en el que se enseñe la forma de diseñar en el contexto venezolano, combinando los requerimientos acústicos térmicos, de iluminación y ahorro energético.

Metodología

Objetivo 1

Identificar los requerimientos térmicos, acústicos y de iluminación que pudieran usarse en Venezuela.

- * Realizar un estudio bibliográfico y del estado del arte acerca de los requerimientos térmicos, acústicos y de iluminación. Hacer especial énfasis en los estudios realizados en países parecidos a Venezuela en cuanto a desarrollo, idiosincrasia y clima.
- * Utilizando los requerimientos anteriores realizar encuestas en las que se midan los parámetros que definen los requerimientos anteriores, de modo de ver si se adaptan a Venezuela y establecer correlaciones cuando sea el caso.



Objetivo 2

Establecer el contexto para el diseño acústico, térmico y de iluminación en el caso de Venezuela.

- * Estudiar el clima y definir zonas climáticas con arreglo al diseño por climatización pasiva.
- * Estudiar la urbanización del país y definir diferentes tipos de entorno para el diseño acústico.
- * Estudiar la radiación solar y definir diferentes tipos de cielo para el diseño lumínico.

Objetivo 3

Realizar un análisis multicriterio para el cumplimiento de los requerimientos.

- * Escoger tres tipos de edificaciones para vivienda y definir el peso ponderado de cada uno de los requerimientos.
- * Definir el potencial de cada tipo de edificación para lograr una calidad térmica, acústica y lumínica adecuada.

Objetivo 4

Analizar los métodos de diseño con arreglo al contexto venezolano.

- * Realizar un estudio bibliográfico y del estado del arte acerca de los métodos de diseño térmico, acústico y lumínico (libros, manuales, programas de computación, etc.).
- * Analizar los métodos de diseño de acuerdo con el contexto venezolano a fin de definir el rango de utilización de los mismos y los puntos en los que se deben implantar modificaciones.
- * Realizar un estudio de diseños, sistemas y componentes que tengan relación con el trabajo.
- * Definir recomendaciones y métodos particulares para Venezuela.

Objetivo 5

Editar un texto en el que se enseñe la manera de abordar los requerimientos, el contexto y el diseño integral en el caso venezolano.

- El texto consistirá en una guía de diseño con elementos didácticos y ejemplos de aplicación. Se hará una versión escrita y otra multimedia.

Metodología para la evaluación, la producción y el empleo de materiales puzolánicos en la elaboración de concretos y morteros.
Estudio de caso: ceniza de cascarilla de arroz

Autor: Ing. Idalberto Águila Arboláez / IDEC/FAU/UCV
Tutor: Dr. Arq. Milena Sosa Griffin

Resumen

El proyecto de investigación está dirigido a aprovechar las potencialidades que poseen las puzolanas para ser usadas como aglomerantes en la construcción, con el objetivo de sustituir parte del cemento Portland utilizado, el cual resulta un material de costosa producción y alta demanda energética. Se incluye un estudio de los ensayos que se deben realizar a estos materiales, apoyándose en las experiencias del cemento Portland, pero teniendo en cuenta sus particularidades, para elaborar las normas de ensayo propias para los mismos. Se estudiarán experimentalmente los procesos de transformación que se deben realizar a las materias primas para transformarlas en puzolanas, definiendo la forma de proceder para llegar a la determinación del procedimiento óptimo en cada caso que se presente. Se hará un estudio general de los posibles usos que debe tener cada material en función de sus propiedades determinadas en los ensayos, para poder definir con rapidez y seguridad el rango de utilización de cada material estudiado. A partir de estos elementos, se desarrollará una metodología que los ordene sistemáticamente, para aplicarlos como un todo a los materiales en estudio. La metodología desarrollada se aplicará al caso particular de la cascarilla de arroz, para la cual se desarrollará un proceso de producción concreto, a ser aplicado en asociación con una empresa procesadora de arroz. Se pretende evaluar la factibilidad de su generalización en el país, con base en la experiencia inicial y en sus resultados técnicos y económicos.

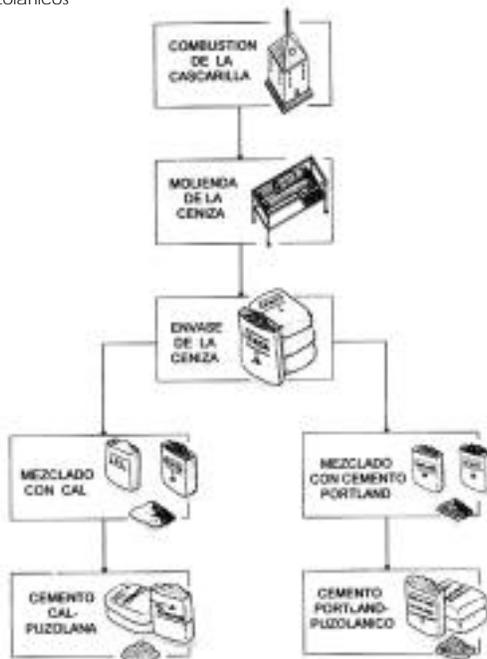
Objetivo general

- 1- Ofrecer una metodología que permita determinar de manera sistemática y mediante ensayos de laboratorio, la capacidad puzolánica de distintos materiales, los procesos optimizados de transformación necesarios a realizar en cada caso y sus aplicaciones posibles en morteros y concretos.

Objetivos específicos

- 1- Definir las propiedades necesarias a evaluar en los materiales puzolánicos objetos de estudio, para delimitar sus potencialidades de uso.
- 2- Determinar los ensayos a emplear y su método de realización, en función de las características particulares de estos materiales.
- 3- Describir las condiciones que debe tener el producto final para su utilización como puzolana y los procesos de elaboración

Esquema de producción de cementos puzolánicos



que debe sufrir para lograrlas, en función de las características particulares de cada material.

- 4- Desarrollar una metodología que ordene, de manera sistemática, los procesos a que se deben someter los materiales para evaluar sus potencialidades de uso como aditivos puzolánicos.
- 5- Demostrar, experimentalmente, la forma de empleo de la metodología para el caso particular de la ceniza de cascarilla de arroz.
- 6- Demostrar la factibilidad técnica y económica del empleo de la metodología propuesta y de los procesos tecnológicos que se puedan generar de su aplicación.

Antecedentes

La utilización de las puzolanas, como material de construcción, tiene su antecedente más lejano en el Imperio Romano de hace 2000 años, donde se emplearon productos piroclásticos de la actividad volcánica del Vesubio, que se encuentran en Puzzuoli (antigua Putuoli), para construir grandes obras públicas, estando entre las más connotadas, el Panteón Romano, el Coliseo, la Basílica de Constantino y el Puente del Gard. Este producto finamente pulverizado y combinado con cal, genera un material con gran poder cementante. De ahí que se dé el nombre de puzolanas a aquellos materiales que tienen esa propiedad, y al cemento obtenido se le llama entonces, puzolánico, conociéndosele también como, Cemento Romano.

Pero el desarrollo de la construcción en este siglo, ha estado ligado al cemento Portland, que ha reinado en el campo de los aglomerantes. Sin embargo, su alto costo de producción y la gran cantidad de energía que demanda, ha provocado que a partir de los años 70 se haya comenzado a buscar otras alternativas, siendo las puzolanas uno de los materiales más investigados con este fin, estudiándose no sólo las de origen natural sino, sobre todo, las obtenidas artificialmente.

Se han realizado numerosos trabajos en muchos países tanto desarrollados como del Tercer Mundo. La mayor parte de los trabajos se han basado en el uso de puzolanas artificiales, obtenidas de residuos industriales y en menor medida han sido estudiados algunos residuos agrícolas, como la cascarilla de arroz, y el bagazo y la hoja de la caña.

En general se ha estudiado mucho el efecto que provoca la adición de puzolanas sobre las propiedades del concreto, principalmente sobre la resistencia a la compresión, lo cual, de una u otra forma, se aprecia en casi todos los trabajos realizados.

Se puede observar en los estudios realizados con la ceniza de cascarilla de arroz, que la misma posee una adecuada actividad puzolánica, y un efecto positivo en las propiedades del concreto (Sugita, 1992), (Mehta, 1989), (Huang y Wu, 1992), (Fariás y Recena, 1990), (Smith, 1989), entre otros. Se han realizado valoraciones del aporte económico que genera la sustitución de parte del cemento Portland por ceniza de cascarilla de arroz (Kenya, 1993), (Sulaiman, Mansoor y Kan, 1983), (Dalimier, 1986), (Hammond, 1983).

El proceso de obtención de la ceniza ha sido también muy estudiado, tanto en la etapa de calcinación como en la de molienda (Kenya, 1993), (Ruanda, 1993), (Cincotto, Agopyan y John, 1990), (Dalimier, 1986), (Salas, Castillo y Sánchez de Rojas, 1986), siendo los resultados logrados no muy uniformes, pero sí hay coincidencia en que ambos procesos son decisivos en la posterior actividad puzolánica de la ceniza, y que se pueden lograr, de manera rudimentaria, y sin alto costo, ni demanda de energía, a una pequeña escala de producción.

En Venezuela se presentan, como antecedentes, dos trabajos especiales de grado, desarrollados bajo la tutoría de la doctora Milena Sosa, en 1994, en la Universidad Metropolitana (Gergoff y Yecutieli, 1994) y (Iannucci y Oquendo, 1994); el primero evalúa la capacidad puzolánica de la ceniza de cascarilla de arroz, y el efecto de la calcinación y la finura en la misma; el segundo utiliza la ceniza en sustitución parcial del cemento, para la producción de bloques de concreto.

El autor de esta propuesta de proyecto de investigación, en su tesis de Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, también bajo la tutoría de la doctora Sosa, realizó un estudio de las potencialidades del material para su empleo, combinado con cemento Portland, en la elaboración de elementos estructurales y combinado con cal, para algunas labores de albañilería (Águila, 1999).

Fundamentación

Las puzolanas combinadas con cal generan compuestos con propiedades cementantes, cuya obtención es poco compleja y costosa. Su demanda de energía es el 3,2% de la del cemento Portland. La combinación de ceniza con cal consume alrededor del 20% de la energía que necesita el cemento Portland (Hammond, 1983).

En 1984 se creó en Colombia la empresa Calmentiza Ltda, que fabrica bloques de ceniza de cascarilla de arroz. La planta tuvo un costo inicial de 1 030 507 pesos colombianos (10 305 USD) y una capacidad de producción de 1.500 bloques diarios. El costo de materiales de la producción se redujo en 18% respecto a los bloques tradicionales, con lo cual se sufragó la inversión inicial en sólo 75 días de labor (Dalimier, 1986). (Sulaiman, Mansoor y Kan, 1983) realizaron un prototipo de vivienda de bajo costo, con grandes sustituciones de cemento Portland por ceniza de cascarilla de arroz, logrando reducir el costo de la vivienda en 37%.

Los resultados obtenidos en la tesis de maestría de este autor, hasta el momento, reflejan cómo se puede sustituir hasta 30% de cemento por ceniza, sin que se afecte la resistencia a compresión del mismo. Para sustituciones del 20% de cemento por ceniza se logró un incremento del 20% en la resistencia a compresión. La combinación de ceniza con cal logra resistencias a la compresión superiores a los 60 Kg/cm², adecuadas para ciertas labores de albañilería. Paralelamente se desarrolló una tecnología de obtención de la puzolana, sencilla, económica y adecuada a las condiciones del país, donde se puede reducir el 12% del costo del cemento a emplear en las obras, sobre la base de sustituir el 30% del mismo, por un material cuyo costo es apenas el 40% del original (Águila, 1999).

Las primeras puzolanas que se usaron fueron de origen natural, fundamentalmente rocas de origen volcánico y algunas arcillas, pero en la actualidad los mayores esfuerzos científicos se dirigen a las puzolanas artificiales, que son más efectivas y sustentables, principalmente las cenizas volantes, la microsíllice y las escorias de alto horno, provenientes todas de la industria siderúrgica y la ceniza

za de cascarilla de arroz, que es un desecho de la producción agrícola al cual se pueden añadir la concha del café, la hoja y el bagazo de la caña, así como otros que merecen ser investigados convenientemente.

En los trabajos recogidos como antecedentes, se refleja cómo la adición de puzolanas al cemento Portland, mejora las propiedades más importantes del concreto a elaborar, como son: la resistencia mecánica, la impermeabilidad, la durabilidad, la estabilidad química y la retracción por hidratación.

No obstante, hay que señalar que la mayoría de los trabajos realizados han estado dirigidos a la obtención experimental del material y siguiendo procedimientos más bien intuitivos, lo cual ha motivado que los resultados obtenidos sean muy heterogéneos.

Aunque se han logrado beneficios económicos importantes, los procesos tecnológicos de producción del material no han sido abordados por muchos investigadores y los que lo han realizado, no han contado con un nivel de optimización que les permita obtener los mayores beneficios que estos materiales pueden ofrecer. Tampoco existe una metodología que permita evaluar eficientemente las posibilidades de utilización de estos materiales, ni los ensayos específicos que se aconsejan para estos casos, ya que la mayoría de los investigadores utilizan normas y metodologías de ensayo elaboradas para el cemento Portland, las cuales no siempre son apropiadas para cementos puzolánicos.

Esta situación es la que motiva a enfrentar un trabajo que permita evaluar conveniente las potencialidades de uso de estos materiales y definir las condiciones óptimas de procesamiento de los mismos.

Resultado esperado

- 1- Metodología para la evaluación de la capacidad puzolánica de distintos materiales y sus condiciones de producción y de empleo, con la secuencia de pasos a realizar en cada caso.
- 2- Normas y especificaciones de ensayos, procesos productivos y empleo específicas para los materiales puzolánicos.

Bibliografía

ÁGUILA, I. 1999. "Tecnología alternativa de producción de cemento puzolánico con ceniza de cascarilla de arroz". Tesis de maestría. 119 pp. INÉDITO. UCV, Caracas.

CINCOTTO, M.A., V. AGOPYAN y JOHN, V.M. 1990. Optimization of rice husk ash production. *Proceedings of the Second International Symposium*. "Vegetable plants and their fibres as building materials". Salvador de Bahía. RILEM, pp. 334-342.

DALIMIER, Th. 1986. Producción de un cemento puzolánico en Colombia. *Actas del Coloquio Internacional*. "Materiales. Técnicas y Economía de la Construcción en los países en desarrollo". París, pp. 37-43.

FARÍA, S. J.S.A. y F.A.P. 1990. Recena. Study for brazilian Rice Husk Ash Cement. *Proceedings of the Second Intemational Symposium* RILEM. Salvador de Bahia, pp. 360-369.

GERGOFF, J. y S. Yecutieli. 1994. "Ceniza de la cascarilla de arroz como adición al concreto en Venezuela". Caracas. Universidad Metropolitana. Trabajo Especial de Grado, Ingeniería Civil.

HAMMOND, A.1983. "Pozzolana cements for low cost housing. Appropriate building materials for low cost housing". *Proceedings of a Symposium*. CIB. RILEM. Nairobi, pp. 73-83.

HWANG, C.L. y D.S. Wu. 1989. "Properties of cement paste containing Rice Husk Ash". *Third International Conference on the Use of Fly Ash Silica Fume Slag and Natural Pozzolans in Concrete*. Trondheim, pp. 733-762.

IANNUCCI, E. y R. Oquendo. 1994. "Utilización de residuos agrícolas en la producción de materiales de construcción para la vivienda de bajo costo. Estudio del caso: La cascarilla de arroz". Caracas. Universidad Metropolitana. Trabajo Especial de Grado, Ingeniería Civil. 150 p.

MEHTA, P.K. 1989. Pozzolanic and Cementitious By-Products in Concrete - Another look. *Third International Conference on the Use of Fly Ash Silica Fume Slag and Natural Pozzolans in Concrete*. Trondheim, pp. 1-43.

SALAS, J., P. Castillo, M.I. 1986. Sánchez de Rojas y J. Veras. Estudio piloto para la obtención industrial de la ceniza de cáscara de arroz. *Actas del Coloquio Internacional "Materiales, Técnicas y Economía de la Construcción en los Países en Desarrollo"*. Paris, pp. 66-71.

SMITH, R.G. 1989. "Cemento hecho a base de ceniza de cáscara de arroz". *Tercer Simposio*, CIB, RILEM. México, pp. 228-240.

SUGUITA, S.; SHOYA, M. y TOKUDA, H. 1992. "Evaluation of Pozzolanic Activity of Rice Husk Ash". *Fourth International Conference on the Use of Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete*. Instambul, pp. 495-512.

SULAIMAN, M.; MANSOOR, N. y KAN, K. 1983. "Experimental and demonstration low cost house built at building station". *Proceedings of a Symposium*. "Appropriate Building Materials for Low Cost Housing". CIB, RILEM. Nairobi, pp. 107-116.

UNITED NATIONS CENTRE FOR HUMAN SETTLEMENTS (HABITAT).1993. *Kenya: Development of Pozzolanic Cement Using Rice Husk Ash. Endogenous Capacity-Building for the Production of Binding Materials in the Construction Industry*. Selected case studies. Nairobi, pp 66-81.

UNITED NATIONS CENTRE FOR HUMAN SETTLEMENTS (HABITAT).1993. *Rwanda: Development of Pozzolanic Cement. Endogenous Capacity-Building for the Production of Binding Materials in the Construction Industry*. Selected case studies. Nairobi, pp. 47-65.

Fundamentos geométricos de las superficies alabeadas de doble curvatura. Caso de estudio: El paraboloides hiperbólico

Autor: Arq. Rafael Gerardo Páez Espinoza

Tutor: Dr. Marcos Paluszny

Profesor guía: Arq. Luis Marcano

Resumen

La investigación doctoral se refiere al estudio de las superficies alabeadas de doble curvatura, teniendo como caso particular el análisis de los paraboloides hiperbólicos.

Se detecta que algunos arquitectos, ingenieros y constructores desconocen los principios geométricos que determinan el comportamiento estructural de las superficies regladas no desarrollables, lo cual incide en la escasez de aplicaciones del paraboloides hiperbólico. A tal grado que en los tiempos modernos, a pesar de que poseen ventajas, como alto valor estético, reducción de tiempos y cantidades de material, su empleo no es frecuente, al menos en Venezuela.

El objetivo general consiste en realizar un estudio para determinar los principios geométricos y estructurales del paraboloides hiperbólico, su genealogía y clasificación de las tipologías aplicadas en los ejemplos internacionales ya edificados. Los resultados serán vertidos en un documento gráfico computarizado, que servirá para la consulta de profesionales, estudiantes e investigadores que requieran establecer comparaciones sistémicas, basadas en los principios geométricos, estructurales, estéticos y espaciales, que determinan el equilibrio estable de estas superficies, cuando son empleadas para cubrir grandes luces.

Antecedentes de la investigación

Los aportes realizados por Bernard Laffaille, quien en 1935, "... como resultado de sus continuos trabajos experimentales, publicó en los boletines del Segundo Congreso de la Asociación Internacional de Puentes y Estructuras, sus "Memorias sobre el estudio general de las superficies alabeadas" (...)

(...) En 1936, el ingeniero francés F. Aimond publicó en el cuarto volumen de los mencionados boletines, un minucioso estudio sobre el mismo tema titulado: Tratado sobre la conducta estática de los paraboloides hiperbólicos no resistentes a flexión.

(...) Durante el mismo año, L. Issenmann Pilarski desarrolló en su libro *Calccule des Voiles Mincees en Beton Aarmé*, publicado por la Editorial Dunot de París, un simple análisis del cálculo de paraboloides hiperbólicos, basados en los estudios hechos por Laffaille y Aimond".¹

El autor de la cita anterior, profesor Eduardo Catalano (argentino), efectuó una labor de estudio y registro de distintos modelos de paraboloides hiperbólicos, realizados en forma de láminas de dibujo y grabado por alumnos del Massachusetts Institute of Technology y de la Escuela de Diseño de North Caroline State College, en Raleigh, en los EE UU, logrando demostrar "cómo simples combinaciones de superficies alabeadas limitadas por cuatro lados crean múltiples relaciones alabeadas espaciales".²

Asumiendo que las curvas planas de generación cónica conforman la raíz geométrica de las superficies regladas no desarrollables, como es el caso de un paraboloides hiperbólico, se han realizado estudios que describen las distintas tipologías de líneas a partir de la intersección de un plano secante con un cono de revolución de doble manto, que permite la obtención de puntos, rectas, parábolas, hipérbolas, y elipses como un modo de percibir de forma particular a las superficies de doble curvatura.³

En la V Maestría de Desarrollo Tecnológico de la Construcción, el autor de la presente formulación, arquitecto Rafael Gerardo Páez, realiza actualmente como tema de investigación de la tesis para optar al grado de Magister Scientiarum, en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela, IDEC-FAU-UCV, el tema "Fundamentos geométricos del arco semielipsoidal", en el cual se intentan establecer los principios que determinan desde el punto de vista abstracto, el comportamiento del equilibrio, estable e inestable, presente en los arcos curvilíneos, que se originan bajo la conformación de semicircunferencias, parabólicos y elípticos; como elementos prismáticos homólogos entre sí, en sus puntos límites al ser acotados dentro de ciertos parámetros finitos, para su representación gráfica.

Experiencias internacionales

Eduardo Torroja hace mención al hecho de que "Los constructores clásicos adoptaron siempre soluciones cóncavas hacia el interior. Ello se debía no solamente a que, de este modo, la superficie envolvente resulta menor a igualdad de volumen envuelto, sino más fundamentalmente a que sus materiales no eran capaces de resistir en tracción. Sólo en los últimos años se aprecia una cierta tendencia a utilizar superficies cóncavo-convexas trabajando en tracción y ancladas sobre un contorno no plano que limita por arriba los paños verticales de la fachada".⁴ Entre las superficies alabeadas de doble curvatura, pero de signos contrarios, la más utilizada es el paraboloides hiperbólico, que ofrece la ventaja de emplear poca cantidad de material, menor número de apoyos y de tiempos de edificación.

A nivel internacional se registra que "El primer uso de esta superficie como estructura se atribuye a Bernard Laffaille, quien en 1933 construyó en la ciudad de Dreux, Francia, el doble voladizo que se muestra en la figura 1".⁵

La experiencia de Le Corbusier con el proyecto del Pabellón Philips de la Feria Mundial de Bruselas en 1958.⁶ "Los edificios diseñados por Kenzo Tange, para los Juegos Olímpicos de 1964 en Bruselas".⁷

Ejemplos latinoamericanos

Los aportes constructivos de Félix Candela constituyen una de las experiencias más enriquecedoras que se han presentado en América Latina. Este arquitecto español radicado en México desde 1939, creador de nuevas formas de construcción con estructuras de paraboloides hiperbólicos, cuyas cubiertas revolucionaron la industria de la construcción al bajar los costos de producción y el tiempo de erección de las estructuras. Suyos son, entre otros, el Laboratorio de Rayos Cósmicos la Universidad de México⁸ (sic), la iglesia de la Virgen Milagrosa y el Palacio de los Deportes de la Olimpiada Mundial de 1968, en



Ciudad de México; y el Spanish Trade Center de Londres en colaboración con A. Fernández Alba".⁹

Experiencia venezolana

En Venezuela no existe una marcada tradición de estas construcciones, salvo algunos ejemplos como los realizados por los arquitectos Alvaro Coto (mexicano) y Gabriel Loperena (argentino).¹⁰

Planteamiento del problema

Existen algunos profesionales de la construcción y diseño de estructuras que desconocen los fundamentos geométricos que determinan el comportamiento estable de las estructuras de superficies alabeadas de doble curvatura.

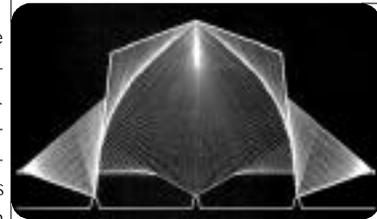
En los medios donde se imparte la enseñanza de la arquitectura e ingeniería civil, no se contempla entre los *pensa* una difusión de los conocimientos geométricos y espaciales de las distintas formas en que se combinan las modulaciones de los paraboloides hiperbólicos, como soluciones que reúnen un sinnúmero de ventajas económicas, técnicas y estructurales, para las necesidades de generar espacios de grandes luces sin apoyos intermedios.

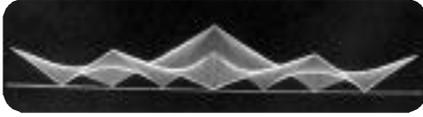
En las ciudades contemporáneas del mundo y particularmente en el ámbito nacional venezolano, no se observan aplicaciones generalizadas de estas soluciones estructurales. Las edificaciones que resaltan por sus construcciones con superficies alabeadas, han sido relegadas a exposiciones mundiales, escasos monumentos y pabellones itinerantes. Esto a pesar de que los paraboloides hiperbólicos constituyen el corolario de un proceso edilicio en el que se conjugan óptimos valores estéticos, altos niveles de resistencia estructural, ahorro en los volúmenes de material aplicado y la participación de una mano de obra especializada.

La normativa venezolana (COVENIN 1756-98) ignora por completo en sus disposiciones, las recomendaciones que pudieran guiar a los arquitectos e ingenieros, respecto a los parámetros a seguir para realizar el diseño, cálculo y construcción de estructuras regladas no desarrollables. De aquí que las experiencias realizadas de construcción de paraboloides hiperbólicos no hayan llegado a las nuevas generaciones de profesionales, y por tanto, los aspectos resaltantes que podrían llevar a soluciones acertadas en los procesos de edificación de este tipo de superficies alabeadas.

Objetivo general

Desarrollar un estudio para describir los principios que determinan y regulan los fundamentos geométricos y estructurales del paraboloides hiperbólico, su genealogía y clasificación, en las distintas topologías aplicadas en los ejemplos internacionales ya edificados. Los resultados serán vertidos en un documento gráfico, que servirá para la consulta de los profesionales de la construcción, cálculo y diseño de estructuras; estudiantes e investigadores que requieran establecer comparaciones sistemáticas, basadas en los principios geométricos, estructurales, estéticos y espaciales, que sustentan el equilibrio estable de las superficies alabeadas de doble curvatura, cuando son aplicadas para cubrir grandes luces, dentro de los distintos procesos edilicios.





Objetivos específicos

- Identificar los antecedentes de la investigación, indicando la relación existente entre los procesos de innovación tecnológica que han conllevado a la implantación de las superficies alabeadas de doble curvatura y los aportes teóricos a los conocimientos de los fundamentos geométricos que la sustentan.
- Determinar el estado del arte de las edificaciones que basan su comportamiento estructural en la aplicación de superficies alabeadas de doble curvatura.
- Realizar un inventario de las distintas tipologías de estructuras que han sido construidas hasta el presente, en las cuales se hayan empleado modelos espaciales basados en el paraboloides hiperbólico.
- Registrar las distintas modulaciones preestablecidas para realizar combinaciones espaciales de paraboloides hiperbólicos.
- Describir cuáles son los fundamentos geométricos que tienen una influencia preponderante en la respuesta estructural y resistente de los paraboloides hiperbólicos.
- Categorizar los aspectos incidentes de la teoría de cálculo de conchas y cáscaras, y su incidencia sobre el conjunto de las estructuras laminares, que basan su genealogía en las superficies regadas no desarrollables.
- Demostrar que el paraboloides hiperbólico puede llegar a convertirse en una estructura óptima, dentro de los parámetros de equilibrio estable de las estructuras curvilíneas que se emplean para salvar grandes luces sin apoyos intermedios.
- Seleccionar el rango de separación entre los apoyos para cada tipología de paraboloides hiperbólicos de acuerdo con su modulación y cantidad de unidades.
- Identificar los rangos de cubrición y de separación entre apoyos (luces) de los paraboloides hiperbólicos, realizando una propuesta de variables de magnitud, que los compare y relacione con otros sistemas estáticos.
- Enunciar las analogías geométricas analíticas existentes entre las curvas planas de generación cónica y cilíndrica, las superficies regadas desarrollables y las no desarrollables, entre las que se ubica al paraboloides hiperbólico.
- Mencionar las razones por las cuales la edificación de espacios arquitectónicos con paraboloides hiperbólicos ha caído en desuso en el mundo entero y particularmente en Venezuela.
- Describir los materiales idóneos que en nuestro medio permiten la construcción del paraboloides hiperbólico, que pudieran permitir su mejor comportamiento de equilibrio estático.
- Organizar los resultados de esta investigación en un documento gráfico, que empleando las técnicas más avanzadas de representación, ilustren y expliquen a cabalidad los fundamentos geométricos del paraboloides hiperbólico, dentro del conjunto de las superficies alabeadas de doble curvatura.

Supuestos del tema a investigar

Es posible demostrar, bajo los enfoques de las teorías del cálculo estructural, mediante la manipulación de métodos gráficos y numéricos, que el paraboloides hiperbólico, dentro del conjunto de las superficies alabeadas de doble curvatura, posee un comportamiento estable óptimo, entre los parámetros del equilibrio estable, en comparación con el resto de las estructuras curvilíneas que se emplean para salvar grandes luces sin apoyos intermedios.

Las reglas y métodos que fundamentan la genealogía y los principios de la transformabilidad geométrica del paraboloides hiperbólico, son

análogos a los que determinan a las superficies planas de una sola curvatura, como son los casos de las cónicas (el punto, la recta, la elipse, la parábola y la hipérbola; asumiendo a la circunferencia como un caso particular de generación elipsoidal); las cilíndricas (la elipse, la parábola y la circunferencia); y otras de doble curvatura agrupadas en las cuádricas (el elipsoide de revolución, el esferoide, el paraboloides y el hiperboloides de revolución).

El paraboloides hiperbólico representa el estado límite al cual se puede someter a una superficie, para que responda a los esfuerzos de flexocompresión, que en comparación con un elemento plano (viga o losa plana) conllevaría a predimensionamientos inalcanzables por la ingeniería y arquitectura moderna. Todo lo cual ocurre con inversiones mínimas de material y la participación de una mano de obra especializada, que conlleva a modificaciones cualitativas en el campo de la innovación tecnológica de los procesos constructivos.

Cuando se requieren salvar luces sin apoyos intermedios, para cubiertas bastante grandes, con un mínimo de apoyos, dimensionados estos últimos con sus más pequeñas proporciones, el paraboloides hiperbólico es el único del grupo de las estructuras laminares de doble curvatura, que actuando bajo el dominio de rectas directrices y generatrices, logra una respuesta constructiva con un alto valor estético, logrados mediante un bajo costo, reducción considerable de las cantidades de material y de los tiempos de manufactura.

La razón principal por la cual la construcción de espacios arquitectónicos, basados en la implantación de paraboloides hiperbólicos, se haya convertido en cosa del pasado, es debida al desconocimiento que poseen los profesionales de la construcción de los fundamentos geométricos y estructurales que determinan el comportamiento estable de estas estructuras.

El material ideal para la erección de un paraboloides hiperbólico es el concreto armado, con el cual se desarrollan extensas superficies laminares de 2.5 cm hasta 5 cm máximo de espesor. Sin embargo es posible indagar la pertinencia de aplicar otros materiales que van desde el plástico, con polímeros de alta resistencia, con lo cual se podrían bajar estos espesores. Algunos materiales como el bambú, con el cual se llegarían a reducir los costos de material, y el papel o cartón reciclados, se puede llegar a proponer la participación de tales estructuras en los procesos de construcciones sustentables.

Notas:

¹ CATALANO, Eduardo. 1962. *Estructuras de superficies alabeadas. Combinación de paraboloides hiperbólicos*. Argentina, Editorial Universitaria de Buenos Aires, p. 7.

² *Ibidem*, p. 8.

³ Trabajo de ascenso del profesor Alonso Romero, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, realizado en el año 1994.

⁴ TORROJA, Eduardo. 1976. *Razón y ser de los tipos estructurales*. Cuarta edición. España, p. 139.

⁵ CATALANO, 1962. *Op. cit.*

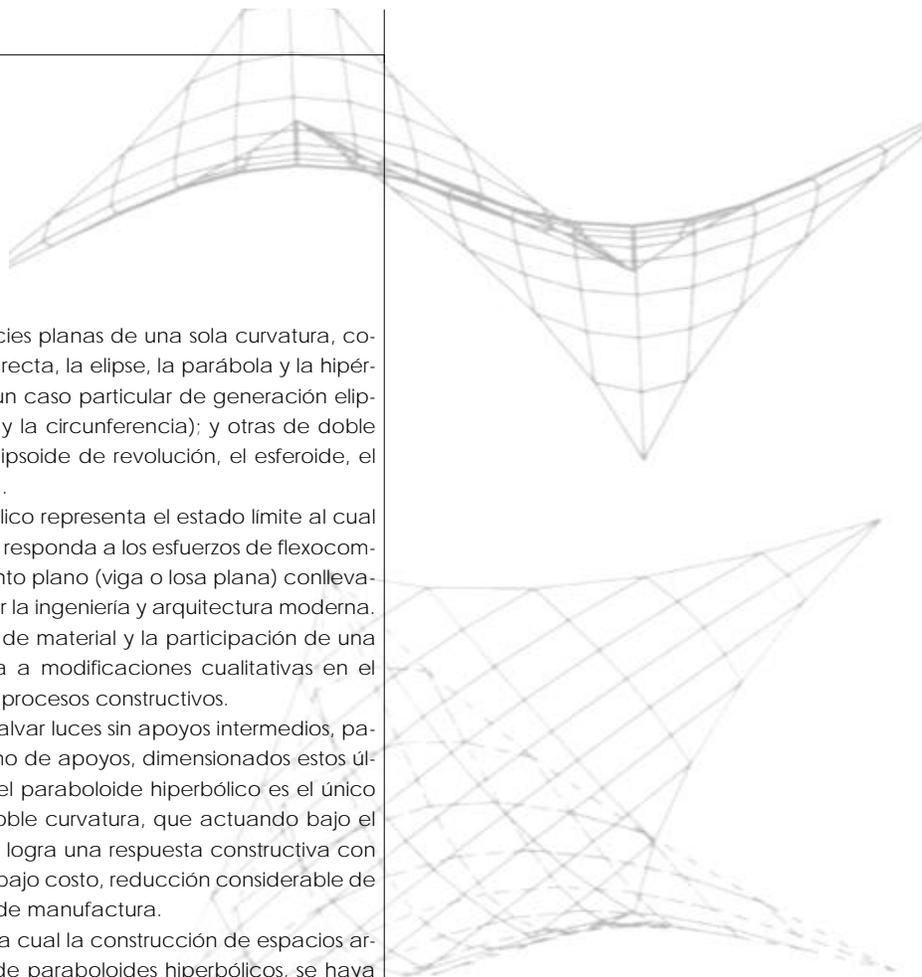
⁶ BAKER, Geoffrey. 1985. *Le Corbusier. Análisis de la forma*, Colección Arquitectura/Perspectivas. España, Editorial Gustavo Gili, p. 265.

⁷ DEMBO, Nancy. 2000. "La evolución de la relación forma-función en el lenguaje estructural del siglo XX". Trabajo de ascenso. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela. Marzo.

⁸ En el texto original citado se menciona de esta forma, tal como si la Universidad de México, refiriéndose a la Universidad Nacional Autónoma de México, fuese obra particular de Félix Candela, cuestión que no es así. Pero que quizás por un error de redacción, no deja claro que el Instituto de Rayos Cósmicos de la Ciudad de México pertenece a las dependencias de la UNAM, siglas con las cuales se identifica al *alma mater* azteca.

⁹ BERMÚDEZ, Guido. 1993. *Diccionario del arquitecto*, Primera edición, Caracas, Venezuela, p.135.

¹⁰ *Ibidem*.



El diseño de techos livianos en la vivienda de bajo costo en Venezuela

Autor: Prof. Beatriz Hernández Santana
Tutor: Prof. Domingo Acosta González

El presente trabajo aborda el tema de los techos livianos en viviendas de bajo costo en Venezuela. Este componente de la vivienda tiene particular importancia en aspectos tan esenciales y disímiles como el acondicionamiento ambiental o como elemento de expresión cultural de sus moradores.

La manera de abordar un problema tan específico como resulta ser el de los techos, nos obliga a revisar la problemática en su conjunto, entendiendo que el techo es parte integral de la vivienda. Los problemas que atañen al techo atañen también a la vivienda, y viceversa.

El contexto a estudiar incluye consideraciones tan diversas como las físicas, las tecnológicas, las referidas a los recursos y lo cultural. En nuestra latitud es particularmente necesario que el techo sea liviano, de fácil montaje y que garantice un buen aislamiento térmico; además no requieren de una mano de obra especializada para su montaje, lo que ha inducido a su utilización en viviendas de bajo costo en forma masiva.

Ahora bien, la construcción masiva de viviendas comienza a dar señales de inadaptabilidad a las necesidades locales y de especificidad de cada región. En ese sentido, la intención de este trabajo es desarrollar un instrumento para diseñar techos livianos en viviendas de bajo costo en parcelas de frente reducido y con crecimiento progresivo. Se plantea para un uso organizado en urbanismos, de viviendas unifamiliares entre 1 y 3 plantas.

El instrumento abordará los problemas que se presentan en la actualidad en el diseño de viviendas económicas con techos livianos, conjuntamente con un tipo de respuesta que se adapte a las situaciones y tipologías más comunes de estas viviendas con las características antes mencionadas.

La aplicación del instrumento debe considerar las opciones estructurales adecuadas a los distintos espacios de las viviendas de este contexto. Igualmente debe propiciar condiciones adecuadas de habitabilidad así como de durabilidad. Para ello se atenderá las situaciones idóneas dentro de los distintos rangos de confort que caracterizan el clima tropical húmedo de Venezuela.

En la primera parte del trabajo se plantea evaluar las propuestas de techos livianos que se ofrecen en el mercado, a fin de detectar procedimientos apropiados que puedan encontrar acogida entre quienes construyen. Luego se analiza la posibilidad de introducir nuevos techos o plantear el rescate de techos que alguna vez fueron utilizados con éxito y que, por diversas razones, han pasado al olvido; todo ello sin olvidar que un aumento de la calidad no puede justificarse con un aumento desproporcionado de precios: en general, resulta dificultoso producir una edificación que sea aceptada por el usuario como algo mejor de lo que conoce, más aún cuando éste no cuenta con suficientes recursos económicos.

Finalmente se hace referencia al significado que tiene el techo para sus moradores, y a la necesidad de adelantar estudios e instrumentos que permita incorporar en los diversos programas gubernamentales de vivienda, la in-

corporación de las variables cuantitativas dentro de una visión cualitativa en los diseños del techo.

La propuesta entonces es la de lograr un mayor equilibrio entre todas las variables interactuantes dentro de los proyectos de construcción de vivienda, en este caso la construcción de techos livianos en viviendas económicas, en distintas regiones del país con la búsqueda de resultados más acordes a las necesidades de la demanda en nuestro país.

Objetivo general

Desarrollar un instrumento metodológico para el diseño de techos livianos en viviendas de bajo costo de Venezuela.

Objetivos específicos

- 1- Obtener información sobre los aspectos más relevantes de los techos livianos que se construyen o se desarrollan en Venezuela y otros países.
- 2- Identificar los problemas clave en el diseño de techos livianos.
- 3- Establecer y desarrollar un conjunto de lineamientos para diseñar techos livianos en viviendas de bajo costo.
- 4- Desarrollar un conjunto de herramientas y métodos para atacar los problemas de diseño de los techos livianos.
- 5- Aplicar el instrumento para diseñar techos y su aplicación en estudios de casos.
- 6- El instrumento de diseño debe permitir su utilización para la construcción progresiva.
- 7- El instrumento debe permitir trabajar con una visión cualitativa, complementado con la utilización de métodos cuantitativos.
- 8- El instrumento debe demostrar su utilidad entre los profesionales del medio de la construcción.

Metodología

La metodología debe dirigirse entonces hacia la exploración del "usuario desconocido", tanto de las viviendas como de los desarrollos urbanísticos. Esto aunque parezca contradictorio, tiene sentido cuando en el diseño prevalecen características y determinantes locales. Así pues, pareciera que los planteamientos debieran originarse desde determinantes como: la descentralización, la propiedad de la tierra, viviendas flexibles en su crecimiento, comprensión de la composición de las familias, materiales y componentes adecuados al entorno, clima, medios de construcción y calidad de los mismos, medios de transporte con los centros de trabajo.

En el proceso de planificación y construcción de viviendas, el diseñador debe manejar criterios variados, de acuerdo con cada caso que se plantea. Esto representa el uso de juicios de valor diferentes y el manejo de las herramientas de evaluación de forma específica. En otras palabras, no deberían plantearse proyectos masivos de viviendas, sino una política de construcción masiva de viviendas, donde los criterios se manejen de manera particular, para cada región, lugar, comunidad, etc.





La escasa diversidad de techos livianos, las malas prácticas en la construcción de estos techos (más aún cuando se trata de vivienda de bajo costo), la poca durabilidad, la falta de criterios de acondicionamiento ambiental (criterios pasivos), y la poca importancia que se concede al futuro usuario de las viviendas, plantean la orientación de esta investigación (por el momento la investigación se encuentra organizada en tres etapas):

1. Fase A: Problemas de diseño y producción en los techos livianos
2. Fase B: Creación del instrumento
3. Fase C. Demostración

Al final se espera que el instrumento sea utilizado por las alcaldías, las gobernaciones y los organismos no gubernamentales (ONG) a través de la consulta a expertos en el área. Se tomará en cuenta la opinión de aquellos investigadores dedicados al campo de la vivienda, así como aquellos que se encuentren relacionados con el campo de la producción de componentes para este caso específico.

El poner a prueba el instrumento de diseño permitirá realizar modificaciones o adaptaciones para mejorarlo. Podrán fijarse recomendaciones para su utilización y deberá permitir su evolución para futuros instrumentos que se quieran utilizar en el diseño de otros componentes de la vivienda.

La vivienda de bajo costo en Venezuela

Beatriz Hernández

El presente documento recoge una síntesis de distintos trabajos sobre autores como Bolívar, Cilento, Lovera, Meneses, López, Hernández, Apon-te, Montero, Laquian, Moreno, Wiesenfeld y otros de importancia en el campo de los desarrollos de vivienda económica de nuestro país. Así mismo, se extrae una síntesis del trabajo elaborado por el Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI), antiguo Banco Obrero, sobre aspectos relacionados con esta materia desde comienzos del siglo pasado.

Este trabajo pretende apoyar y difundir aquellas referencias bibliográficas para estudiantes interesados en estudiar el tema de la vivienda económica en nuestro país. Así mismo se pretende con este documento, fomentar el interés hacia trabajos de mucho valor por la profundidad y diversidad con lo cual se aborda un tema tan complejo.

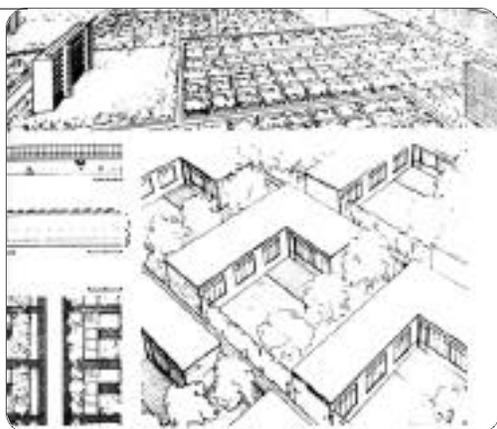
Es bueno dar inicio, aclarando que la vivienda de bajo costo es aquella a la que puede acceder las familias de menores ingresos y tratándose de viviendas construidas por el sector formal debe cumplir con requisitos mínimos de habitabilidad (sanidad, dimensiones espaciales, calidad técnica, dotación de servicios y confort).

También es definida como vivienda básica en los distintos estudios y programas que se vienen realizando en algunos países de América Latina: "En los países en desarrollo pudiera no consistir en una casa; podría consistir en un trozo de tierra con un grifo y una letrina de pozo; podría consistir en el núcleo de una vivienda básica con cuatro paredes y un techo; podría incluso ser una habitación con un retrete y una cocina con agua... La vivienda básica rara vez es una casa, y casi nunca una casa terminada" (Laquian, 1985).

A través del estudio realizado se ha comprendido que la vivienda de bajo costo está muy ligada a las características socioeconómicas de cada país y además asociada a momentos históricos dados. "Así tenemos que mientras Europa, después de la Segunda Guerra Mundial se ve en la necesidad de crear viviendas masivas para alojar una población víctima del caos, América Latina se ve en la necesidad de construir viviendas económicas a una población de escasos recursos, que con mucha frecuencia, era una población que emigraba del campo hacia las ciudades principales" (Echeverría, 1987).

En el caso de Venezuela, aun siendo un país latinoamericano, tiene características particulares muy signadas por los ingresos petroleros, recurso este que desde su explotación ha marcado pautas en todos los escenarios económicos y sociales del país.

La vivienda económica, perteneciente al sector formal, ha sido basada en programas dirigidos por el gobierno desde su inicio. Sólo recientemente se puede ver iniciativas por parte del sector privado o las comunidades en la programación y/o construcción de estas viviendas.



documentos



1. Aspectos teóricos

1.1. Relacionados con el déficit de viviendas

El déficit de viviendas en Venezuela como en la mayor parte de los países de América Latina, se caracteriza por aquella parte de la población que se encuentra ubicada en su mayoría en tugurios ilegales, y que viven en albergues de extrema precariedad, esto unido a lotes de terreno que se encuentran carentes de los servicios de agua, electricidad y vialidad. Por lo tanto, las condiciones de vida en estos sectores son muy complejos y requieren para sus moradores de una gran capacidad de supervivencia.

Hasta mediados del siglo XX la gran mayoría de estos pobladores eran campesinos que emigraban a las ciudades en busca de mejores condiciones de vida, pero en lo que respecta a este déficit en la época que continuó, ya no se trataba tanto de migraciones, como del aumento de la tasa de nacimientos.

El déficit habitacional en nuestro país ha pasado por diversas consideraciones, desde los inicios de los programas formales.

I Período 1928-1945:

Se habla, por ejemplo, que para 1928 en los inicios del Banco Obrero (organismo que asume desde su inicio ayudar al gremio obrero más pobre), los enfoques estaban dirigidos a una población campesina que migraba a la ciudad. Para ello el organismo asumía lo que consideraba un problema de dotación de vivienda y sus primeras intervenciones se dirigían mayormente hacia la compra-venta de inmuebles. De esta manera se maneja "Una ideología antiurbana que ubica los nuevos barrios en terrenos sobrantes de los urbanizadores privados, en la periferia de la ciudad y aislados de los servicios urbanos, bajo el mito del contacto con la naturaleza y la salubridad ambiental de la vida suburbana" (López y García, 1989).

Esta forma de producción de viviendas carecía de servicios colectivos y ausencia de áreas verdes, lo que ocasionó que las viviendas no se ocuparan por largo tiempo. Esto evolucionó hasta que en el período entre 1939 y 1946 se establecen las primeras urbanizaciones diseñadas y construidas por el Banco Obrero, en su gran mayoría en las ciudades. Su enfoque se dirige hacia la reproducción de viviendas con plantas funcionales que contenía los espacios necesarios para una familia típica de esos momentos y con la idea de traer nuevamente a los pobladores más pobres que vivían en la periferia hacia el centro de la ciudad. Como ejemplo de ello se encuentra la urbanización El Silencio (1941-1945), donde se implementan características muy innovadoras para el momento: son viviendas multifamiliares de 4 y 7 pisos, planificadas en conjunto, con énfasis en patios centrales de manera análoga con la casa colonial, se incorporaron locales de servicio en las plantas bajas, se utilizaron además dimensiones en los espacios internos de las viviendas, relacionados con normas internacionales, etc. Todas estas características en aquellos momentos se habían dado sólo de manera aislada; en este desarrollo, sin embargo, se cuidó su implantación, sus actividades y la población que se ubicaría.

También en esta época se modifica la cuadra: del damero colonial, se plantean parcelas más alargadas. Esta característica produjo viviendas de frente más estrecho y longitud más profunda, que ofrece a los espacios internos

documentos

8



9



10



11



12



unidad funcional, de modo tal que las relaciones establecidas entre la población, su residencia, su trabajo y sus servicios, no se rompa violentamente. Si esta relación fuere rota o alterada con exceso, se estaría produciendo en la población un daño considerable, por cuanto se estaría reduciendo significativamente la calidad social –por causa de los desgastes innecesarios que se producen, ya que la población necesita volver a iniciar sus vinculaciones con cada uno de los componentes del medio económico y del medio físico-tecnológico-espacial” (FUNDACOMUN-ILDIS-CORDIPLAN, 1979).

“Se estudia la utilización masiva de casas prefabricadas y se emprende un programa de construcción de 4.000 viviendas por año en catorce ciudades para enjugar en diez años el déficit habitacional del país” (López y García, 1989). De lo cual, por causas de limitaciones de abastecimiento debidas a la posguerra, la infraestructura de las ciudades y el desarrollo de la industria privada, al cumplirse el primer año ni una sola vivienda había sido inaugurada.

Para 1951 Caracas tenía 40.000 ranchos que debían ser demolidos. Para esta fecha, hasta 1955, el B.O. proyectaba construir 12.000 viviendas, que era más de lo que se había construido desde 1928.

III Período 1959-1974:

Este período se puede considerar muy importante ya que es “el semillero” de muchos de los conceptos ideales y positivos en la vivienda de bajo costo.

Después de considerarse las causas negativas y altamente costosas del superbloque, se decide bajar la altura y aumentar la densidad de los urbanismos.

Se produce el racionalismo constructivo como otra forma de disminuir los costos, y con miras a la reactivación de la industria nacional. Se trabaja la coordinación modular y se busca la normalización y estandarización de los componentes de la industria nacional. Este aspecto se logra llamando a concurso a las distintas empresas, que entran a participar en la integración del diseño y construcción de las viviendas. Además se toman en cuenta aspectos de confort y calidad de las viviendas, así como características geoambientales, en lo que respecta a su ubicación. Un ejemplo, extraordinario de esta experiencia lo constituye la urbanización “La Isabelica y San Blas” (1963-1967) en Valencia (estado Carabobo), donde las condiciones y calidad de las viviendas se han conservado a través del tiempo.

Otra experiencia tan rica como ésta, es el urbanismo “Guacara” 1974 (estado Carabobo), lográndose el concurso de las distintas empresas constructoras. Éstas debían ser competitivas en tiempos de construcción, calidad y confort de las viviendas, además de la búsqueda de nuevos componentes y materiales. Esta experiencia también hoy por hoy se puede observar, como estudios de casos para investigaciones en este campo.

IV Período 1975-1988:

Al inicio de este período los ingresos petroleros tuvieron su mayor alcance, lo que a mi opinión se convierte en condición nefasta, con relación a los avances que se habían obtenido en la apertura de la industria nacional y los avances en el desarrollo tecnológico de componentes para la construcción de viviendas.

En 1975 el Banco Obrero pasa a ser el Instituto Nacional de la Vivienda (INAVI). A partir de ello, se desarrolla un plan general de vivienda que abarca varios tópicos:

- Créditos habitacionales
- Viviendas en urbanismos
- Desarrollos especiales y
- Dotación y consolidación de barrios.

La vivienda construida por el sector informal en los barrios se incrementa en este periodo y se modifica la visión de eliminar estos barrios, por un programa de dotación que atacaba diferentes aspectos: viviendas inestables, servicios de vialidad, servicios de escuela, ambulatorio, etc. Este programa se ponía en práctica atendiendo a cuáles eran las mayores carencias de cada barrio.

En cuanto al diseño y producción de las viviendas en los urbanismos, se desmejoran algunos aspectos logrados en periodos anteriores: el concepto de la vivienda de bajo costo conlleva para este momento el deterioro en el diseño y la calidad de la vivienda.

Un ejemplo de ello fue tomar criterios iguales en el diseño de las viviendas, sin importar ubicación geográfica, situación social, confort de los espacios y se podría decir que en muchos casos las normas de habitabilidad no se consideran (ejemplo: espacios cada vez menores, mala calidad de los acabados, mala dotación de servicios, etc.). Este problema se agudiza en la mitad de este periodo con la devaluación del bolívar. La demanda de la vivienda de bajo costo (principalmente), pierde su fin social por parte del gobierno para convertirse en una pancarta política, donde impera el número de viviendas a construir en detrimento de la calidad.

El concepto de vivienda progresiva comienza aparecer por iniciativa de un grupo de arquitectos que detectan bajo estudios de casos en largas investigaciones que la vivienda de bajo costo está ligada a aspectos sociales, económicos y tecnológicos. "La construcción progresiva es una de las lecciones aprendidas de los habitantes urbanos que autoproducen gran parte de nuestras ciudades. La ampliación y consolidación de las viviendas, en la llamada autoconstrucción espontánea, es decidida u obligada en cada caso por las circunstancias de la vida familiar. Esto lo hemos comprobado en cientos de casos re-construidos en las indagaciones (CEU, 1980; Rosas, 1986; Bolívar, 1987; Ontiveros, 1989). Cada caso es diferente y mediado por las formas de vida, papel de la vivienda en la prioridad de la familia, agentes dinamizadores, recodificación de los usos y costumbres familiares" (Bolívar, 1994).

En este periodo también se toma en cuenta la vivienda rural, llevada a cabo por Malariaología, ya que de alguna manera había dejado de ser un sector imperante para el INAVI y que ocasionó la marginación silenciosa de una parte que integraba el déficit de viviendas.

La División de Malariaología de la Dirección de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social se ocupa de eliminar en el interior del país, la enfermedad de la malaria. "Ésta fue una campaña a nivel nacional por medio del rociamiento intradomiciliar con insecticida de acción residual, pero además encontró tan pobre las condiciones de construcción de la mayoría de las viviendas del medio rural, que consideró oportuno estudiar la manera de remediarlas, para lo cual instaló en su sección de ingeniería antimalárica el servicio de la vivienda rural" (MSAS. División de Malariaología, 1987). Este programa contemplaba la



13



14



15



16



17

construcción de viviendas adecuadas y con materiales de construcción que no se deterioran en corto tiempo. Así mismo, se preocupó de un control sanitario en la ubicación de letrinas o baños, según fuera el caso.

V Período: 1989-1997

La crisis económica del país, con una creciente deuda externa y una depreciación continua en el sueldo de los habitantes, acrecienta el déficit de vivienda y el acceso de los habitantes a ella.

Los altísimos costos de construcción, la poca diversidad de materiales y la implementación de promesas incumplidas por parte del Estado, produce un cambio en las formas de financiamiento de la vivienda. Así tenemos que en 1989 fue promulgada la Ley de Política Habitacional, con el componente particular que obliga a patronos y trabajadores a contribuir con un porcentaje de su sueldo en el ahorro obligatorio para poder obtener de los entes financieros préstamos para la construcción o reparación de viviendas con diferentes clasificaciones: nivel I, nivel II y nivel III, con un costo estipulado para cada uno de ellos. De manera general, la ley aunque se encuentra vigente, con algunas modificaciones desde su creación, no previó las altas tasas de interés activas y las fluctuaciones del mercado económico. No obstante, la ley se ha seguido implementado a pesar de no estar rindiendo los beneficios previstos al comienzo.

VI Período: 1998-2000

En los actuales momentos, donde impera la demanda de viviendas, sobre todo para los habitantes que perciben menos ingresos, el sector de construcción edilicia sigue siendo uno de los más restringidos del país. En los venideros años debe pensarse en la posibilidad de construcción por etapas, no sólo en lo que a vivienda respecta, sino en la planeación y dotación de infraestructura y hasta en las modalidades financieras, como más adelante se explica. A esta característica se suma el momento de reestructuración que vive el país, donde la descentralización debe enfocar la gestión local de vivienda de forma más participativa, integrando aspectos sociales, económicos, tecnológicos y ambientales.

Tabla 1:
Levantamiento de viviendas
construidas por el INAVI

Período	Nº familias prom. 4 hab.	Familias en habitación informal	Familias sin habitación	Número de viviendas construidas
I Período 1928-1945	616			2.465
II Período 1946-1958	9.909			39.639
III Período 1959-1974	79.492			317.976
IV Período 1975-1988	149.000			596.976
V Período 1989-1997	9.250			74.000
VI Período 1998-2000	18.750	768.112	795.037	75.000

Basado en cifras publicadas en el diario *El Nacional*, domingo 28 de enero del 2001, y en fuentes bibliográficas: *INAVI, 60 años de experiencias en desarrollos urbanísticos de bajo costo en Venezuela*, 1989.

De los primeros treinta años de la creación del B.O. quedaron experiencias, donde evolucionaron técnicas constructivas, materiales y producción de componentes que abrieron un nuevo panorama al campo de la industria edilicia en nuestro país. Por otra parte, se exploraron formas de solucionar el déficit habitacional que en muchos casos aunque fue aleccionador, ofrecieron la esperanza en la búsqueda de alternativas.

El panorama en los años que precedieron se ha visto muy comprometido por el aumento del déficit habitacional, la descomposición social, la poca capacidad de brindar respuesta de albergue en las distintas ciudades del país y la cada vez más burocratizada Ley de Política Habitacional.

1.2. Aspectos teóricos relacionados con la vivienda de bajo costo

La vivienda de bajo costo es el resultado en la que se ha visto involucrada la gran mayoría de las políticas de los gobiernos de casi todos los países del mundo, para dar la oportunidad de cobijo a las familias más precarias.

Los programas y planes de viviendas se inician en Venezuela a partir de 1928, pero no es hasta finalizada la Segunda Guerra Mundial cuando nuestro país acoge los criterios de racionalización tanto para la construcción de los espacios, como para la producción de materiales y componentes.

Entre 1949-1951: "La reducción de la forma al montaje de objetos y el análisis de las células en cuanto mínimo vital configuran la imagen de 'racionalidad' de las nuevas 'ciudades obreras'. Frente al caos metropolitano y la irracionalidad capitalista, las *siedlungen* caraqueñas cumplen su rol ideológico como ejemplos de organización, de higiene y moralidad, y de 'pacto social' promovidos por el régimen dictatorial" (López y García, 1989).

Entre 1951 -1955: El nuevo ideal nacional era "la transformación racional del medio físico", eso explica la desenfrenada política de inversiones y gastos en obras públicas emprendidas por la dictadura.

La vivienda hasta principios de los años 1980, se traducía en producir viviendas y urbanismos completos para los beneficiarios, pero con la crisis económica de los años sucesivos estos criterios se convirtieron en inapropiados por la mala calidad de lo que se ofertaba y la enorme demanda de vivienda se hizo cada vez menos satisfactoria.

De allí se ha extraído una lección aprendida de los mismos pobladores, como son la construcción de los barrios basados en una construcción progresiva de sus viviendas y en una consolidación en el tiempo de su habitación.

De ahí se han extraído criterios que se han puesto en práctica en algunos países de Latinoamérica y que se han denominado vivienda básica. Como lo explica Aprodicio Laquian: La vivienda básica es el proceso por el cual aun la más pobre de las familias puede tener acceso a una vivienda y a servicios según su capacidad económica. El principio fundamental de vivienda básica es el desarrollo progresivo. Es la idea de que el techo y los servicios pueden proveerse inicialmente en la forma más simple y económica. El conjunto puede después mejorarse por etapas, utilizando los recursos combinados de la gente, la comunidad, el gobierno y otras instituciones. En este proceso, la vivienda y los servicios que resultan obedecen a las necesidades básicas de la gente y a su capacidad inherente para cubrir tales necesidades, para lo cual cuentan con programas de asisten-



Proyecto de la casa Deltex, 1947.
Planta y alzados

cia oficial y aumento de los recursos personales y comunitarios, canalizando la energía popular más que obligando a otros individuos a conformarse con programas monolíticos preconcebidos.

Actualmente las dos formas más comunes de vivienda básica consisten en mejora comunitaria y lotes urbanos con servicios. Durante las dos últimas décadas han sido los dos enfoques más importantes de vivienda económica en todo el mundo. Los programas de viviendas de más de 100 países consisten actualmente en mejoras, de los lotes urbanos con servicios o en variantes de estos enfoques.

El sistema progresivo se basa en una dosificación diferencial del esfuerzo económico. Hay períodos de tensión máxima y fuertes desembolsos relativos. Pero hay períodos de bajos y nulos desembolsos. No están preestablecidos el tiempo, sino que se adaptan a las necesidades y posibilidades de cada familia.

En el sistema progresivo también pueden aparecer créditos y mucho más en el caso de la vivienda progresiva proyectada, pero suelen ser por montos relativamente pequeños y por plazos relativamente cortos. Para las viviendas de desarrollo no controlado esto puede significar una garantía no hipotecaria.

El rancho que va a transformarse en casa tiene una lógica constructiva diferente a la vivienda instantánea. Considérese que los estudios realizados para Caracas y Maracaibo le otorgan promedios al área del orden de 110 m² a las viviendas consolidadas y que éstas tienen cerámicas y porcelanas, rejillas decoradas, techos de tejas, etc. Además presentan una variedad mayor de tamaños y tipos que las viviendas proyectadas en desarrollos instantáneos.

De los programas de urbanismo modernos para viviendas de bajo ingresos, se ha recogido las siguientes características:

- La rehabilitación de desarrollos no controlados existentes (que significa intervenir en los barrios, modificar la estructura de la urbanización y proyectar o tecnificar el desarrollo progresivo de éstos en los casos aplicables). También asistir al desarrollo progresivo de las viviendas que existan en los barrios.
- La creación de nuevas urbanizaciones proyectadas de desarrollo progresivo, con viviendas también de desarrollo progresivo. Esta última es la política denominada de "lotes con servicios".

Los problemas tecnológicos y de aplicación asociados a la intervención proyectada en la vivienda básica de tipo progresivo incluyen no sólo los referentes a la edificación sino también los referentes a la urbanización. De allí la importancia del diseño urbano, de la arquitectura e ingeniería de la urbanización, como un capítulo relativamente independiente pero decisivo para la vivienda de bajo costo.

La progresividad de la urbanización suele referirse al orden de aparición de los servicios de infraestructura (usualmente vías, acueducto, electrificación, alumbrado público, cloacas, gas, teléfono) y a la evolución del nivel de cada uno de estos servicios de infraestructura.

Hay dos grandes cuestiones a resolver en la urbanización. En primer lugar la optimización del trazado general, que permite la optimización de los trabajos de infraestructura y la minimización de costos de construcción y de mantenimiento. En segundo lugar, el empleo de tecnologías adecuadas para las aplicaciones técnicas de la ingeniería de detalle que sobre la base anterior, permiten obtener los mejores resultados a los menores costos.

En todos éstos hay campos de investigación e innovación tecnológica insuficientemente explorados en Venezuela.

La consolidación o “endurecimiento” se refiere al mejoramiento en la calidad de la vivienda o de los espacios que la constituyen, sea por la evolución de componentes existentes, sea por sustitución de componentes o sea por añadidura de nuevos componentes en espacios preexistentes. Ambos procesos, la progresividad y la consolidación, caracterizan a la vivienda progresiva.

Es necesario realizar un mínimo de acotaciones que se estiman importantes a considerar en el diseño de viviendas progresivas. En la concepción de las viviendas se ha venido empleando dos enfoques complementarios: de un lado, el análisis dimensional de actividades, racionalización y sistematización para los requerimientos cuantitativos de espacios. Del otro, el estudio de los patrones de vida para los requerimientos cualitativos o de la naturaleza de los espacios integrantes de la vivienda y algunas de sus características. Todo esto es necesario en la medida en que el proyectista no mantiene relaciones directas con cada usuario y trabajan para una especie de cliente genérico.

De las tipologías de viviendas, de las características de sus espacios y de la racionalización de su progresividad puede extraerse un buen número de problemas técnicos a resolver dentro de las tecnologías industrializadas que se propagan para la vivienda progresiva de bajo costo (Cilento, 1999).

Según Cilento (1999), en las formas de intervención de la tecnologías industrializadas en la producción de viviendas progresivas de bajo costo, vale la pena referir dos formas principales:

- Una forma general es la de los sistemas más o menos integrales que resuelven el conjunto de los componentes fundamentales de la vivienda: la estructura portante, los cerramientos fijos, la cubierta y el entrepiso. Este enfoque, aplicado a la vivienda progresiva de bajo costo, está condicionado a tener que ofrecer a los usuarios, durante un tiempo muy prolongado, pequeñas cantidades de componentes, con facilidades de obtención similares a la de los materiales y componentes de las técnicas tradicionales.
- La otra forma general de intervención de las tecnologías industrializadas en la producción de viviendas progresivas de bajo costo, es a través de componentes relativamente compatibles con otras técnicas constructivas y que resuelven problemas específicos de la vivienda. Ésta es la forma que corresponde al fondo de la propuesta que en Venezuela se ha llamado Programa de Incentivos en la Producción y Comercialización de Materiales y Componentes para el Hábitat Popular (PROMAT), realizada por investigadores del IDEC-FAU-UCV. La forma más perfecta de comercialización sería en el mercado abierto, junto a los materiales y componentes tradicionales.

Existe otro programa posterior al PROMAT, donde se involucra a un nuevo actor, la actuación de las propias comunidades: Programa Experimental de Gestión Habitacional Local PEGHAL. El PEGHAL se plantea con enfoque integral donde se articulan las distintas fases de gestión con un manejo congruente de



19

los lineamientos y políticas que contiene el Estado hacia el problema deficitario de vivienda. Entre sus objetivos se encuentra:

- Organizar a las comunidades a fin de participar en todo el proceso de desarrollo de su hábitat.
- Que el diseño urbanístico responda a distintos niveles de organización (gubernamental, empresarial y comunitaria).
- Uso de tecnologías constructivas que permitan la construcción por etapas y el mejoramiento progresivo, tanto de las viviendas como del urbanismo.

2. La producción de la vivienda de bajo costo

A continuación se presentan dos visiones para la producción de viviendas de bajo costo, con la finalidad de encontrar las vertientes que se complementan en ambos enfoques. El primero de ellos es el trabajo realizado por Alberto Lovera y Lourdes Meneses. *Diseño y evaluación económica - financiera para proyectos de urbanizaciones del hábitat popular* (1991).

De allí se han extraído las siguientes consideraciones:

“Sólo si se da una articulación entre la actividad de diseño y de evaluación económica-financiera, pueden cumplirse los objetivos trazados en los proyectos de urbanización y vivienda para los sectores de bajos ingresos”.

- La vía es la del cambio tecnológico introducido en el proceso de diseño y construcción, fundamentado en su organización, de manera tal que haga más eficiente u optimice el uso de la tierra, los requerimientos del capital constante (maquinarias y materiales) y el flujo financiero requerido en las operaciones.
- Uno de los problemas con que se ha topado los proyectos de urbanización de terreno y construcción de viviendas para los sectores de bajos ingresos es que su resultado final da lugar a unos lotes y a unas viviendas cuyos costos excluyen a sus destinatarios originales o implican unos montos de subsidio de tal magnitud que no pueden pasar de la experiencia piloto a la producción masiva.
- Se sostiene que haciendo ciertas innovaciones en la actividad de diseño pueden lograrse niveles de confort y calidad en los lotes y viviendas producidas aun en los programas de viviendas de construcción progresiva.
- Entre 1979 y 1984 el Estado promovía la construcción de 32.873 viviendas por año y el sector empresarial privado 37.926 viviendas por año. Los pobladores de los barrios produjeron en ese lapso un promedio anual de 69.136 viviendas.

De la producción espontánea a la producción planificada

- La ocupación espontánea de terreno sin acondicionamiento previo acarrea derivaciones posteriores: dificultad de dotación de servicios infraestructurales con el barrio ya construido, lo que implica dificultades técnicas y costos más elevados que cuando se realiza en un terreno virgen.

- Deterioro de los terrenos por carencia de los servicios básicos que conlleva a la meteorización de los mismos por la filtración de aguas negras, convirtiendo terrenos aptos para la construcción en terrenos sometidos a continuos deslizamientos y derrumbes, por no haberse actuado a tiempo en la dotación de redes básicas de servicios infraestructurales (cloacas, drenajes, etc.).

Urbanizaciones para la construcción progresiva de viviendas

- Se le ha dado creciente importancia a los programas de construcción progresiva de la vivienda, como forma de aliviar el déficit habitacional y darle acceso en terrenos previamente acondicionados.
- En estos programas se parte de la idea de dotar a la familia de un lote de servicios mínimos.
- En otro caso, se dota del terreno y de una vivienda núcleo que sirva como punto de partida de una vivienda que irá creciendo y mejorándose con el tiempo.

Necesidad de innovaciones para el hábitat popular

Necesidad de innovar en el diseño de las urbanizaciones y viviendas a construir en el sistema de evaluación económica-financiera de su viabilidad, así como en la relación de ambos, de manera que los objetivos y destinatarios de los programas de viviendas puedan compatibilizarse con los recursos disponibles asignados a ellos y un nivel aceptable de recuperación de la inversión para que se convierta en programas masivos de viviendas.

Metodología

Etapas del proceso de diseño que se propone:

Etapa 1: Elaboración de un programa tentativo.

Etapa 2: Identificación de parámetros urbanos de la zona donde se ubica el proyecto.

Etapa 3: Identificación de los parámetros del área a desarrollar.

Etapa 4: Identificación de la vialidad principal y de los accesos al sitio del proyecto.

Etapa 5: Definición de la vialidad primaria del área del proyecto.

Etapa 6: Identificación de las zonas de mayor potencial comercial y precio del suelo en el área del proyecto.

Etapa 7: Definición de áreas para usos no residenciales.

Etapa 8: Definición de las líneas de circulación secundaria de vehículos y personas.

Etapa 9: Determinación de la dirección de los drenajes.

Etapa 10: Definición del proyecto completo.

Para determinar la factibilidad económica-financiera se mide en dos instancias:

- Determinar los niveles de precio que pueden pagar los compradores.

- Establecer cómo actúan los diferentes factores que intervienen en el proceso de adquisición y su importancia (tasas de interés, plazos de pago, vida útil, etc.).

En este estudio presentado por Lovera y Meneses, es importante destacar el énfasis puesto en el factor innovación tecnológica en el diseño de la producción de vivienda. Sin bien es muy cierto que este esfuerzo daría beneficios en los resultados, vale la pena también tomar en cuenta los aspectos que se estudian bajo una visión cualitativa.

Un estudio cualitativo para la comprensión del significado de la vivienda en una comunidad específica. Barrio El Nazareno, Casalta III, Caracas (1995): Edgar Aponte. En este trabajo se presenta la preocupación de las condiciones socioculturales de la vivienda, de su sentido y significado para los grupos e individuos específicos que la habitan. De aquí se extrae lo siguiente:

Los resultados de esta investigación se presentan para tratar de entablar un diálogo entre los diseñadores, tendente a considerar nuevas variables en proceso de diseño de las viviendas.

El concepto de vivienda nace y se desarrolla en cada comunidad específica y no se trata de un concepto estándar que puede ser usado por los diseñadores como universal o fácilmente aplicable a cualquier otra comunidad.

Es conveniente no seguir considerando la vivienda tan sólo como un objeto de mercado, como una solución técnica constructiva, como un producto geométrico, abstracto. De poco vale resolver el problema de la cantidad, si los espacios construidos no satisfacen las exigencias de quienes las habitarán.

La estética de lo homogéneo ha sido desarrollada en los tiempos modernos como la única belleza posible. Hemos concebido viviendas y urbanizaciones tratando de igualar a todos los individuos que en ella habitarán.

Generalmente se habla de la posibilidad de bajar costos en la producción, en el montaje, etc., pero del poco esfuerzo que se realiza en tratar de hilvanar estas propuestas a la semántica de los individuos involucrados.

De lo recogido anteriormente se puede plantear soluciones que estén complementadas a través de técnicas cuantitativas y soluciones cualitativas. A este respecto podríamos nombrar un ejemplo, como lo puede ser la tecnología aplicada en componentes para viviendas: se puede hablar de desarrollo tecnológico con aplicaciones específicas, donde la intervención de las comunidades tengan acceso en la solución de problemas específicos.

De esta misma manera ocurre con el diseño de los urbanismos y programas de viviendas, es necesario en la medida que se avanza en técnicas e innovación tecnológica, contar con el apoyo de las comunidades en la construcción de su hábitat a través de una gestión local. Este concepto organizativo se corresponde con el cambio de paradigma tecnológico que se está dando en la actualidad de manera global y permite incluir la filosofía del desarrollo sustentable. El desarrollo sustentable contribuye a la construcción de este nuevo paradigma, que para el caso de la construcción debe estar relacionado con un contexto descentralizado, de aplicación local y donde las soluciones son específicas. Esta visión es importante, porque en un momento donde la globalización tiene tanto predominio, en nuestro país la balanza del crecimiento poblacional debe estar equilibrada con el uso de nuestros recursos naturales.

Con respecto a esto se encuentra el uso de tecnologías apropiadas tomando el término de la I Conferencia Mundial del Hábitat: (“es importante puntualizar aquí, que este concepto sólo tiene sentido en el contexto de unos objetivos sociales, políticos y económicos muy bien definidos”. Como lo aclara Curiel (1998), dentro de los atributos del uso de las tecnologías apropiadas se sintetiza lo que expone el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: “Satisfacer las necesidades básicas del hombre de los asentamientos humanos; lograr un ordenamiento progresivo del territorio; absorber el mayor número posible de insumos locales; bajo costo de producción y mantenimiento; compatibilidad con el medio ambiente y sus exigencias ecológicas, sociales y culturales; potencial de desarrollo para adaptarse gradualmente a las necesidades cambiantes de una sociedad en evolución; capacidad de convivencia con tecnologías más complejas; y la capacidad de difusión que asegura la apropiación social de los beneficios generados por la innovación tecnológica” (Curiel, 1998).

No es posible seguir manejando el concepto masivo y homogeneizador para el diseño y planificación de viviendas puesto que no nos estamos dirigiendo hacia unos usuarios homogéneos, ni uniformados. Tampoco es conveniente a nivel productivo, plantear un mismo modelo repetitivo, que se encarece en transporte, en calidad y que no se adapta a técnicas más cónsonas y apropiadas a cada localidad.

Entonces retomando hacia dónde debe estar dirigido el desarrollo sustentable, –para nuestro caso, la ejecución de planes de viviendas– se comprende que debe estar planificado con niveles de especificidad para cada comunidad, donde a su vez la participación de estas comunidades desde distintos ángulos es fundamental para el futuro desarrollo. Por otra parte, la comprensión del uso de tecnologías apropiadas en cada caso es igualmente fundamental para garantizar y contribuir a aminorar el gasto energético, la utilización de técnicas que se pueden mantener en el tiempo, que no requieran altísimos mecanismos de especialización, ni de inversiones costosas en mano de obra importada, así como de materia prima.

2.1. Agentes involucrados en el desarrollo de la vivienda

2.1.1. Estado. A continuación se extrae algunas reflexiones importantes en lo que ha sido el desarrollo de la vivienda en Venezuela, del trabajo de Alfredo Cilento (1999), *Cambio de paradigma del hábitat*.

Desde que se profesionalizó la actividad de promoción de viviendas, el Estado pasó a jugar el papel de cliente-intermediario en el proceso de producción del hábitat, a través de la promoción y contratación de la construcción, de urbanizaciones, conjuntos de viviendas y edificaciones, con empresas constructoras privadas. De esta manera pasó a actuar como representante del interés colectivo, al igual que con las obras públicas en general. Pero la vivienda es un producto de consumo individual, mientras el resto de las obras civiles y de servicios son producto de consumo colectivo; por lo tanto, ese papel del Estado como supuesto representante o intérprete del consumo individual, rompió la milenaria tradición de que la familia construyera su propia morada, permitiendo la aparición de la vivienda-mercancía (Cilento, 1999).

En todas partes, las viviendas-mercancías, producidas con estímulos y desgravámenes, constituyeron una oferta homogeneizada alrededor



20

documentos

21



22



de un modelo de vivienda, casi arquetipal que, más que responder a las necesidades de la familia, supuestamente sujetos de la atención, representaba –y aún más hoy– una construcción que solamente buscaba cumplir, generalmente burlando las exigencias habitacionales mínimas, los límites de precios necesarios para recibir los beneficios o subsidios, directos o indirectos, acordados por el sector público. Y en esta tarea ímproba se concentran los esfuerzos de promotores, profesionales y autoridades, sin consideraciones de ningún tipo acerca de la calidad y habitabilidad de la “viviendas” producidas; es decir, no se diseña y construye para satisfacer las necesidades de las familias sino para cumplir con las reglamentaciones gubernamentales y financieras (Cilento, 1999).

Actualmente las recomendaciones han estado dirigidas a tratar de canalizar el problema de la vivienda a través de la descentralización. Aunque, como lo refiere Cilento, los elementos de este nuevo paradigma no son nuevos.

La creación de la Fundación para el Desarrollo de la Comunidad y Fomento Municipal (FUNDACOMUN) en 1962, que era además de creación de una nueva institución del poder nacional, la búsqueda de trabajo descentralizado, directamente con las comunidades.

Posteriormente en 1986 se crea el anteproyecto para la Ley de Política Habitacional. Para 1989 se incluye en esta ley el Sistema Nacional de Asistencia Técnica (SNAT) que actualmente instrumenta el CONAVI, a través de la creación de mecanismos de facilitación, que permitan la consolidación de una red de organizaciones intermediarias de vivienda (OCV). Pero hay que tener cuidado, un mecanismo de asistencia técnica como el propuesto, no puede funcionar sino desde abajo, con las oficinas locales y participación directa de la gente de las propias comunidades. Desde arriba se puede promover y facilitar, pero no se puede brindar la asistencia técnica.

Más recientemente se ha creado la Fundación Vivienda Popular (FVP), el Centro al Servicio de la Acción Popular (CESAP), la Fundación para el Desarrollo de la Economía Popular (FUDEP) y, más recientemente, Alemo y la Fundación Banca Hipotecaria (FBH) han comenzado a crear bases para un sistema de apoyo de las comunidades organizadas para afrontar no solamente los problemas de su hábitat inmediato, sino del mejoramiento integral de su calidad de vida.

2.1.2. Industria: la cuestión de la tecnología. A partir del desarrollo tecnológico que tomó la construcción en Venezuela por los años setenta hasta la crisis de 1983, el crecimiento tecnológico del subsector de la vivienda giró, casi exclusivamente, en torno a la adopción de “sistemas constructivos” y, más efectivamente, a través de la transferencia indiscriminada, vía importación, de técnicas de prefabricación, maquinaria y equipos sofisticados de construcción. Esta visión se correspondía con:

- La idea de la producción en gran escala
 - El concepto de la vivienda-mercancía
 - La centralización de la gestión de los contratos
 - La concesión de estímulos y desgravámenes
 - La manipulación política en la asignación de recursos, contratos, el trámite de avales, permisos, etc.
- Se llegó a pensar en la prefabricación integral como la gran solución, pero la prefabricación no es más que una técnica,

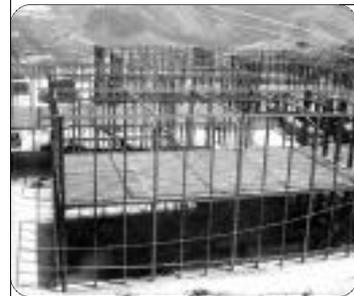
aprehensible y mutable, como todos los conocimientos técnicos y cuya importación y transferencia ciega no se correspondía con las reales necesidades, ni con las posibilidades de la ingeniería venezolana, para el logro de un desarrollo tecnológico propio en la construcción de viviendas.

- Viviendas frías. Finalmente todas las plantas de prefabricados fueron paralizadas y una gran mayoría de ellas se convirtieron en costosa chatarra, y en millonarios avales para créditos morosos cuya cancelación fue demandada a las instituciones avalistas del Estado por la falta de pago de empresarios fracasados, pero casi ninguno arruinado.
- Sincretismo tecnológico. Propicia la convivencia en las obras de productos y procesos tecnológicamente muy avanzados, producto de la gran industria, con materiales y tecnologías tradicionales mejoradas.
- Esto implica el desarrollo de nuevas tecnologías y optimización de las existentes; la innovación de nuevos materiales y componentes, mejoramiento de los materiales tradicionales, nuevas formas de organizar la producción, el reciclaje de residuos y desperdicios de procesos productivos y de la construcción, todo ello con el objetivo central de aprovechar los recursos existentes, particularmente a nivel local.
- El objetivo central de este enfoque tecnológico es el desarrollo de tecnologías asequibles y transferibles directamente a la comunidades organizadas, aprovechando y modernizando los conocimientos técnicos y materiales tradicionales.
- Estas tecnologías deben ser sustentables técnica y ecológicamente, y compatibles con la producción en pequeña y mediana escala.
- Ejemplos como los desarrollados por el arquitecto Fruto Vivas con la optimización del uso de materiales industrializados, como el acero, y la utilización ingeniosa y mejorada de materiales vernáculos y locales.
- Otro ejemplo es los que ofrece la Maestría en Desarrollo tecnológico de la Construcción, entre los que podemos citar ejemplos en mortero armado para la construcción de techos, viviendas en láminas metálicas, losas para fundación en arcillas expansivas, etc.

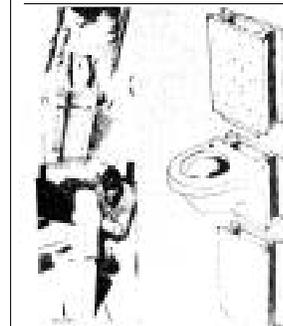
2.1.3. Financiamiento. Entre 1945-1958, la Junta Revolucionaria aprueba un decreto aportando la cantidad de 50 millones de bolívares al presupuesto del B.O. con objeto de que adquiriera terrenos para las construcciones inmediatas y futuras, facilite créditos a la clase media.

Entre 1959 y 1974 los programas de viviendas se comenzaron a establecer según los niveles de ingresos de los grupos familiares y el tamaño de las poblaciones atendidas. Se crearon mecanismos nuevos, como el Sistema de Ahorro y Préstamo, para contribuir con el Estado en materia financiera.

Tasa de interés, plazo en inflación. El mito del crédito de largo plazo, como un instrumento casi único de política habitacional, es una idea de



23



24

fuerte arraigo. Es una creencia casi generalizada que proviene de países con largos periodos de bajas tasas de inflación y consecuentemente de tasa de interés que no superan un dígito.

Bajo tal enfoque se trata de resolver el efecto tijera, entre costos y precios crecientes de las viviendas y pago decrecientes de las familias, alargando el plazo de cancelación y/o con fuertes subsidios a la tasa de interés. Lo cierto es que con intereses por encima de dos dígitos medios, y acercándose a tres, estas manipulaciones de ingeniería financiera, basadas en el subsidio de intereses, no tiene ninguna efectividad y, por el contrario, constituyen un mecanismo severamente regresivo: se subsidia más a los que más tienen; y favorece más a los pocos promotores mercantiles, que tiene acceso al crédito para construir, que a los compradores de viviendas.

Ley de Política Habitacional. En 1989, dentro de un ambiente inflacionario, se dictó la Ley de Política Habitacional, lo que de partida la hizo potencialmente ineficiente puesto que al centrarse su estrategia en el subsidio a la tasa de interés de los préstamos de largo plazo y para construir, con las condiciones prevaletientes, se genera una progresiva reducción de la efectividad de los fondos prestables.

El crédito al constructor. El otro componente es el crédito al constructor, que es un crédito de corto plazo: 3-5 años, generalmente, como en el caso de la LPH, con un elevado y severamente regresivo subsidio de intereses. La existencia de este tipo de financiamiento, que en ocasiones ha llegado a constituir el 90% del avalúo efectuado por la entidad financiera, permite que el promotor inmobiliario reduzca sustancialmente la cantidad aportada y consecuentemente el riesgo de la inversión propia. Una vez terminada la obra, el préstamo al promotor es subrogado proporcionalmente en los compradores, y el promotor queda liberado de las obligaciones correspondientes.

En estas circunstancias, el promotor inmobiliario mercantil, en un ambiente de presión de demanda, está fundamentalmente interesado en acceder al crédito, fuertemente subsidiado, para producir cualquier solución, que pueda ser rápidamente vendida.

Poco importa entonces, si las unidades producidas responden o no a los requerimientos del futuro comprador anónimo, y mientras haya compradores, la baja calidad de las viviendas no serán un obstáculo para la venta.

La opción de financiamiento de corto plazo. La gran lección de los constructores de los barrios es que las viviendas se consumen mientras se construye, es decir, que se construye en forma progresiva, en el largo plazo, en etapas sucesivas de corto plazo, lo que implica el uso de fondos provenientes de fondos de eventos económicos también de corto plazo: la vivienda germina con recursos obtenidos y cancelados en plazos muy cortos.

La política que debería ser progresivamente sustituida es la de subsidios indirectos a través de la tasa de interés y de alargamiento innecesario de los plazos de cancelación. En ambiente inflacionario, lo racional es subsidiar directamente a los compradores de menores ingresos, mediante la simple reducción del precio de ventas de las viviendas públicas o entregando un monto por cada vivienda generada por promotores sociales, exigiéndose un ahorro previo, de monto viable, a cada estrato de ingresos.

PROVIS: Programa para la formación del ciudadano. A cada familia se le diseña un plan de ahorro sistemático de acuerdo con sus posibili-

dades, el cual les permite manejar sus prioridades de gasto y alcanzar la meta. Además se exploran las capacidades de cada miembro de la familia para generar ingresos adicionales.

Uno de los objetivos básicos del PROVIS ha sido desarrollar un sistema de elegibilidad de beneficiarios en el que los postulantes obtienen un puntaje producto de sus condiciones socioeconómicas que determina las posibilidades de ser electo.

La ejecución del PROVIS se desarrolla bajo un esquema de descentralización, con una unidad central que coordina el programa, adscrita a la dirección de la presidencia del INAVI.

2.1.4. Dotación de tierras. La gran mayoría de los desarrollos llevados a cabo por el sector gubernamental ofrecen la vivienda, pero no la propiedad de la tierra. La idea de estabilidad para el usuario es ambigua, es transitoria. Tomamos unas referencias que hace la psicóloga Maritza Montero sobre el tema: "El valor de propiedad es un valor establecido, un valor presente en todos los habitantes de los barrios (por ende, en las viviendas de bajo costo); pero hay al mismo tiempo una gran confusión en las actitudes y creencias respecto a la propiedad: qué es mío y qué no es mío. Como habitante de un rancho hay una gran confusión desde este punto de vista, y esto tiene consecuencias conductuales; por una parte, las conductas de deterioro y, por otra, las conductas de conservación" (Montero, 1997).

Los métodos a utilizar deben orientarse entonces hacia el conocimiento del usuario "desconocido", tanto de las viviendas como de los desarrollos urbanísticos. Esto aunque parezca contradictorio, tiene sentido cuando en el diseño prevalecen características y determinantes locales. Así pues, pareciera que los planteamientos debieran originarse desde determinantes como la propiedad de la tierra, viviendas flexibles en su crecimiento, comprensión de la composición de las familias, materiales y componentes adecuados al entorno, clima, medios de construcción y calidad de los mismos, medios de transporte con los centros de trabajo.

3. Política del Estado en relación con la vivienda de bajo costo

3.1. Ley de Política Habitacional

Creada en el año 1989. Esta ley consta de 56 artículos: 12 sobre disposiciones generales, 16 sobre financiamiento, 7 sobre estímulo, 4 sobre el Fondo de Garantía, 8 acerca de la creación del Consejo Nacional de la Vivienda y el resto sobre normas de operación, sanciones y disposiciones finales.

La vivienda popular y su construcción (arquitecto Carlos Reimers)

Cuando hablamos de financiamiento, resulta difícil pensar en una política financiera de vivienda que pudiera asistir a una mayoría de la población, como de hecho no ha resultado con la Ley de Política Habitacional. En cambio, si se pensara en generar políticas financieras quizás menos amplias, pero que abarcaran casos más típicos o propios de lugares específicos, probablemente se produciría una aproximación al éxito de esas políticas. De forma similar existe gran consenso respecto a la construcción progresiva de viviendas, y yo mismo creo que es una de las técnicas

o métodos que mejores resultados han tenido tanto en Venezuela como en muchos países del mundo.

Financiamiento (Alfredo Cilento, 1999)

El problema del financiamiento de la vivienda en nuestro país va a demorar. Caracterizado por altas tasas de interés y altas tasas de inflación.

Lógicamente la política habitacional debe estar enmarcada dentro de la estrategia nacional de desarrollo contenida en el "Plan de la Nación" y como tal se concretará en un Programa del Plan Nacional. Se desarrollará en función de las directrices del Plan Nacional de Ordenación del Territorio, dentro del supuesto de que tal plan de ordenamiento llegue a concretarse en líneas concretas de acción, en materia de ocupación del territorio. En tal caso debe dar prioridad a los programas de dotación de tierras en aquellas localidades clave para la desconcentración industrial y descentralización de actividades, igualmente para aquellas sujetas a presiones migratorias internas (Cilento, 1999).

Autogestión de la producción de viviendas con financiamiento de corto plazo.

Un programa de largo plazo (Alfredo Cilento, 1988)

La propuesta se dirige a construir en el largo plazo con financiamientos sucesivos de corto plazo, con lo cual se elimina el crédito de largo plazo, se economizan intereses y se aumenta la velocidad de rotación de los capitales de préstamo. Esta posibilidad reduce la vulnerabilidad de las instituciones financieras que deben financiar en el largo plazo con captaciones de corto plazo. El sacrificio está en que la vivienda debe ser desarrollada en forma progresiva en un período de 8 a 15 años.

Se parte de la entrega de una parcela mínima de terreno con la "célula base" de la vivienda, que constituye un crédito inicial de corto plazo, una vez cancelado el anterior. La célula base puede ser el núcleo inicial de la vivienda o cualquier otra forma de diseño y sistema constructivo que se adopte, siempre en función de la idea de urbanización y construcción progresiva. El programa se complementa con la creación del Ahorro Habitacional Obligatorio, un Servicio Nacional de Asistencia Técnica y el Desarrollo de un Programa de Incentivos a la Producción y Comercialización de Materiales y Componentes para el Hábitat Popular.

Se trata entonces de encontrar un mecanismo que permita reducir el monto y el plazo de los préstamos y de alargar el período de construcción de las viviendas. Se trata, pues, de un programa de desarrollo continuo que implica la habilitación de tierras y la construcción progresiva de tierras.

4. Conclusiones

La realización de viviendas que no satisfacen la demanda de la mayoría, así como la autoconstrucción cada vez mayor por el sector informal, inclina a pensar que la permanencia en el mercado de los insumos para la construcción depende de su utilización por etapas en la vivienda; la reducción

de desperdicios de material; la posibilidad de un desembolso por etapas por parte del usuario. Estos aspectos trascienden al desarrollo, producción y comercialización de los componentes, los cuales deben incorporar características innovadoras y/o de adaptación.

Este cambio implica un manejo más amplio de los criterios con que se desarrolla la actividad productora de componentes. Con ello se favorecería el desarrollo tecnológico de la construcción, y esto daría un camino para lograr cumplir con los requerimientos de habitación de más de tres cuartas partes de la población venezolana.

Hacia la realización de programas y proyectos por parte de las organizaciones gubernamentales, se inicia un cambio en el desarrollo y construcción de los urbanismos y viviendas, para su construcción progresiva. Esta característica ha sido demostrada en forma efectiva por los mismos pobladores y de alguna manera responde a una situación económica bastante constreñida que mantiene Venezuela desde hace varias décadas. Esto ha generado la construcción por etapas de las viviendas. Sin embargo, este cambio apenas se está proponiendo por parte de algunos profesionales, y el camino para conducir tal filosofía debe estar dirigido hacia la rama industrial, que produce componentes para viviendas, hacia las organizaciones gubernamentales y hacia el resto de los profesionales ligados al ámbito de la vivienda.

Motivar a las alcaldías conjuntamente con las comunidades para hacer marchar planes que resuelvan los problemas de vivienda inherentes a cada región. Hablar de tecnología constructiva, debe estar mucho más ligada a la búsqueda de lo apropiado y lo apropiable de los materiales y componentes de la construcción. "El carácter sustentable de las innovaciones tecnológicas en nuevos materiales, componentes y técnicas constructivas tiene que ver, al menos con la descentralización como ideología de la sociedad, con la eficiencia en el uso de los recursos no renovables y el reciclaje de residuos valorizables para su re-uso como materiales básicos e insumos para la construcción. Se refiere a una visión integral que implica el estudio del ciclo de vida, en concordancia con una forma de sincretismo tecnológico que propugne la convivencia de materiales y técnicas de producción en gran escala, con materiales y técnicas constructivas de pequeña escala para la producción descentralizada a nivel local. En ambos casos el objetivo es hacer más usando menos" (Cilento, 1996). A pesar que como ideología el tema del sincretismo ha sido tratado desde los años sesenta, en los actuales momentos se encuentra vigente para ser aplicado en los países menos desarrollados y Venezuela no escapa a ello.

Quisiera culminar el tema tomando como reflexión la siguiente cita: "El más aterrador estado de la incomunicación y falta de diálogo entre los hombres y grupos que hacen la sociedad, la más desgastadora sectorialización espacial que atropella a sus habitantes por la exagerada demanda de tiempo para el desarrollo de las diversas actividades de la vida cotidiana, y la más deprimente distribución espacial que evita y controla el acceso de determinados grupos a vastas zonas de la ciudad, hace que nos preocupemos aún más por alternativas y estrategias que permitan aportar a un desarrollo democrático del hecho urbano y a una cualificación del mismo" (Echeverría, 1987).

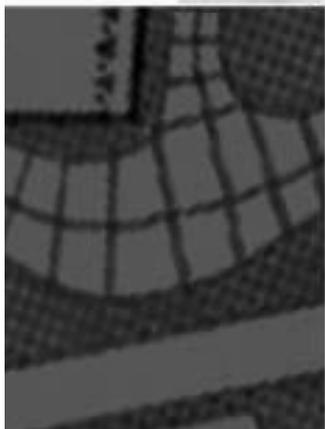
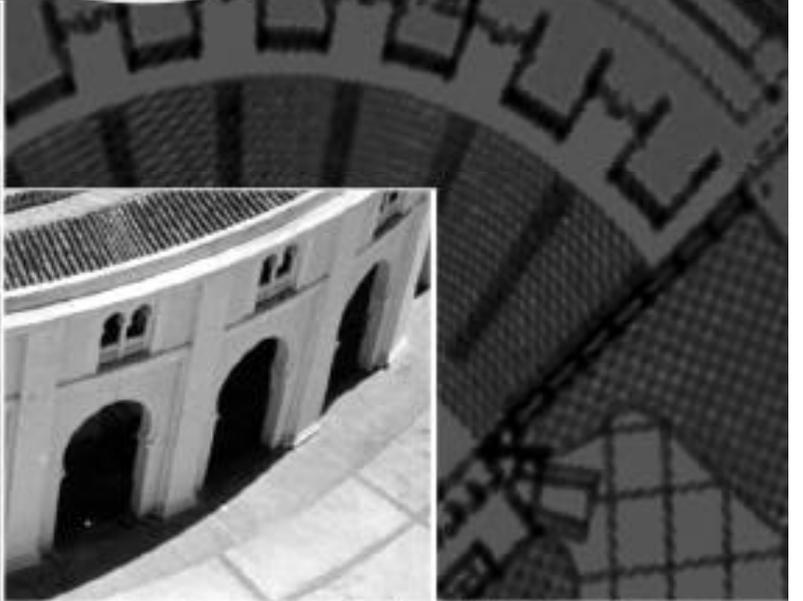
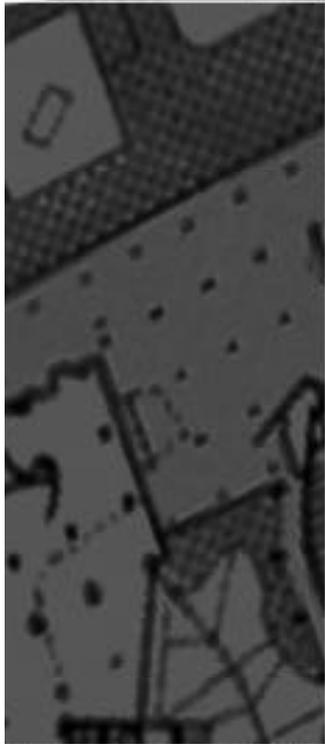
5. Bibliografía

- ASOCIACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN EN VIVIENDA, LEOPOLDO MARTÍNEZ OLAVARRÍA(ALEMO). 1995. *PEGHAL / Programa Experimental de Gestión Local*. Caracas.
- BOLÍVAR, Teolinda. 1994. "La autourbanización y la autoconstrucción en la producción de las ciudades latinoamericanas. Piezas para armar una crítica". Revista *Tecnología y Construcción*, vol. 10 (II).
- CASTRO Raquel. 1989. *Del barro al acero. Experiencias de Fruto Vivas*. Edición de la CVG-Siderúrgica del Orinoco, C.A.
- CILENTO, Alfredo. 1988. "Autogestión de la producción de viviendas con financiamiento de corto plazo, un programa a largo plazo". Revista *Tecnología y Construcción*, vol. 4, Caracas.
- CILENTO, Alfredo. 1996. "Sincretismo e innovación tecnológica". Revista *Tecnología y Construcción*, nº 12. Caracas.
- CILENTO, Alfredo. 1999. *Cambio de paradigma del hábitat*. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico-Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Caracas.
- CURIEL Ernesto. 1998. El desarrollo integral de los asentamientos rurales. *Tecnología y Construcción*, 14-II. IDEC- FAU-UCV, p. 42. Caracas.
- ECHEVERRÍA, María Clara, 1987. La investigación del hábitat. Revista *Tecnología y Construcción*, vol. 3. Caracas.
- ESCALA. 1993. "Vivienda económica". Revista *Escala*. Paquetes temáticos. Vol. 2/10. Bogotá.
- FUNDACOMUN-ILDIS-CORDIPLAN. 1979. *La vivienda en América Latina*. Edición a cargo de Humberto Pereira. Caracas.
- HOBAICA, Marilen/Bello, Sonia. 1989. "Políticas y decretos para la construcción de viviendas". *Tecnología y Construcción*, nº 5. Caracas.
- INAVI. 1989. *60 años de experiencias en desarrollos urbanísticos de bajo costo en Venezuela*. Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas.
- LAQUIAN, Aprodicio. 1985. *Vivienda básica. Política sobre lotes urbanos, servicios y viviendas en los países en desarrollo*. Ottawa, CIID.
- LÓPEZM. y García, N. 1989. "Esquema histórico del Banco Obrero, 1928-1958". *Revista del Colegio de Arquitectos de Venezuela*, nº 52. Año 3, diciembre/enero, Caracas.
- LOVERA Alberto y MENESES Lourdes. 1991. *Diseño y evaluación económica-financiera para proyectos de urbanizaciones del hábitat popular*. Ediciones CDCH- UCV. Caracas.
- HOBAICA, María Elena y CEDRÉS DE BELLO, Sonia. 1986. El confort y la calidad de las edificaciones. Revista *Tecnología y Construcción*, vol. 2, Caracas.
- MINDUR. 1976. Programa de Incentivos en la Producción y Comercialización de Materiales y Componentes para el Hábitat Popular, PROMAT. Caracas.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL. DIRECCIÓN DE SALUD PÚBLICA. DIVISIÓN DE MALARIOLOGÍA. 1987. "Vivienda sana". CONICIT.
- MONTERO, Maritza. 1997. En Bolívar, Teolinda et al. *Barrios y propiedad de la tierra. Una discusión*. Publicación auspiciada por la Asociación Civil Encuentro por la Rehabilitación de los Barrios del Tercer Mundo. Caracas.
- MORENO, Alejandro. 1995. *El aro y la trama. Episteme, modernidad y pueblo*. 2da. Edición. CIP, Caracas.
- PÉREZ, Carlota. 1998. *Desafíos sociales y políticos del cambio de paradigma tecnológico*. Centro Gumilla. Caracas.
- VILLANUEVA, Federico. 1991. "Vivienda progresiva". Mimeo, Caracas.
- WIESENFELD, Esther. 1995. *La vivienda: su evaluación desde la psicología ambiental*. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas.
- WHOLE Earth Catalog. 1980. Soft Technology. England.

Fuentes de imágenes

1. Inside the Bauhaus. Howard Dearstyne. Plan for housing combining high - rise apartments and single - family dwellings, by an unidentified student of Hilberseimer. Edited: David Spaeth. New York. pp. 217.
2. Revista *La calle es libre*. Karusa y Monika Doppert. Ediciones Ekaré. Banco del Libro. Segunda edición. 1983. Caracas.
3. Revista *La calle es libre*. Karusa y Monika Doppert. Ediciones Ekaré. Banco del Libro. Segunda edición. 1983. Caracas.
4. INAVI (1989). *60 años de experiencias en desarrollos urbanísticos de bajo costo en Venezuela*. Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas.
5. INAVI (1989). *60 años de experiencias en desarrollos urbanísticos de bajo costo en Venezuela*. Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas.
6. INAVI (1989). *60 años de experiencias en desarrollos urbanísticos de bajo costo en Venezuela*. Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas.
7. INAVI (1989). *60 años de experiencias en desarrollos urbanísticos de bajo costo en Venezuela*. Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas.
8. "Cien Años de Villanueva". Revista *Entre Rayas*, nº 33, septiembre 2000. Caracas, p. 53.
9. Vista de la Casa de Armco, barrio Metoquina , Guanta, 1947. //En *Tecnología y Construcción*, 13-1. 1997. Alfonso Arellano. *Las primeras experiencias de prefabricación de la vivienda popular en Venezuela: 1945-1948*.
10. INAVI (1989). *60 Años de Experiencias en Desarrollos Urbanísticos de Bajo Costo en Venezuela*. Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas.
11. INAVI (1989). *60 Años de Experiencias en Desarrollos Urbanísticos de Bajo Costo en Venezuela*. Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas.
12. INAVI (1989). *60 años de experiencias en desarrollos urbanísticos de bajo costo en Venezuela*. Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas.
13. Beatriz Hernández.
14. Beatriz Hernández.
15. INAVI (1989). *60 años de experiencias en desarrollos urbanísticos de bajo costo en Venezuela*. Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas.
16. Revista *La calle es libre*. Karusa y Monika Doppert. Ediciones Ekaré. Banco del Libro. Segunda edición. 1983. Caracas.
17. INAVI (1989). *60 años de experiencias en desarrollos urbanísticos de bajo costo en Venezuela*. Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas.
18. Proyecto de la casa Deltex. 1947. Planta y Alzados. //En *Tecnología y Construcción*, 13-1. 1997. Alfonso Arellano. "Las primeras experiencias de prefabricación de la vivienda popular en Venezuela: 1945-1948".
19. Escala (1993). "Vivienda Económica". Revista *Escala*. Paquetes temáticos. Vol. 2/10. Bogotá.
20. *El Nacional*, domingo 10 de diciembre del 2000. "Gestión del Inavi 2000".
21. Beatriz Hernández.
22. Beatriz Hernández.
23. *Del barro al acero. Experiencias de Fruto Vivas*.
24. *Del barro al acero. Experiencias de Fruto Vivas*.

U U U



AAU

Patrimonio Universitario

Reporte de la Sesión XXIV del Comité Cairns, Australia
CRITERIOS (i) (iv)

CRITERIO (i):

La ciudad Universitaria de Caracas es una obra maestra del urbanismo, el arte y la arquitectura moderna, creada por el arquitecto venezolano Carlos Raúl Villanueva y un grupo de distinguidos artistas de vanguardia.

CRITERIO (iv):

La ciudad Universitaria de Caracas, construida según proyecto del arquitecto Carlos Raúl Villanueva entre 1940 y 1960, es claro ejemplo del Movimiento Moderno en Arquitectura. El campus de la Universidad está integrado por un conjunto de edificaciones y funciones claramente articulados, incluyendo obras maestras, arte y arquitectura moderna, como el Aula Magna con sus "Nubes" de Alexander Calder, el Estadio Olímpico y la Plaza Cubierta.



30 denoviembre de 2000
Centro de Patrimonio Mundial
UNESCO
Convención de Patrimonio Mundial



Patrimonio Mundial



La Ciudad Universitaria de Caracas. Patrimonio Mundial

La Ciudad Universitaria de Caracas fue declarada Patrimonio Mundial en la reunión anual del Comité Mundial de Patrimonio de la UNESCO, celebrada en Cairns, Australia, el día 30 de noviembre de 2000.

El trabajo de postulación de la Ciudad Universitaria como Patrimonio Mundial fue desarrollado por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Por ello este reconocimiento tiene un carácter histórico para el país y para nuestra universidad.

Como parte de la comunidad ucevista y caraqueña, todos debemos asumir este compromiso, que representa no sólo un enfoque integral de preservación y conservación de nuestro campus, sino que requiere de los usuarios un modelo de gestión para acrecentar los valores patrimoniales, ahora mundialmente reconocidos.

El propio arquitecto Carlos Raúl Villanueva se refirió a la Ciudad Universitaria expresando: "Ha nacido un nuevo espacio, una nueva sensación espacial muy distinta en su contenido, más dinámica, más activa, más humana. En una gama rica y potente expresa características propias que son: elasticidad, movimiento, continuidad y dinamismo".

El profesor Juan Pedro Posani ha dicho: "El valor y la importancia de este conjunto arquitectónico es tal que obliga a una doble reflexión y crítica artística y cultural y de método de comportamiento social.

El país debe asumir la tarea de descubrir en esta obra maestra de Carlos Raúl Villanueva, las lecciones de diseño arquitectónico que ella contiene.

Y formada ya una clara conciencia pública de su proyección, debe reflejar sus oportunas consecuencias en el plano de las medidas necesarias para su conservación.

...Vivir y trabajar en un monumento conlleva sin duda un comportamiento individual y colectivo que tome muy en cuenta la originalidad del monumento, su irrepetibilidad y el grado de relativa fragilidad. La Ciudad Universitaria es un monumento vivo, del cual hay que conservar su excelencia original".

Esta magnífica obra del maestro Villanueva es el mejor ejemplo del planteamiento urbano moderno sincronizado con una verdadera "síntesis de las artes".

Maruja Rivas





¿Por qué es única en el mundo?



Por la síntesis de las artes. Carlos Raúl Villanueva llevó hasta sus últimas consecuencias la utopía de la modernidad en una experiencia de museo abierto plenamente integrado a la ciudad. Esto permitió a un nutrido número de artistas modernos nacionales y del mundo avanzar en el proyecto abstracto de integración de las artes a las formas arquitectónicas, como en ningún lugar de Occidente.

ella todo tiene el mismo valor: obras de arte, senderos, edificios, estacionamientos, jardines. Las especies vegetales han sido previstas con la misma importancia que las creaciones artísticas. Son tan importantes las nubes de Calder como la fila de los chaguaramos.



Por lo que atesora. Es el arca de cincuenta edificios y más de cien obras de arte de valor nacional e internacional. Ellos documentan y forman parte de un momento culminante de la cultura latinoamericana.

Por su indagación tecnológica. De 1945 a 1960 su recinto fue laboratorio de una experimentación estructural centrada en el concreto. Prueba de ello son las cubiertas de los corredores, las estructuras ingrávidas para el Estadio Olímpico o las megaestructuras para la cubierta del Aula Magna. Allí se ensayaron propuestas e indagaciones que fueron base de estudios posteriores.

Esto comprobó la capacidad de la propuesta funcionalista como recinto habitable.

Por su capacidad de ser actual y geográfica. Adaptó todos los postulados del período heroico de la teoría moderna internacional a un país y a una ciudad netamente tropical.

Por su unidad espacial. La ciudad universitaria es una estructura indivisible. En ella, el paisajismo, las áreas verdes y la construcción se conciben como unidad, lo que dota de fuerza a la composición y al sentido de totalidad. En

Por su poética funcionalista. A lo largo de sus corredores, jardines y edificios se integraron los postulados teóricos de la ciudad racional (pensada por la modernidad) de modo orgánicamente fluido entre la escala humana y la nueva escala que imponía el automóvil.

Porque la realizó Carlos Raúl Villanueva. Es una obra integral y de autor, en la que a pesar de las infinitas colaboraciones presentes, la huella del primer artífice de la arquitectura venezolana y continental queda reseñada como una de las aventuras más interesantes y con vocación de grandeza del arte moderno del siglo XX.

William Niño Araque

Texto extraído de *Medio Informativo*, febrero de 2001
número 07 / año 04. UCV-FAU

XIX Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción

En el marco de la celebración de los veinticinco años de la fundación de nuestro instituto (1975-2000) se realizaron del 8 al 10 de noviembre de 2000, las decimonovenas Jornadas de Investigación del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, en el salón 104 de postgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. El evento fue organizado por el instituto y contó con el apoyo económico del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV.

La temática de estas jornadas centró sus exposiciones en el tema de discusión "Tendencias Técnicas en la producción de Edificaciones", entendiéndose como producción todos los procesos involucrados, como son: planificación, diseño, construcción, remodelación, innovación, etc.

La convocatoria de este año permitió reunir 15 trabajos de investigadores y profesores del instituto y de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, además de contar con la asistencia de tres empresas del sector de la construcción.

Los trabajos expuestos en los dos primeros días de las jornadas fueron:

- "Sistemas mixtos de esqueletos metálicos y mampostería para viviendas de interés social"
Prof. Domingo Acosta
- "Adecuación de edificaciones preescolares"
Prof. Ute de Romero
- "El acero en el diseño y producción de edificaciones"
Ing. Gladys Maggi
- "Construcción de un simulador de viento y primeras pruebas"
Prof. Luis Rosales
- "Las políticas de vivienda en Latinoamérica. Entre la inercia y el cambio"
Soc. Alberto Lovera
- "Proyecto 10x10. Venezuela"
CYTED-CONAVI-IDEDEC. Prof. Milena Sosa;

Ing. Idalberto Águila; Arq. V. Vivas; Arq. A. Lugo y Arq. Mary Ruth Jiménez

- "x,y,z"
Prof. Antonio Conti
- "Fundamentos geométricos del arco semielipsoidal triarticulado"
Arq. Rafael Páez
- "Revista Tecnología y Construcción. Proceso de producción"
Lic. Michela Baldi
- "La auditoría de edificaciones. Una contribución a la zonificación y diseño de políticas urbanas de reducción de riesgos"
Prof. Jesús Delgado
- "El diseño y la construcción de viviendas temporales para damnificados"
Prof. Luis Polito
- "Código nacional de habitabilidad para la vivienda y su entorno"
Ing. Geovanni Siem; Arq. Ma. E. Sosa; Prof. Pascualini C.; Prof. Gimaldi L., Prof. Sorovnik J.
- "Proyecto de técnicas de reducción del gasto energético"
Arq. M. E. Sosa; Arq. M. E. Hobaica; Prof. Rosales Luis; Prof. Reyes C. Rojas; Prof. Hernández M.
- "Integración de sistemas pasivos de acondicionamiento térmico de edificaciones en Venezuela"
Arq. M. E. Hobaica
- "Evaluación de las aplicaciones comerciales de la tecnología SIPROMAT en Venezuela durante el período 1997-1999"
Arq. Alejandra González

El evento tuvo como clausura tres conferencias a cargo de las empresas

del sector constructivo invitadas:

-Empresa PLYCEM: "La tecnología del cemento reforzado",

Conferencista Arq. Sara López

-Empresa Siderúrgica del Turbio-SIDETUR: "Sistema Constructivo SIDE PANEL",

Conferencista: Ing. Yraides Guédez F.

-Empresa O.T.I.P.:

"Tecnología de mejoramiento de áreas urbanas precarias: presentación de casos"

Conferencista: Ing. José Adolfo Peña

Al dedicar la temática de este evento a los aspectos técnicos de la producción de edificaciones se pretendía resaltar la participación del sector productivo en proyectos vinculados a los estudios que desarrolla nuestro instituto, lo cual quedó evidenciado en los trabajos presentados por las empresas invitadas.

En el Centro de Información y Documentación del IDEC se puede localizar toda la información relacionada con las ponencias y otros aspectos de las jornadas; igualmente el libro de resúmenes y los disquetes con las ponencias completas.

Estos trabajos, según autorización de sus autores, se someterán a un arbitraje para su publicación en nuestra revista *Tecnología y Construcción*, y en otras revistas que se relacionen con el tema expuesto.

Carmen Barrios

Red Temaco - Programa CYTED

En Ciudad de México se celebró los días 16 y 17 de noviembre la reunión anual de la Red TEMACO, la cual constituye una de las redes encuadradas en el Subprograma de Materiales del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (Programa CYTED).

La Red TEMACO agrupa a más de 50 técnicos y científicos del área iberoamericana dedicados a la tecnología de los materiales compuestos. La actividad de esta red es promover el inicio de proyectos de innovación y desarrollo en el ámbito de las empresas de los países latinoamericanos. Su función es organizar reuniones anuales sobre la aplicación concreta de los materiales compuestos con posibilidades de interés para pequeñas y medianas empresas. En estas reuniones conjuntas entre representantes de empresas e investigadores se suele perfilar un esquema de proyectos transnacionales concebido como una alianza para el montaje de una línea de producción de un bien de consumo, basado en la aplicación de materiales compuestos. Para la puesta en marcha de estos proyectos se cuenta con la herramienta financiera de IBEROEKA, que se suma a cualquier otra fuente de financiamiento que se disponga en cada caso.

En esta reunión anual realizada en México, se contó con la participación

de dieciséis (16) profesionales de los países Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, España, México, Perú y Venezuela, representantes de institutos de capacitación, investigación y desarrollo públicos y privados, universidades e institutos de educación superior y, asociaciones profesionales y de empresas de la industria del plástico. Específicamente, en representación de Venezuela, participaron el doctor Enrique Méndez Llamozas del Instituto Venezolano de Investigaciones Tecnológicas e Industriales (INVESTI) y la ingeniero Gladys Maggi del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción de la Facultad de Arquitectura de la UCV.

Las actividades de la reunión estuvieron enmarcadas en diversos sectores:

- Sesiones técnicas sobre "Tecnología de Fabricación de Materiales Compuestos" y Primer Encuentro Iberoamericano sobre Software para el Diseño en Composites, para empresas pequeñas y medianas.
- Mesa redonda sobre las posibilidades de nuevas líneas de cooperación entre asociaciones y entidades iberoamericanas del área de materiales compuestos,
- Mesa redonda sobre perspectivas de cooperación en temas relacionados con la normativa, ensayos no destructivos y control de materias

primas, vinculados a los materiales compuestos.

- Modelo de proyectos transnacionales como motores del desarrollo.

Entre las conclusiones planteadas se decidió tomar como líneas de acción para el 2001 los siguientes proyectos:

- Proyecto de investigación precompetitiva relacionado con "Ensayos de Cualificación y Normativa para Piezas de Plásticos Reforzados para Aplicación en Arquitectura e Ingeniería Civil".
- Centro de Cálculo y Diseño Informativo para Materiales Compuestos (Centro Virtual de Grupos Conectados a través de Internet).
- Proyecto de Cooperación Industrial sobre el tema "Aplicaciones de los Materiales Compuestos para Fabricación de Viviendas Modulares para Uso en Situaciones de Emergencia y Reconvertibles en Viviendas Permanentes".
- Proyecto de Cooperación Industrial sobre el tema "Aplicación de Materiales Compuestos en la Fabricación de Mobiliario y Elementos Auxiliares de Edificios y Carreteras".

Se propuso para la próxima reunión anual de la Red TEMACO, la ciudad de São Paulo, Brasil, en mayo de 2001, y la temática "Puentes y Pasarelas en Materiales Compuestos".

Gladys Maggi Villarreal

Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería JIFI' 2000 y Segundo Encuentro Académico-Industrial EA II' 2000, UCV

Entre el 27 de noviembre y el 1° de diciembre del año 2000, se realizaron las Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería JIFI' 2000 de la UCV, evento bianual que se inició en 1998, siendo ésta su segunda edición. Paralelamente se realizó el Encuentro Académico-Industrial EA II' 2000, el cual se convoca también por segunda vez, y tiene como objetivo general estrechar vínculos de cooperación e intercambio con el sector empresarial del país relacionado con las diversas áreas de la ingeniería y afines.

En las jornadas se presentaron alrededor de 400 trabajos, relativos a diferentes aspectos de la ingeniería, ciencias básicas y ciencias sociales, habiéndose superado las expectativas, ya que en la anterior convocatoria se inscribieron alrededor de 235 trabajos.

Se invitaron 60 investigadores de reconocida trayectoria internacional, quienes junto con los investigadores venezolanos dictaron 13 conferencias magistrales, 16 cursos y 7 talleres. Se dictaron además, 18 conferencias especializadas, 5 charlas corporativas y 2 mesas redondas.

Se observó una nutrida asistencia de estudiantes ucevistas así como también de otras universidades nacionales. Sólo en las sesiones de Ingeniería Civil se inscribieron 42 estudiantes de la Universidad de Carabobo y 22 de la Universidad de Los Andes.

Las presentaciones se organizaron con base en temas y por escuelas, y se presentaron en varias salas simultáneamente.

Las jornadas sirvieron de marco para la realización de otros eventos tales como: * Simposio de Aludes Torrenciales y Desastres Naturales, organizados exitosamente por el Instituto de Mecánica de los Fluidos.

* Segundo Simposio de la Historia de la Geociencia, organizado por la Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

* Foro sobre la nueva Ley de las Telecomunicaciones y su impacto en el desarrollo de este sector, organizado por la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

La Escuela de Ingeniería Civil contó con tres invitados internacionales, los cuales disertaron sobre los siguientes temas:

* La gestión del agua en el siglo XXI, a cargo de E. Cabrera M. de la Universidad Politécnica de Valencia, España.

* Uso de la teledetección para el estudio de deslizamiento de terrenos, por J. Hervás, del Centro de Investigaciones de la Unión Europea, con sede en Italia.

* Posibilidades actuales de las tecnologías geomáticas, presentado por J. Cabrera Q., del Ministerio del Transporte de Cuba.

Otros temas desarrollados por la Escuela de Ingeniería Civil fueron: procesamiento de imágenes, telecomunicaciones, información georreferenciada, sistemas de ingeniería geodésica, aspectos climatológicos, estructurales, tránsito e ingeniería sanitaria, incluyendo tratamiento de aguas y manejo de desechos.

En esta última sección se presentó nuestra ponencia "Aspectos de diseño

para el control de la diseminación de infecciones en los ambientes hospitalarios". En ella se trataron aspectos de diseño y funcionamiento de los hospitales, tales como: zonas restringidas y semirrestringidas, zonas asépticas, ruta de los desechos y material contaminado, ciclo y transporte de materiales y lencería, transporte y descontaminación de material reciclable y no reciclable. Ciclo y circulación del aire acondicionado, presiones negativas, filtros, barrido. Diseño de unidades de aislamiento, suite quirúrgica, central de esterilización, unidades de quemados, unidades de enfermos infectocontagiosos e inmunodeficientes, entre otros. Todos éstos, aspectos del diseño de obras civiles que contribuyen a dirigir, controlar o diseminar el aire dentro de la edificación, pudiendo ser factor de control de la diseminación en las infecciones intrahospitalarias.

En la sección correspondiente al Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), la profesora Gladys Maggi, también del IDEC, presentó la ponencia: "Módulo de ruptura y tenacidad a flexión del mortero reforzado con fibras de polipropileno". De esta manera quedó nuestro instituto representado por estas dos intervenciones.

En resumen, el evento superó las expectativas establecidas, constituyendo un gran éxito para sus organizadores. Se publicó un Libro de Resúmenes de los trabajos presentados en los citados eventos, el cual se encuentra a la disposición para su consulta en el CID del IDEC.

Sonia Cedrés de Bello



La revista se edita desde 1967, el mismo año de la fundación de AITIM. No es un órgano oficial sino un foro de opinión abierto a todas las instituciones y empresas del sector de la madera, con una periodicidad bimestral.

La revista quiere contribuir al mejor conocimiento y utilización de la madera, con información sobre sus propiedades, comportamiento, presentación y aplicaciones.

- Se dirige a facultativos, directivos y técnicos responsables de prescribir o fabricar productos
- Pretende mostrar las posibilidades del material a través de obras y productos concretos

Para los socios AITIM ofrece otros servicios tales como: sellos de calidad, libros, informes, peritaciones, cursos, asistencia técnica, directorio de empresas en la revista y en la página web.

Boletín AITIM.
Boletín de información técnica. Calle de la flora 3, 2º dcha. 28013 Madrid
Teléfonos:
91-542-58-64/547-85-01
fax: 559-05-12
e-mail: informe@aitim.es
www.aitim.es

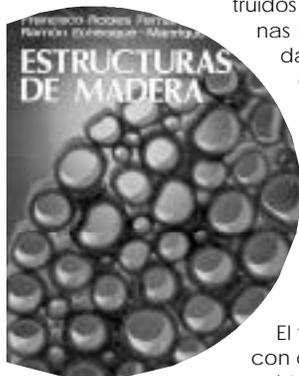
Revista que publica dos números al año, cada uno dedicado a un tema específico. Contiene artículos, obras y proyectos referidos a los temas de arquitectura, vivienda, construcción y tecnología, y materiales.

Esta publicación no incluye publicidad y su contenido se presenta en idioma español e inglés.

Es distribuida en España, Europa y el resto del mundo.



A+T. Revista de Arquitectura + Tecnología. España:
a+t Ediciones. General
Alana, 15 2º A 01005 Vitoria
Gasteiz. España
Teléfonos: +34945 134276
Fax: +34945134901
e-mail: at@jet.es
http://www.jet.es/at.



Robles Fernández-Villegas, Francisco; Echenique-Manrique, Ramón. **Estructuras de madera**. México: Editorial Limusa, 1991. 367 p.

En esta publicación se pretende exponer los aspectos fundamentales de las propiedades de la madera y del comportamiento y dimensionamiento de los elementos estructurales básicos construidos con este material, incluyendo algunas nociones sobre la madera laminada-encolada y la madera contraenchapada. Se trata también el dimensionamiento de uniones con los medios de unión más comunes. Además se presentan algunas consideraciones generales sobre diversas aplicaciones estructurales de la madera en México con énfasis en la construcción de viviendas.

El texto es asequible para cualquiera con conocimientos básicos de estática y resistencia (o mecánica) de materiales, los arquitectos e ingenieros, en ejercicio de profesión, sin experiencia previa en el diseño de estructuras de madera. Puede emplearse como complemento de los cursos de diseño estructural que se imparten en las carreras de ingeniería civil y arquitectura.

El dimensionamiento, tanto de elementos estructurales como de las uniones entre ellos, se ha ilustrado con ejemplos comentados. En el desarrollo de estos ejemplos se ha dado énfasis en los aspectos fundamentales. Como fuente de valores razonables para los ejemplos se utilizaron las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de madera del reglamento de construcciones para el Distrito Federal de México. (TA419/R571)

Este libro contiene las ponencias presentadas en el Second International Symposium on Vegetable Plants and Their Fibres as Building Material, en Salvador, Bahía, Brasil, del 17 al 21 de septiembre de 1990, organizado por la Universidad Federal de Bahía, Brasil, conjuntamente con International Union of Testing and Research Laboratories for Materials and Structures (RILEM) y el International Council for Building Research.

En este evento se discutió intensamente acerca del rol de las fibras vegetales como materiales de construcción en las construcciones de bajo costo y su disponibilidad como material en tecnologías modernas.

En las sesiones técnicas se examinó el estado del arte en el campo de actividades con las fibras vegetales como materiales de construcción, haciendo énfasis en sus usos, propiedades, fabricación, nuevos procedimientos en desarrollos futuros. Procedimientos para producir fibras vegetales con madera empleado como material de construcción, asociado con materiales sintéticos.

Este libro presenta las sesiones siguientes:

- Interpretación de las relaciones presentes en las fibras
- Propiedades de las fibras vegetales, composición de materiales
- Componentes constructivos con madera
- Construcciones con madera menuda y caña
- Reciclaje de desechos agrícolas y tópicos relacionados

Presenta los resultados de las investigaciones, demostrando la factibilidad de las técnicas usadas y muchas otras alternativas de materiales de construcción y tecnologías en proyectos de interés social. (TA404.2/V524)



Vegetable Plants and their Fibres as Building Materials: Proceedings of the Second International RILEM Symposium. Gran Bretaña: Chapman and hall, 1990. 374 p.



Zuleta Ibarquén, Guido. **Evaluación de proyectos y desarrollo sustentable.** Caracas: CENDES, CIENES, 1998. 204 p.

Esta publicación recoge una importante investigación aplicada realizada en los seminarios interamericanos promovidos y realizados en Santiago de Chile durante 1995 y 1996 y en 1997 en Caracas auspiciado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables-MARNR.

El material que presenta pretende lograr una sistematización ordenada y didáctica de la evaluación de proyectos en el marco del desarrollo sustentable. Contiene tres secciones: en la primera parte se presenta un análisis de la gestión de recursos naturales y las decisiones de inversión, en el cual se desarrollan temas como: los aspectos conceptuales, la jerarquización de proyectos y sus limitaciones, las decisiones de inversión y el ordenamiento del territorio, las decisiones de inversión y la preservación ambiental.

La segunda, tercera y cuarta parte desarrolla en forma didáctica y detallada, tres aplicaciones de los conceptos enunciados y discutidos en la primera parte. Para cada caso, se presentan los indicadores más relevantes y adecuados, y también se reflexiona y explican los resultados alcanzados. Finalmente en la quinta y última parte, se sugieren unas pautas a ser tomadas en cuenta para la jerarquización de proyectos, para quienes tengan la responsabilidad de tomar decisiones de inversión en función de criterios de desarrollo humano y sustentable. (HD 85/ Z85)

Esta obra nos presenta los trabajos y proyectos de Eladio Dieste entre 1943 y 1996, ingeniero uruguayo que, como él mismo dice, "se encontró con que al construir grandes galpones estaba haciendo arquitectura aunque no se lo propusiera; que tenía conciencia de la forma y de que ésta no le huía, le hablaba, y al hablarle le ayudaba a resolver problemas estrictamente estructurales".

La obra de Eladio Dieste, como toda obra preñada de significados, admite múltiples lecturas: las del mero espectador, que se sentirá emocionado en esos amplios espacios, en los que forma, materia y luz crean ambientes de indudable belleza; la del técnico que admirará la sabiduría con la que se crearon estructuras de una audacia y un ingenio admirables; la del sociólogo, que deberá reflexionar sobre la relación de este creador con su comunidad; la del economista, que a partir de las acciones y las ideas de Dieste, se verá incitado a repensar el verdadero sentido de la economía; la del crítico de arquitectura, en fin, querrá desentrañar el sentido histórico de esta obra.

Esta monografía es la más completa que se ha hecho sobre el trabajo de Dieste. Se ha puesto énfasis en la descripción de las obras y en explicar los métodos constructivos. (TA430/D564)

Carmen Barrios



Eladio Dieste. 1943-1996: **Métodos de cálculo/ Eladio Dieste 1943-1996: Methods of calculation.** Semilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1996. 2v.

Las publicaciones reseñadas en este número están disponibles en el Centro de Información y Documentación del IDEC



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA
MARACAIBO • VENEZUELA

ifa

www.arq.luz.ve

El Instituto de Investigaciones es el ente que coordina la investigación en la Facultad de Arquitectura.

Fue creado en enero de 1980, teniendo su origen en la experiencia de más de diez años del Centro de Investigaciones Urbanas y Regionales CIUR-LUZ

objetivos
sección

SUR

Sección Urbano Regional

Estudiar lo concerniente a las políticas urbanas aplicadas y la formulación de planes y proyectos urbanos y de transporte.

SAA

Sección de Acondicionamiento Ambiental

Generar técnicas y métodos que permitan el mejoramiento de la calidad ambiental del espacio construido, desde la escala urbana hasta el edificio y recinto.

Propiciar un arquitectura mas confortable e identificada con nuestro medio, así como la optimización de los recursos energéticos.

SI

Sección de Sistemas de Información

Desarrollar metodologías que contribuyan a la automatización de procesos de trabajo y sistemas de información dentro del campo de la arquitectura y el urbanismo.

P&T

Sección de Patrimonio y Turismo

Estudiar la ciudad y sus productos arquitectónicos, analizando sus características morfológicas, tipologías y significativas; como respuesta a la evolución cultural de sus habitantes.

HAVIT

Habitat, Vivienda y Tecnología

Estudiar el sistema actual de producción del habitat urbano de manera integral y multidisciplinaria, considerando el desarrollo general del sector inmobiliario y de la construcción, sea este formal o informal.

La experiencia del IFA se expresa a través de su producción científica: proyectos de investigación ejecutados y en ejecución; artículos y monografías científicas; así como, de los servicios de asesoría, realización de estudio y proyecto para otros organismos (extensión). Además, el IFA colabora en la función docente de las Escuelas de Arquitectura, Diseño Gráfico y Sociología de LUZ. Organiza o colabora en eventos científicos; edita o coedita publicaciones científicas; y, mantiene relaciones con organismos de diversa índole.

El objetivo principal del Instituto es la generación de nuevos conocimientos: para fomentar un adecuado desarrollo de nuestra sociedad en el área de la Arquitectura y el Urbanismo; considerando también su aplicación en la docencia.

planta física

Áreas de trabajo para Investigación

Cubiculos, talleres, Aulas para clases y reuniones

Laboratorio de Acondicionamiento Ambiental

Estación Meteorológica Urbana

Módulos de Experimentación Ambiental

Patio de Experimentación exterior

Laboratorio de Computación

Unidad Central y Taller de Tecnología de Información

Unidad de Publicaciones

Biblioteca y Planoteca



Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura IFA,
La Universidad del Zulia
Apartado Postal 15399, Maracaibo, Venezuela.

Tifs.: +58 61 520063, 598597, 52 79 92
Fax: +58 61 52 0063
E-mail: arqifa@luz.ve

Maestría y Especialización Programa Académico de Vivienda

www.arq.luz.ve

Facultad de Arquitectura
La Universidad del Zulia

Antecedentes

Desde 1970, la Facultad de Arquitectura de LUZ ha estado acumulando experiencias en el área de vivienda y en otras vinculadas a ellas. Alrededor de la vivienda se han organizado eventos nacionales e internacionales que han permitido reunir, a expertos y recoger información valiosa en relación al tema; se han realizado proyectos de vivienda contratados por CORPOZULIA, PEQUIVEN, el Instituto de Desarrollo Social del Estado Zulia (IDES), CONAVI y FUNDALUZ; y desarrollado varias investigaciones en el área.

El Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura (IFA), mediante su sección de Investigación Habitat, Vivienda y Tecnología, apoya los programas de Cuarto Nivel que se ofertan en esta materia.

La experiencia en cursos de Postgrado se inicia con la implementación de cursos cortos, en 1974. En 1977, se comienzan los Programas de Especialización y Maestría cuya oferta en este momento alcanza a 6 Programas de uno y dos años de duración.

Objetivos del Programa

Generales

- Contribuir con la formación de profesionales de nivel superior, que puedan hacer aportes significativos.
- Proveer a los maestrantes de las herramientas teoricas y metodológicas aplicables a la investigación y a la generación de propuestas habitacionales.
- Favorecer la Interdisciplinaridad en el campo de la vivienda, con el proposito de facilitar los enfoques integrales.

Perfil del Egresado

Al concluir sus estudios, el profesional estará en capacidad de:

- Organizar conocimientos pluridisciplinarios aplicarlos en forma integral a la toma de decisiones en el área habitacional.
- Colaborar en equipos interdisciplinarios para el abordaje de problemas habitacionales.
- Formular, gestionar, asesorar, administrar y ejecutar proyectos, planes y programas en base a conocimientos, métodos y herramientas adecuadas a los estudios en el ámbito habitacional/residencial.

Duración del Curso

Programa Académico de **Maestría en Vivienda**

Cuatro Semestres lectivos, de 16 semanas cada uno.

Programa Académico de **Especialización en Vivienda**

Dos Semestres lectivos, de 16 semanas cada uno.

Requisitos de egreso

Programa Académico de **Maestría en Vivienda**

- Tener aprobados los 42 créditos de la maestría
- Presentar, defender y obtener la aprobación del Trabajo de Grado final del 4to. Semestre, lo cual es prorrogable por dos años o más.

Programa Académico de **Especialización en Vivienda**

- Tener aprobados los 30 créditos de especialización
- Presentar, defender y obtener la aprobación del Trabajo Especial de Grado final del 2do. Semestre, lo cual es prorrogable por dos años o más. Requisitos de egreso.

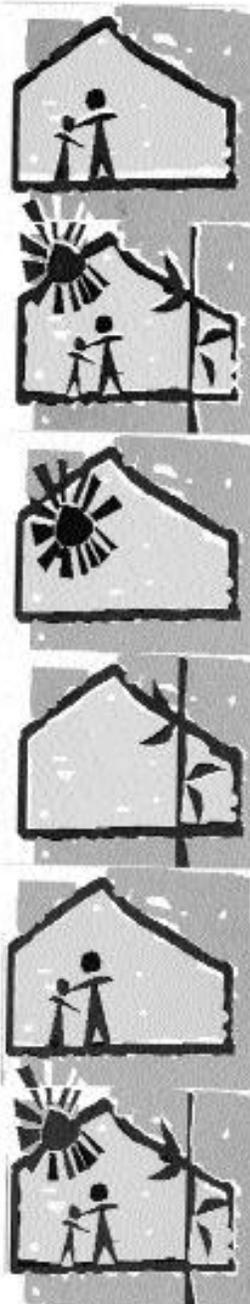
Título que otorga

Magister Scientiarum en Vivienda

Especialista en Vivienda

Apoyos Institucionales

Estos cursos de post-grado cuentan con el apoyo economico de Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI), a través de un convenio.





El Comité Editorial someterá los trabajos enviando para su publicación como "artículos" a la revisión crítica de dos árbitros, después de haber efectuado una preselección con base en los siguientes criterios:

- Relevancia del tema
- Planteamiento claramente expresado de la tesis o del objetivo central
- Respaldo de una investigación
- Ajuste a las normas para autores

Si el trabajo no cumple con estos requisitos mínimos, el Comité Editorial se lo hará saber al autor. El Comité se reserva el derecho de recomendar al autor la publicación del trabajo en la revista como "documento".

Los árbitros deben contar con las calificaciones adecuadas en el área temática en cuestión y, en principio, formar parte del Banco de Árbitros de la revista según sus respectivas especialidades, el cual ha sido levantado en distintas universidades y centros de investigación del país y del exterior.

El dictamen de cada árbitro se basará tanto en la calidad del contenido como de su forma. Además de otros que el árbitro considere pertinentes, se le solicita pronunciarse de manera explícita y tan amplia como sea necesario sobre los siguientes aspectos:

- Relevancia del tema
- Planteamiento claramente expresado de la tesis o del objetivo central
- Ubicación explícita del enfoque en el debate correspondiente
- Contribución específica al área de estudio
- Fundamentación de los supuestos
- Nivel adecuado de elaboración teórica y metodológica
- Apoyo empírico, bibliográfico y/o de fuentes primarias
- Relevancia de la bibliografía utilizada
- Consistencia de la argumentación
- Claridad y concisión de la redacción, precisión en los términos utilizados
- Adecuación del título al contenido del trabajo
- Capacidad de síntesis manifiesta en el resumen
- Ajuste a las normas para autores

Además, el informe del árbitro deberá expresar si el artículo es:

- Publicable sin modificaciones
- Publicable con modificaciones menores
- Publicable con modificaciones mayores
- No publicable

Cuando la recomendación sea "Publicable con modificaciones..." sean éstas mayores o menores, deberá indicarse expresamente a cuáles aspectos se refieren esas modificaciones.

En todos los casos, el árbitro velará porque el artículo sea que haya sido escrito especialmente para la revista, sea que se trate de una ponencia previamente presentada a un congreso, seminario o evento similar se adecúe a los requerimientos establecidos por la revista en las "Normas para autores". De no ser así, hará las recomendaciones del caso.

Si el árbitro considera que se trata de un trabajo de interés pero que no cumple con los requisitos exigidos para su publicación como artículo, podrá recomendar su publicación en la sección de "Documentos" de la revista. También en estos casos deberá hacer explícitas las razones de su recomendación.

La identidad de los autores no es comunicada a los árbitros ni la éstos a los autores.

Una vez que los textos hayan sido aprobados para su publicación, la revista se reserva el derecho de hacer las correcciones de estilo que considere convenientes. Siempre que sea posible, esas correcciones serán consultadas con los autores.

Para remitir su opinión a la revista, el árbitro dispone de un plazo máximo de un mes a partir de la fecha de recepción del artículo, la cual será registrada en la correspondiente planilla de acuse de recibo. En compensación por sus servicios, recibirán una bonificación en efectivo y un ejemplar del número de la revista al cual contribuyó con su arbitraje, independientemente de que su opinión en relación con la publicación del artículo haya sido favorable o no.

Tecnología y Construcción es una publicación que recoge textos (artículos, ensayos, avances de investigación o revisiones) inscritos dentro del campo de la Arquitectura y de la Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Construcción: sistemas de producción; métodos de diseño; análisis de proyectos de Arquitectura; requerimientos de habitabilidad y de los usuarios de la 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, así como reseñas bibliográficas y de eventos referidos a los anteriores temas.

Artículo: Describe resultados de un proyecto de investigación científica o de desarrollo experimental.

Ensayo: Trata aspectos relacionados con el campo de la construcción, pero no está basado en resultados originales de investigación.

Revisión: Comenta la literatura más reciente sobre un tema especializado.

Avances de investigación y desarrollo: Da cabida a comunicaciones sobre investigaciones y desarrollo, realizadas por estudiantes de postgrado o por aquellos autores que consideren la necesidad de una rápida difusión de sus trabajos de investigación en marcha.

Documentos: Sección destinada a difundir documentos y otros materiales que a juicio del Comité Editorial sean relevantes para los temas abordados por la revista.

Reseña bibliográfica o de eventos: Comentarios sobre libros publicados o comentarios analíticos de eventos científico-técnicos que se hayan realizado en las áreas temáticas de interés de la revista.

Las reseñas bibliográficas o de eventos no deben tener una extensión mayor a las cinco (5) cuartillas a doble espacio, aparte de una (1) copia del texto impreso (y de ser posible una fotocopia nítida de la portada del libro comentado o del logotipo del evento); deberán acompañarse con un diskette con las indicaciones que más adelante se señalan.

Las colaboraciones (que no serán devueltas) deben ser enviadas por triplicado al Comité Editorial, mecanografiadas a doble espacio en papel tamaño carta, páginas numeradas (inclusive aquellas correspondientes a notas, referencias, anexos, etc.). La extensión de las contribuciones no podrá exceder las treinta (30) cuartillas y las copias deberán ser claramente legibles. Serán acompañadas de un diskette (compatible con Macintosh o IBM, indicando el programa utilizado, el número de la versión y el nombre de los archivos). Se aceptarán trabajos escritos en castellano, portugués o inglés. El hecho de someter un trabajo implica que el mismo no ha sido presentado anterior o simultáneamente a otra revista.

El Comité Editorial someterá los textos enviados a revisión crítica de dos árbitros. 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. Su resultado será notificado oportunamente por el Comité Editorial al interesado. La revista se reserva el derecho de hacer correcciones de estilo que considere convenientes, una vez que hayan sido aprobados los textos para su publicación.

Los trabajos deben ir acompañados de un breve resumen en español e inglés (máximo 100 palabras). El autor debe indicar un título completo del trabajo y debe indicar igualmente un título más breve para ser utilizado como encabezamiento de cada página. El (los) autor(es) debe(n) anexar también su síntesis curricular no mayor de 50 palabras, que incluya: nombre, título(s) académico(s), institución donde trabaja, cargo, área de investigación, dirección postal, fax o correo electrónico.

Los diagramas y gráficos deben presentarse en hojas aparte en originales nítidos, con las leyendas de cada una; identificando el número que le corresponde, numeradas correlativamente según orden de aparición en el texto (no por número de página). Cada tabla debe también presentarse en hojas aparte, éstas no deben duplicar el material del texto o de las figuras. En caso de artículos que contengan ecuaciones o fórmulas, éstas deberán ser escritas a máquina o dibujarse nítidamente para su reproducción. No se considerarán artículos con fórmulas, ecuaciones, diagramas, figuras o gráficos con caracteres o símbolos escritos a mano o poco legibles.

Las referencias bibliográficas deben estar organizadas alfabéticamente (p.e.: Hernández, H., 1986), y si incluyen notas aclaratorias (que deben ser breves), serán numeradas correlativamente, por orden de aparición en el texto y colocadas antes de las referencias bibliográficas, ambas al final del manuscrito.

Los autores recibirán sin cargo tres (3) ejemplares del número de la revista donde salga su colaboración. El envío de un texto a la revista y su aceptación por el Comité Editorial, representa un contrato por medio del cual se transfiere los derechos de autor a la revista **Tecnología y Construcción**. Esta revista no tiene propósitos comerciales y no produce beneficio alguno a sus editores.

Favor enviar artículos a cualquiera de las siguientes direcciones:

- Revista Tecnología y Construcción, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Universidad Central de Venezuela, Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela. e-mail: tyc@idec.arq.ucv.ve
- Revista Tecnología y Construcción, Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura (IFA), Universidad del Zulia, Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela. e-mail: revista_TyC@luz.ve

**Rector**

Giuseppe Giannetto

Vice-Rector Académico

Ernesto González

Vice-Rector Administrativo

Manuel Mariña Muller

Secretaria

Elizabeth Marval

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO**Coordinador**

Fulvia Nieves de Galicia

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**Decano**

Abner J. Colmenares

Director de la Escuela de Arquitectura

José Rosas Vera

Directora del Instituto de Urbanismo

Marta Vallmitjana

Director del**Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción**

Milena Sosa G.

Directora-Coordinadora de la**Comisión de Estudios de Postgrado**

Carmen Dyna Guitián

Coordinadora administrativa

Gladys Torres

Coordinadora académica

Elsamelia Montiel

Coordinador del Centro de Información y Documentación

Martín Padrón

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

Milena Sosa G.

Coordinación de Investigación

Ana Loreto G.

María Eugenia Sosa

Daniel Valero

Coordinador Docente

Domingo Acosta

Coordinadora de Extensión

Ana María Floreani

Consejo Técnico**Miembros Principales**

Carlos Pérez Schael

Gaspere La Vegas

Andrés Azpúrua

Virgilio Urbina

Carlos H. Hernández

Milena Sosa

Miembros Suplentes

Nayib Ablan

Ricardo Molina

Ana Isabel Loreto

Tomás Páez

Ignacio Avalos

Alexis Méndez

**Rector**

Domingo Bracho Díaz

Vice-Rector Académico

Teresa Álvarez

Vice-Rector Administrativo

Leonardo Atencio Finol

Secretaria

Rosa Nava

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO**Coordinadora Secretaria**

Ana Julia Bozo de Carmona

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**Decano**

Miguel Sempere

Director de la Escuela de Arquitectura

Ramón Arrieta

Director de la Escuela de Diseño Gráfico

Roberto Urdaneta

Director de la Dirección de Estudios para Graduados

Humberto Blanco

Directora de la Dirección de Extensión

Dinah Bromberg

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO / IFAD**Director**

Ricardo Cuberos Mejía

Subdirectora

Helen Barroso

Secciones:**Urbano-Regional / SUR**

Francisco Mustieles

Acondicionamiento Ambiental / SAA

Gaudy Bravo

Sistemas de Información / SI

José Indriago

Hábitat, Tecnología y Vivienda / HAVIT

Marina González de Kauffman

Patrimonio y Turismo / P&T

Pedro Romero

Laboratorio de Historia de la Arquitectura**y del Urbanismo Regional**

Nereida Petit