

# 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 IFAD/LUZ**

Apartado postal 526.  
Telfs.: (58-61) 52.0063 / 52.4992.  
Fax: (58-61) 52.00.63.  
Maracaibo, Venezuela.  
Enviar cheque a nombre de:  
**IFAD Facultad de Arquitectura LUZ**

**Página en el Internet**

<http://www.arq.luz.ve/tyc/>  
e-mail:  
[tyc@idec.arq.ucv.ve](mailto:tyc@idec.arq.ucv.ve)  
[revista\\_TyC@luz.ve](mailto: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 IFAD 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
- IFAD/LUZ Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela. Fax: (58-61) 52.00.63.



**Volumen 17. Número III**  
Septiembre - diciembre 2001  
Depósito Legal: pp.85-0252  
ISSN:0798-9601

**Portada:** Mini-Mural (Quality Photography) Imagen: Caracas-Venezuela. Tymus Copyright Hand Made.

#### 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

##### Inglaterra

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

#### 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

Melín 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

MINIPRES

*Fe de erratas: en el nº 17-II, el coeditor es Eduardo González en lugar de Ricardo Cuberos*

ESTA PUBLICACIÓN CONTÓ CON EL APOYO FINANCIERO DE LAS SIGUIENTES INSTITUCIONES

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA



CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA



CONICIT  
CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA REGIÓN ZULIANA



# notas biográficas

## Mónica Silva Contreras

Arquitecto (UJMV, 1990). Maestría en Historia de la Arquitectura (FAU, UCV, 1994). Actualmente cursante del Doctorado de Facultad (FAU, UCV). Profesora del Sector de Tecnología.

Profesora y coordinadora del Sector de Historia de la Arquitectura en la UJMV (1992-1998).

## Idalberto Águila

Ingeniero Civil (UCLV, Cuba, 1984). Profesor-Investigador, Facultad de Construcciones, Universidad Central de Las Villas, Cuba (1984-1994). Profesor-Investigador del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción desde 1997. Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción (IDEC-FAU-UCV, 2000). Candidato a Doctor en Ciencias en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. Profesor de la Maestría en Desarrollo Tecnológico de la Construcción (IDEC) desde 1999.  
e-mail: idalbo@idec.arq.ucv.ve

## Sonia Cedrés de Bello

Arquitecto, UCV (1973)  
Master of Architecture,  
University of Washington (1978)  
en Programación de Edificaciones Médico-Asistenciales.  
Profesor Titular UCV.  
Investigador SPI Conicit, desde 1990. Investigadora del IDEC-FAU-UCV desde 1982, en el área de: Requerimientos de Habitabilidad de las Edificaciones Médico-Asistenciales y Programación de Edificaciones.  
Tel-Fax: (582) 6052046 / 2048.  
e-mail: soniabello@idec.arq.ucv.ve

## Domingo Acosta

Arquitecto (UCV, 1979). Master (1982) y PhD. (1986) en Arquitectura, University of California, Berkeley. Profesor Agregado IDEC-FAU-UCV. Coordinador del Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción IDEC-FAU-UCV.  
e-mail:domingoacosta@cantv.net

## Alfredo Cilento Sarli

Arquitecto, UCV (1957). Profesor Titular del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC-UCV. Investigador III, PPI-Conicit. Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV (1984-1987). Áreas de Investigación: Economía y Tecnología de la Construcción, Vivienda y Desarrollo Urbano. Premio Nacional de Hábitat 1995.  
e-mail:acilento@reacciun.ve

## Mercedes Marrero

Arquitecto (UCV, 1977). Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, IDEC-UCV, 1993. Profesor Agregado en la cátedra de Diseño de la Escuela de Arquitectura, FAU-UCV, 1979. Profesora-investigadora del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción de la FAU-UCV, 1993. Coordinadora de la Comisión de Mitigación de Riesgos de la UCV (COMIR).  
e-mail: mmarrero1@tutopia.com

## Editorial

Housing and employment  
*Alberto Lovera*

Vivienda y empleo  
*Alberto Lovera*

7

## Artículos

The concrete in the venezuelan architecture:  
The essay decades.  
*Mónica Silva Contreras*

El concreto en la arquitectura venezolana:  
las décadas de ensayo  
*Mónica Silva Contreras*

9

Pozzolanic cements,  
an alternative for Venezuela  
*Idalberto Águila Arboláez*

Cementos puzolánicos,  
una alternativa para Venezuela  
*Idalberto Águila Arboláez*

27

The humans requirements in the  
design of the health settlements  
*Sonia Cedrés de Bello*

Los requerimientos humanos en el  
diseño de los establecimientos de salud  
*Sonia Cedrés de Bello*

35

Structural masonry of concrete bricks.  
Design process of the Omniblock technology  
*Mercedes Marrero*

Mampostería estructural de bloques de concreto.  
Proceso de diseño de la tecnología Omniblock  
*Mercedes Marrero*

43

## Postgrado

VI Master Program in Construction Technological  
Development IDEC/FAU/UCV/2001.  
Inaugural Conference  
"Technological Innovation  
and Construction Sustainability"  
*Domingo Acosta*

VI Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la  
Construcción IDEC/FAU/UCV/2001  
Conferencia inaugural  
"Innovación Tecnológica y Sostenibilidad de la  
Construcción"  
*Domingo Acosta*

63

## Documentos

A note about the housing policy  
*Alfredo Cilento Sarli*

Una nota sobre la política habitacional  
*Alfredo Cilento Sarli*

75

## Eventos

Net events

Eventos en la red

79

Integrated cities  
Habitat World-Wide Day national prizes  
*Geovanni Siem*

Ciudades integradas  
Premios nacionales Día Mundial del Hábitat  
*Geovanni Siem*

80

x Caracas Architecture Biennial  
*Ronald Pérez*

X Bienal de Arquitectura de Caracas  
*Ronald Pérez*

82

## Reseñas

Magazines and books

Revistas y libros  
*Carmen Barrios*

84

Acumulative index  
Arbitration norms  
Norms for authors

Índice acumulado  
Normas de arbitraje  
Normas para autores

86

90

91



# 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 la 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 posgrados.

### 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 parte 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: 6002. Tel./fax: (051) 926307, 926308, 986960  
Página Web: [www.condes.luz.ve](http://www.condes.luz.ve) E-mail: [condes@europa.cia.luz.ve](mailto:condes@europa.cia.luz.ve), [condes@netbitru.netcum.ve](mailto:condes@netbitru.netcum.ve)

## Vivienda y empleo

**T**ras la tragedia del estado Vargas y de otras entidades regionales de Venezuela, con ocasión de las lluvias de diciembre del año 2000, el gobierno tomó una serie de iniciativas que a luz del análisis actual, muestran cómo se ignoraron datos clave sobre la relación entre vivienda y empleo, tal como alertaron muchos analistas del fenómeno urbano.

Ciertamente, la magnitud de los afectados, particularmente en el caso de Vargas, obligaban a acciones y reubicaciones de emergencia, pero tras ellas los círculos oficiales se dejaron llevar por la inercia y el voluntarismo, desconociendo lo que ahora es evidente: el regreso de buena parte de los desplazados a sus lugares de origen. Las razones que aducen éstos son elocuentes: fueron alojados en viviendas de baja calidad, hasta el punto que muchas de ellas tienen serios problemas estructurales o deficiente conexión con los servicios básicos, otras están alejadas de los sitios de trabajo, o sumaron población a centros urbanos donde ya existían situaciones de desempleo o subempleo graves.

La vivienda no puede concebirse aislada de su entorno, no sólo urbano sino económico. Esta verdad digna del señor Perogrullo, fue ignorada en la mayoría de los desarrollos donde se reubicaron los damnificados. Y el resultado está a la vista.

Se sabe también que muchas de las decisiones gubernamentales estuvieron motivadas por una errada pretensión de estimular "el regreso al campo", contraviniendo todas las conclusiones sólidamente establecidas por la investigación urbana en el mundo y en nuestro país sobre el particular. Esta sobrevivencia de la "ideología antiurbana" ha sido analizada con agudeza entre nosotros por Marco Negrón, a cuyos estudios y escritos deberían prestar más atención quienes tienen responsabilidades de Estado tan delicadas.

Estamos siendo testigos del drama de habitantes trashumantes que buscan un lugar en el territorio donde se encuentren alojamiento y empleo porque en circunstancias donde no tenían opción se les condujo adonde estas dos variables no se hallaban reunidas.

El regreso de muchos a sus lugares de origen tampoco resuelve el asunto, dadas las condiciones en que todavía se encuentra el estado Vargas, pero se explica por qué ante la precariedad de su situación, al menos pueden apoyarse en las redes familiares y sociales. El costo humano e, incluso, económico que una acción desacertada de traslado ha significado debería conducir a una profunda reflexión que lleve a un aprendizaje indispensable para no repetir errores de tanta monta y de consecuencias tan costosas socialmente.

El conocimiento acumulado en nuestro país, producto de la investigación y de la experiencia de la gestión pública, fue ignorado en este caso, de allí que nos encontremos ahora obligados a dar respuesta nuevamente a las necesidades a una población que se suponía ya había sido atendida.

Hábitat y empleo tienen que reencontrarse, si es que no queremos estimular unas migraciones obligadas por las circunstancias a las que se condujo una población súbitamente afectada por la violenta acción de los agentes naturales, ayudados por la falta de previsión y planificación.

**Alberto Lovera**

# PUBLICACIONES 2000 CDCH/UCV

LANDER, Edgardo  
**NEOLIBERALISMO, SOCIEDAD CIVIL Y DEMOCRACIA.**  
Ensayos sobre América Latina y Venezuela.  
- Tercera Reimpresión

LANZ, Roberto  
**EL DISCURSO POSMODERNO: Crítica de la razón escéptica**  
- Tercera Edición

LOPEZ-SANZ, Rafael  
**PARENTESCO, ETNIA Y CLASE SOCIAL  
EN LA SOCIEDAD VENEZOLANA**  
- Segunda Edición

MOSQUERA, Genaro (Coordinador)  
**ANÁLISIS DE RIESGO INDUSTRIAL**  
Coordinado con el Instituto Superior de Ciencias  
y Tecnologías Nucleares de La Habana, Cuba

MOSQUERA, Genaro (Coordinador)  
**LAS VIBRACIONES MECÁNICAS Y SU APLICACIÓN  
AL MANTENIMIENTO PREDICTIVO**  
Coordinado con el Instituto Superior de Ciencias  
y Tecnologías Nucleares de La Habana, Cuba

PERERA, Miguel Ángel  
**ORO Y HAMBRE. GUAYANA SIGLO XVI.**  
Antropología histórica y ecología cultural  
de un malentendido 1498 - 1597  
Coordinado con la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

RÍOS, Josefina y Gastón Carvallo  
**ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA ORGANIZACIÓN  
DEL ESPACIO EN VENEZUELA**  
- Tercera Reimpresión

VÁSQUEZ, Maura y Guillermo Ramírez  
**ASPECTOS TEÓRICOS DEL ALGEBRA MATRICIAL  
CON APLICACIONES ESTADÍSTICAS**  
Coordinado con la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales

ASTORGA, Omar  
**LA INSTITUCIÓN IMAGINARIA DEL LEVIATHAN.**  
Hobbes como intérprete de la política moderna

DEMBO, Miriam y María Teresa Guevara (Compiladoras)  
**APORTES A LA PSICOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO  
INFANTIL Y EDUCACIÓN PREESCOLAR**  
- Tercera Reimpresión

ESTEVA-GRIJLET, Roldán  
**JULIÁN OÑATE Y JUÁREZ (1843 - 1900 ca.)**  
Un pintor de ultramar en el arte latinoamericano del Siglo XIX

GARCÍA BACCA, Juan David  
**CONFESIONES. Autobiografía íntima y exterior**  
Coordinado con Editorial Anthropos de España

CERROLAZA, Miguel y Julio Flores-López (Compiladores)  
**MODELOS MATEMÁTICOS EN INGENIERÍA MODERNA**

SANDOVAL, María Eugenia  
**DIAGÉNESIS DE ARENISCAS**

SALOMÓN, Ricardo y María Corina Salomón  
**TEMAS DE GASTROENTEROLOGÍA. VOL. III**

\* Audio CD  
PALACIOS, María Antonia y Juan Francisco Sans  
**A BAILAR TOCAN: Géneros de Pataleo en la Venezuela del Siglo XIX**

Nuestras publicaciones pueden  
ser adquiridas en el  
Departamento de Relaciones  
y Publicaciones del  
CONSEJO  
DE DESARROLLO  
CIENTÍFICO  
Y HUMANÍSTICO.  
Av. Principal de La Floresta,  
Quinta Selenia,  
La Floresta, Caracas.  
Teléfono: 284.7222  
284.7077 - 284.7866  
Fax: 285-1104  
E-mail: publicac@telcel.net.ve



## El concreto en la arquitectura venezolana: las décadas de ensayo

Mónica Silva Contreras

### Resumen

En este artículo se plantean algunas ideas sobre la utilización del concreto en la arquitectura venezolana durante las primeras tres décadas del siglo XX. Los ensayos con los métodos y procedimientos constructivos por parte de los profesionales en el país serían el telón de fondo para la estética del eclecticism historicista y luego para la progresiva aparición de la arquitectura que anunciaba el movimiento moderno en Venezuela. La introducción del concreto en sistemas compuestos, la puesta en funcionamiento de la Fábrica Nacional de Cemento, las pruebas y cálculos del material producido y su uso práctico en obras públicas y privadas, constituyen el panorama de un tiempo en que los profesionales de la construcción se aproximaron a los materiales y técnicas que heredaría la siguiente generación de arquitectos.

### Abstract

This article set some ideas about the uses of concrete in Venezuelan architecture during the first three decades of the 20th century. The rehearsals with the methods and constructive procedures for it, employed by the professionals in our country would remain as a backdrop for the eclecticism's aesthetics and for the progressive appearance of the compositions that announced the architecture of the modern movement in Venezuela. The introduction of the concrete in compound systems, the setting in operation of the National Factory of Cement, the tests and calculations of that produced material and its practical use in public and private works, constitute the panorama of a time in that the professionals of the construction approached to the materials and procedures that it would inherit the following generation of architects.

Buena parte de las innovaciones en cuanto a materiales y técnicas constructivas en la arquitectura venezolana de las primeras tres décadas del siglo XX estuvieron ligadas al uso del concreto, en distintas asociaciones con el acero, desde los sistemas compuestos hasta el concreto armado. Sin embargo, ello no sería causa de cambios en las formas de la arquitectura, como consecuencia de un nuevo diseño estructural, a pesar del paulatino descubrimiento de sus cualidades por parte de los profesionales venezolanos. La utilización de los nuevos sistemas estaría justificada en la protección contra el fuego o los sismos, hasta que su uso sistemático llevara a la modificación de los espacios y la separación de la estructura y los muros liberados de su labor portante.

En obras de infraestructura, principalmente en la construcción de puentes, la carretera de Caracas a La Guaira fue pionera en este aspecto. En sus planos y descripciones se observa la estandarización de medidas en estructuras compuestas de "platabandas de cemento armado" y vigas doble T, como consecuencia de la longitud de los perfiles. En arquitectura, los principios de modulación presentes en la geometría compositiva, basada en la simetría axial, permitiría el uso de materiales industrializados en combinación con técnicas tradicionales sin que exteriormente se evidenciara la diferencia entre los sistemas empleados para su construcción.

Mientras tanto, las formas arquitectónicas estaban dando un giro notable en Europa durante estas primeras décadas del siglo XX, de acuerdo con las nuevas teorías sobre el arte y la función de la arquitectura en relación con los modos de vida del hombre moderno. Asimismo en Francia como en Alemania –centros industriales productores de cemento– se desarrollaron interesantes propuestas estructurales ligadas al material, a través de las cuales se propuso una estética que, en su momento, llegaría a la arquitectura bajo los lemas del maquinismo y la nueva dinámica de las ciudades.

### Descriptores:

Arquitectura-Venezuela (1895-1935); Obras públicas; Materiales de construcción.

### Descriptors:

Architecture-Venezuela (1895-1935); Public works; Construction materials.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-3, 2001, pp. 09-26.  
Recibido el 14/01/01 - Aceptado el 28/03/01

## artículos

### 1. Nuevos materiales tras una conservadora imagen

#### El papel de la técnica en la arquitectura historicista

Durante el siglo XIX y parte del XX, muchos profesionales de la construcción, tanto arquitectos como ingenieros, aun cuando emplearon el conocimiento sobre la técnica y los materiales que la industria ponía cada día a su disposición, se preocuparon esencialmente porque su obra se expresara con corrección en varios estilos históricos y la ajustaron a los principios académicos imperantes que, desde la Escuela de Bellas Artes de París, se convirtieron en el primer estilo internacional.

En las definiciones de Quatremère de Quincy encontramos que el carácter de la arquitectura tenía componentes sensoriales, no lógicos, así como otros objetivos racionalizables por el arquitecto en su aproximación al edificio. El carácter relativo que describiera el académico se refiere tanto a ...“la idea subyacente a la arquitectura que el arquitecto pretende hacer”, en términos muy difíciles de definir, y por tanto no objetivables, como a otra manifestación ... “la que hará que se pueda explicar claramente el destino o el uso de cada edificio ligado a aspectos más objetivables y legibles: tipos, formas que estamos acostumbrados a ver, lo que expresa la planta del edificio y su repercusión en un alzado determinado”. Los dos componentes de este carácter son también definidas por Charles Garnier en la descripción de su propuesta para la Ópera de París. En ella se refiere a algunas leyes volumétricas y compositivas que definen el carácter de un teatro, pero en realidad su mayor preocupación es hacia la conformación de un lugar de lujo, de placer:

La luz que brillará, las telas que resplandecerán, las caras que estarán animadas y sonrientes, los encuentros que se producirán, los saludos que se intercambiarán, todo tendrá un aire de fiesta y placer, y sin darse cuenta de la parte que corresponde a la arquitectura en este efecto mágico, todo el mundo rendirá así, por su impresión feliz, homenaje a este gran arte, tan potente en sus manifestaciones, tan elevado en sus resultados (Garnier, citado por Pere Heru, 1990).<sup>1</sup>

Así, el concreto fue el material utilizado en la construcción del espacio más representativo de la Ópera de París, el más célebre de los edificios del eclecti-

cismo historicista. Las enormes columnas recibieron sobre la sencilla volumetría que resultaba del encofrado, el artesonado que Charles Garnier imaginó para que la gran escalera tuviera el carácter del que sería el teatro más famoso del mundo, un carácter que se revelaría en el interior con tanta potencia como la volumetría exterior expresaría los componentes más racionales y objetivos del edificio.



**Foto 1:**  
La escalera de la Ópera de París en construcción. Charles Garnier, 1861-1874



**Foto 2:**  
La escalera de la Ópera de París una vez terminada. Charles Garnier, 1861-1874

En todo caso, para la arquitectura del eclecticismo historicista la masa era imprescindible en la expresión del carácter y para contener un “estilo” asociable al uso del edificio; no importaba si la masa era piedra o mampostería de ladrillo. Por eso el concreto fue más apropiado a los grandes edificios conmemorativos que las esbeltas y, en apariencia, enclenques estructuras de hierro. Durante los primeros años de su empleo masivo, el hierro fue considerado con frecuencia un material para ingenieros, pues la ausencia de masa y la delgadez resultante de su eficiencia “difícilmente podrían conducir a una expresión arquitectónica” (Bohnstedt en Mallgrave, 1988:20).

Las edificaciones, entonces, no siempre expresaron los materiales y técnicas empleados para su soporte, pues el sistema constructivo generalmente era revestido con materiales que hacían parte de la expresión de su carácter. La mayoría de los materiales que se produjeron a partir de la revolución industrial tardaron mucho tiempo en reclamar la imagen de las edificaciones y, de ellos sólo el hierro tuvo su propio e indiscutible carácter en medio de la efervescencia estilística del siglo XIX. Sin embargo, en casi todos aquellos casos en que se emplearon técnicas y materiales novedosos, aun cuando permanecieran ocultos, éstos se hacían del conocimiento público en consideración a las ventajas que éstos podían ofrecer a la obra terminada,

En Latinoamérica, la arquitectura de tradición académica debió pasar por un proceso de adaptación a los materiales y sistemas constructivos locales y así, por ejemplo, la arquitectura republicana de Manizales, en Colombia, adaptó la cultura constructiva local del bahareque a las intenciones compositivas, estilísticas y ornamentales de una arquitectura ecléctica que respondió al crecimiento económico de la región. En combinación con las técnicas tradicionales locales, la plasticidad del cemento permitió moldearlo con cuanto motivo ornamental propusieran los modelos del eclecticismo historicista y de este modo, un atributo insospechado del cemento fue su capacidad para esconder las primitivas técnicas y materiales, además de proteger las estructuras de madera y guadua de la humedad.

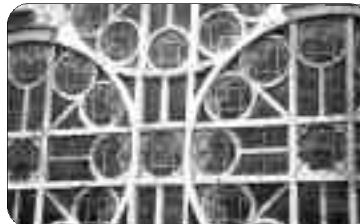
Una notable excepción es la Catedral de Manizales, construida luego del incendio que destruyó casi toda la ciudad en 1926, en cuya construcción se empleó el concreto armado, la técnica más avanzada, para una iglesia que pretendía evocar el sentimiento cristiano medieval. La incongruencia entre el estilo y el material empleado, que se mantuvo claramente expreso en todo el edificio, es justificada por el jesuita Eduardo Ospina: "La Catedral de Manizales no está construida en 'estilo de cemento armado', pero sí está construida en cemento" (Esguerra, 1997:110).

La arquitectura del eclecticismo historicista en Venezuela no fue una excepción a esta compleja situación, por lo que sus más notables arquitectos recurrieron a diversos materiales y técnicas para lograr los efectos deseados, combinando aquellos que el intercambio comercial con Europa puso a su alcance con otros mucho más tradicionales, como el bahareque, la mampostería de ladrillos cocidos o la tapia, sin que a simple vista se distinguieran unos de otros.

La construcción con un material tan artesanal como el bahareque fue tratada en Venezuela hacia 1912 por el ingeniero Aurelio Beroes, quien exponía las posibilidades expresivas del material. El ingeniero se refería a los excelentes acabados que podían ser logrados en edificios de toda índole y la calidad que podía lograrse en la ornamentación de los mismos, por lo que podían perfectamente seguirse los cánones de la arquitectura internacional con la adaptación de un material autóctono.



**Foto 3:**  
Vista general de la Catedral de Manizales, Colombia. Julien Potty, 1929



**Foto 4:**  
Detalle de la Catedral de Manizales, Colombia. Julien Potty, 1929

Como contrapartida, vale la pena destacar el papel que tuvieron las piezas de cemento pre-moldeado para diferentes tipos de áticos y cornisas, barandas y escaleras de caracol que proliferaron en Caracas a principios del siglo XX. Es conocido el notable ejemplo de la Fábrica Nacional de Mosaicos Cellini, que producía tubos de cemento y distintos objetos de ornamentación a mediana escala, o la Casa González Velázquez Sucs., que produjeron y comerciaron materiales que, incluso, hoy son parte de la imagen de algunos sectores de Caracas.

## artículos

Entre los cambios notables en la cultura arquitectónica mundial, el concreto lentamente pasaba de ser un simple reemplazo de la mampostería a un interesante proceso de comprobación experimental de sus capacidades técnicas y expresivas, en que profesionales como Anatole de Baudot o Auguste Perret encontraron la expresión apropiada en la franqueza del material a la vista. El concreto lograría su propio papel en la arquitectura moderna, de acuerdo con sus posibilidades estructurales, a su expresión tectónica y a las calidades espaciales que podían lograrse con su uso. Lograría una “personalidad” definida en la obra de Maillart y más tarde Nervi o Le Corbusier, para terminar siendo un material que se adaptó a las intenciones de buena parte de los arquitectos modernos en el mundo entero.

### Norbert Paquet en Puerto Cabello: un claro antecedente en Venezuela

El ingeniero Norbert Paquet, representante de la Sociedad John Cockerill, de Searing, Bélgica, diseñó y construyó en 1895, cuatrocientos cincuenta metros de muelle en Puerto Cabello con una estructura metálica en que, a juicio de su contemporáneo, Manuel Cipriano Pérez, “la armazón de acero era por sí sola suficiente para resistir las cargas y choques probables”.<sup>2</sup>

Paquet declaraba haber ideado “un nuevo sistema intermediario entre la construcción puramente metálica y la mampostería” y expresaba “ésta es la primera vez que se piensa en utilizar el cemento y el concreto para revestir el hierro, aunque en otro sentido y a un fin opuesto se emplea el hierro en láminas, varillas y telas, para consolidar construcciones de concreto (Sistema Monier)” (Paquet en Arcila Fariá, 1961: v. 2, p. 336). La descripción del sistema y de la estructura del muelle representan la racionalidad de una nueva técnica apropiada a la función de una obra de infraestructura. Aquí el concreto era una protección frente al salitre y la humedad para los componentes metálicos de la estructura, postes de acero clavados en el terreno y vigas del mismo material para conformar una suerte de aporcicado.

**Foto 5:**  
Trabajos en el muelle de Puerto Cabello, con las vigas de acero recubiertas de concreto



Este episodio en Puerto Cabello es apenas un preámbulo al uso que tendría el concreto en años posteriores. Aquí era sólo empleado por sus propiedades de protección a la humedad –propiedades más conocidas para el momento–, como bien lo explica Paquet, tal vez al impacto de los barcos e, incluso, a los incendios.

### Alberto Smith en el terremoto de 1900: intuición ante la circunstancia

A pocos meses de ocurrido el terremoto que en octubre de 1900 estremeció a Caracas y aterrorizó a sus habitantes durante varios días, el semanario carqueño *El Cojo Ilustrado* publica los planos de unas casas “a prueba de temblores” que ofrecía el ingeniero Alberto Smith. La oferta se refería a un sistema constructivo, a través de modelos básicos de casas, susceptibles de adaptación al gusto y posibilidades de sus clientes.<sup>3</sup>

Los planos publicados en marzo de 1901 corresponden a edificaciones descritas como “criollas”, de un solo piso, con zaguán y patio, para ser construidas en terrenos medianeros. En el texto que las acompaña, Smith explica las cualidades y ventajas de las casas que ofrece. Comienza apoyando sus propuestas en la opinión que publicara el Colegio de Ingenieros durante el mes de enero siguiente al terremoto. Esta institución estableció que “el punto más importante que debe atender el constructor en Venezuela es la estabilidad y resistencia máxima en caso de temblores”.

El ingeniero destaca la recomendación que se hacía de “construcciones monolíticas de cemento y hierro, que son precisamente las que traigo, después de haberlas estudiado en Norteamérica”:

Estas casas irán construidas sobre vigas verticales de acero en doble T muy repetidas, enterradas en bloques de concreto, y ligadas a lo largo, ancho y por todas las divisiones del edificio por vigas también en doble T, horizontales, formando un conjunto trabado todo y de rigidez uniforme desde la fachada hasta la última viga posterior (Smith, 1901: s/n).

La construcción monolítica, ventaja característica del concreto armado, es lograda por Smith con perfiles de acero, empleados en elementos verticales, horizontales y diagonales. En cuanto a las paredes, insiste en hacer entender la unidad entre éstas y el esqueleto de acero que conforma la casa:

Las paredes exteriores serán de cuatro pulgadas de cemento armado o de seis pulgadas con flejes de acero al interior cogidos de viga a viga. Las interiores serán más delgadas y todas en cemento armado ligado a las vigas (*Idem*).

El llamado "concreto armado" es propuesto como recurso de seguridad que aparecerá poco tiempo después escondido tras las fachadas de las lujosas quintas construidas en El Paraíso para algunas familias notables de la ciudad. Se trataba de una tipología de vivienda distinta a la de los planos ofrecidos meses antes y, aun cuando las descripciones del ingeniero distan mucho de basarse en la composición académica clásica, el acabado de las viviendas era logrado con materiales de recubrimiento que ocultarían completamente el sistema constructivo empleado (acabado bastante deficiente, por cierto).

A pesar de haber empleado materiales que técnicamente parecerían muy sofisticados, tanto para los profesionales de la construcción en el país como para sus potenciales clientes, el resultado no difería mucho de las casas construidas con los métodos tradicionales: una quinta con el aspecto de un palacio, o también una casa de ascendencia criolla, a pesar de ser construida con acero, incluso los ornamentos. La nota que reseñaba en *El Cojo* la construcción de un edificio que se construiría en 1903 en la esquina de Traposos, en pleno centro de la ciudad, se refiere a la publicación de las quintas de 1901. El procedimiento constructivo propuesto por Smith aparece esta vez en un terreno entre paredes medianeras, como en un principio describiera el ingeniero.



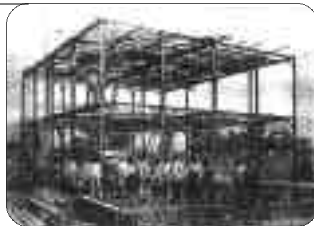
**Foto 6:**  
Planos de las casas resistentes a temblores



La construcción del edificio de la Comandancia de Armas en Caracas se inició en noviembre de 1901, fue detenida ese mismo año y reanudada en septiembre de 1903, siempre bajo la dirección de Alberto Smith. Fue recibido y entregado a su servicio el 22 de mayo de 1904. Era un edificio de dos pisos ... "montado en una armadura de acero, con una azotea en el cuerpo delantero, de cincuenta metros cuadrados, siendo el resto de los techos de hierro galvanizado y la fachada de mampostería" (*Memoria MOP 1905:40*).

Iniciado el mismo año en que las casas de El Paraíso, es difícil pensar que no se tratara de una estructura similar a las descritas en *El Cojo Ilustrado*, con fachada de mampostería, propicia para recibir los ornamentos imprescindibles a un edificio público representativo. Estaba ya comprobada la posibilidad de su empleo para cualquiera que fuera la disposición y usos que recibiera la edificación encargada.

**Foto 7:**  
Construcción a prueba de temblores: casa para el doctor M.M. Galavís en El Paraíso



**Foto 9:**  
Quinta del señor Carlos Zuloaga en El Paraíso, Caracas



**Foto 8:**  
Construcción contra temblores: casa para el señor López de Ceballos



**Foto 10:**  
Construcción a prueba de temblores en la esquina de Traposos



## artículos

El sistema ofrecido por Alberto Smith apuesta a la construcción monolítica para la resistencia a los sismos, con unos materiales modernos que facilitarían el proceso constructivo y que, además, ofrecían una confianza mayor que los tradicionales ladrillos cocidos de tantas paredes que cayeron en Caracas con el terremoto. Por tener de su lado la resistencia del metal resultaría como el sistema empleado por Paquet en Puerto Cabello, en lo que hoy día sería conocido como una estructura compuesta.

Con una intuición sorprendente, estos edificios con armadura metálica y con cerramientos de concreto vaciado en sitio serían la chispa que encendería una mecha que llegaría al desarrollo de una industria nacional de cemento y al auge definitivo del concreto armado en los años treinta, pues el ingeniero Smith se convertiría en toda una autoridad en la materia, sucedido, luego de su exilio en 1913, por la figura de Manuel Felipe Herrera Tovar, no sin antes dejar montada la fábrica que comenzaría a producir cemento venezolano a partir de abril de 1909.

### **2. Conejillos de Indias: edificios públicos para el ensayo del cemento nacional**

#### **La Fábrica Nacional de Cemento: el necesario apoyo oficial**

En 1907, Alberto Smith es enviado a Europa por el recién estrenado gobierno de Juan Vicente Gómez, donde se entrevista con conocidos expertos franceses y alemanes, en busca de recomendaciones y equipos para producir cemento venezolano. Era el momento adecuado, pues para hacer realidad el plan de carreteras iniciados en estos años habría que construir puentes y alcantarillas que requerían grandes cantidades de este material.

Hasta que fue inaugurada oficialmente, Smith se ocupó del proyecto de instalación de la fábrica. Para el momento de su viaje, su conocimiento sobre la producción de cemento se basaba en recientes e importantes trabajos alemanes y norteamericanos que le servirían para localizar a los expertos en la materia. Viajaría a Francia y a Alemania, "el primer centro industrial de cementos del mundo", para conocer los procesos, los espacios necesarios para su instalación y comprar la maquinaria.

Así, Smith seleccionaría el horno que habría de adquirirse, tomando en cuenta los datos locales sobre el precio del carbón, el jornal de los obreros, el transporte y, lo que es más importante, la constancia del sol y la temperatura, lo que daría enormes ventajas "sobre análogos industrias en aquellos climas" y ahorrarían al proceso túneles secadores. Después de razonar el proceso de selec-

ción de la maquinaria y el rendimiento que las mismas ofrecerían una vez instaladas en el país, el ingeniero compartiría la moraleja de su trabajo:

Esto prueba, una vez más, que el descuido de las circunstancias locales, al influjo de ideas preconcebidas en el estudio de libros escritos para otros medios bajo las más opuestas circunstancias, puede hacer negativos los beneficios de las mejores industrias al querer transportarlas ciegamente, sin las consiguientes modificaciones de lugar y medio (Smith 1911:141).

Como gerente de la empresa, Smith publica en 1911 un informe que describe la planta, su producción y la calidad de este cemento portland nacional. El ingeniero muestra un estudio comparativo de las pruebas a tracción de las "resistencias de las diversas marcas de cementos venidos a Caracas". El informe termina con los resultados de las pruebas e insiste en que éstas habían sido verificadas en "cerca de cien obras públicas y particulares en que ha sido empleado, durante los dos años que hace lo estamos vendiendo" (Smith, 1911:148-149).

Varios años después, el aviso comercial de Urdaneta & López, uno de sus distribuidores, se refiere al cemento nacional como "un artículo de superior calidad, 30% más barato que el importado". El Estado participa de varias acciones industriales por estos tiempos, como las empresas de telares, lactuarios y la fábrica de jabones, algunas con participación privada de capitales ligados al gobierno, pero pocas pudieron ofrecer tantas ventajas como la creación de la Fábrica Nacional de Cemento, lo que permite identificar un momento clave en que los proyectos del Estado tienen una estabilidad, una coherencia y una empatía con la construcción privada, cuyo producto fue tangible en el corto plazo.

La gestión del Estado, imprescindible para la introducción de nuevos materiales y técnicas en las obras públicas, fue fundamental para la comercialización entre los constructores privados del producto nacional que recién comenzaba a ser lanzado al mercado.

### **Edificios para el centenario de la Independencia**

En la política de obras públicas, gomecista, principalmente de infraestructura territorial, hay una clave importante para el proceso de producción de nuevos materiales para la integración de nuevas tecnologías a la arquitectura venezolana. La conmemoración del centenario de la Independencia resultó una excelente oportunidad para realizar obras públicas con varios usos en distintos lugares del país.

Para tan importante fecha, un decreto presidencial ordenaba, entre otras obras de infraestructura, la construcción de un edificio para la Biblioteca Nacional, un edificio a prueba de incendios para la Oficina Principal de Registro Público y Archivo Nacional, un edificio para Operaciones Quirúrgicas, en las inmediaciones del Hospital Vargas, y un edificio de Correos y Telégrafos Nacionales (*Memoria MOP 1910:xxvi-xxvii*). Se especificaba claramente que el edificio a prueba de incendios para la Oficina Principal de Registro Público y Archivo Nacional sería construido en concreto armado, por ser el material que mayores ventajas ofrecía a su uso.

La planificación del edificio, con patios aislantes de las estructuras vecinas, sería consecuente con la intención de proteger su contenido:

Para que el edificio de los Archivos resulte a prueba de fuego, han quedado excluidos de su construcción todos los materiales combustibles, principalmente la madera, adoptándose para los muros, pisos y cubierta una construcción monolítica de cemento armado, reconocida universalmente como la más eficaz para el efecto, y la cual reúne la ventaja incuestionable de resistir mejor que ninguna otra a los movimientos sísmicos (*Memoria MOP 1911:159*).

Efectivamente, las ventajas ofrecidas con el uso del cemento para este tiempo son la resistencia a los sismos y al fuego sin debilitamiento. Justamente, esa era la virtud que se destacaba en Ciudad de México en un artículo que daba cuenta de las pruebas a las que se sometió el material por parte del ingeniero Daniel Garza: "...una pieza de cuatro metros por lado, construida toda con "hormigón" y cuyo techo era una bóveda plana hecha del mismo material". Se destaca que con este sistema constructivo "...las paredes y los techos de las casas resisten por completo a las mayores temperaturas, lográndose así, de un modo práctico, evitar los desplomes en caso de incendio y aun la propagación del fuego"... "También es de notar que las paredes y techos construidos por este sistema resisten pesos enormes". A pesar del tono periodístico y celebrativo de la reseña, se aprecia acertadamente ... "que el sistema de construcción que con tanto éxito acaba de experimentarse, constituye una verdadera revolución en la arquitectura moderna" (artículo de prensa reproducido por Barros y Buenrostro, 1996:77).

El Edificio de Telégrafos Nacionales, reportado en construcción en la *Memoria del MOP* de 1911, era la reforma del antiguo Cuartel de San Mauricio, al que se demolieron casi todas las paredes interiores. El ingeniero director de la obras, Luis Briceño Arismendi, se excusa por no emplear el cemento en todo lo posible:



**Foto 11:**  
Edificio del Registro Público y Archivo Nacional. Manuel Felipe Herrera Tovar, 1910-1911

Se pensó al principio hacer las nuevas paredes de concreto armado, pero queriendo aprovechar la gran existencia de materiales de demolición del antiguo edificio, se resolvió construir los muros principales de mampostería de piedra" ... "se ha procurado usar el cemento armado en todas las otras partes del edificio en que ha sido posible aplicarlo, tales como columnas, entresuelos, platabandas, azoteas, lumbres, etc. (*Memoria MOP 1911:156*).

A la vez que se excusa por no poder responder a la política de empleo del material que recién comenzaba a producirse en el país, Briceño Arismendi delata su consideración del concreto como material con propiedades estructurales aún inciertas, intercambiable, de hecho, con la mampostería de desechos de la demolición de los antiguos muros del Cuartel.

Con la construcción de estas obras públicas conmemorativas se produjo el efecto deseado sobre el consumo del cemento nacional, pues Alberto Smith, en el citado informe de 1911, afirma que el "incremento extraordinario" de las obras públicas para el centenario habría superado el promedio que se tenía de consumo de cemento en todo el país (*Smith, 1911:140*).

Para estos años, muchos profesionales empleaban indistintamente los términos cemento armado o concreto armado para referirse a las losas armadas con cabillas o apoyadas en perfiles doble T. Poco después de terminados los edificios decretados por el Centenario, hacia 1916-1917, Rafael Seijas Cook proyecta y construye el Resguardo de Sal en Maracaibo, edificio que presenta una nueva imagen para el repertorio formal de la arquitectura venezolana además del empleo de materiales y técnicas justificadas convenientemente en la condición del edificio, su durabilidad y resistencia. En su construcción, el arquitecto trabajó con fundaciones sobre pilotes "que soportan las

## artículos

vigas de cemento armado construidas en el sentido longitudinal de la obra, donde se apoyan los muros y la plancha de cemento armado que constituye el piso". La *Memoria del MOP* reproduce los cálculos de todos los elementos estructurales, aun cuando "en el curso de la construcción se usaron algunos útiles y materiales distintos a los que usaron como base para efectuar estos cálculos, por ejemplo, rieles en lugar de cabillas para el cemento armado, etc." (*Memo - ria MOP 1918:165-170*).

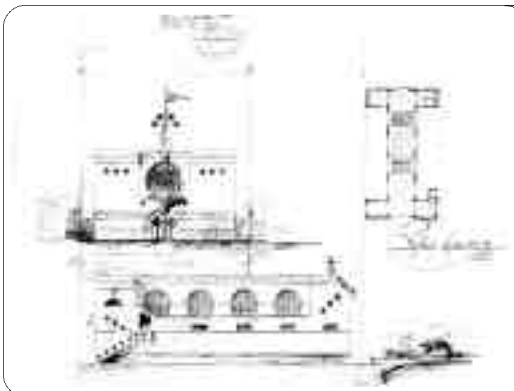
Aunque la sustitución de materiales es apenas mencionada por Seijas Cook, ésta es muy relevante en cuanto al funcionamiento estructural de la losa, pues del armado con cabillas a la losa armada con rieles, el cambio resultó en un sistema estructural distinto e innovador. Sin embargo, la inclusión de los cálculos es indicativa de lo interesante que aún resultaba para el personal del MOP el proyecto de las estructuras en concreto, y el proceso de ensayo que representaban los edificios para la aplicación de cálculos y tablas que debían adaptarse a la disponibilidad de concreto nacional e importado de distintas procedencias y, por tanto, con diferentes propiedades.

Con los inconvenientes que presentó la Primera Guerra Mundial para el comercio internacional, el auge que traería el empleo del concreto en las obras públicas se vería frenado por el alto costo del transporte del material de hierro, aún no producido en el país. El concreto armado debió esperar unos años a que la situación mundial se regularizara y el nuevo mapa económico ajustara los precios de materiales y transporte. Mientras tanto, los profesionales de las obras públicas en Venezuela continuaban trabajando.

### **Manuel Felipe Herrera Tovar: cálculos comprobados en edificios públicos**

La separación de estructura portante y ornamento, definida de manera diversa por arquitectos como Louis Sullivan o Adolf Loos, fue una clave importantísima para la evolución de la arquitectura moderna internacional, pues surgió de la comprensión estructural de los edificios y permitió la evolución de las formas de acuerdo con la función y los materiales como elementos asociados pero no inseparables.

Coincidentalmente, criterios similares son enunciados por Manuel Felipe Herrera Tovar al referirse a la arquitectura exterior del edificio para Registro Público y Archivo Nacional. El ingeniero expresa:



**Foto 12:**  
Depósitos de sal de Maracaibo.  
Rafael Seijas Cook, 1917

...en su composición se ha tenido especial esmero en poner de manifiesto el sistema de construcción empleado en cada una de sus partes, pues que pres-tándose el cemento armado para los detalles decorativos, se reservaron en la fachada partes lisas para ser construidas con aquel material, que sirviendo como de esqueleto sólido, constituyera la parte constructiva del edificio, y apoyadas en ella es que se construirán con materiales mejor apropiados las partes ornamentales que se agrupan principalmente alrededor de la entrada y de las luces en general. Este procedimiento, esencialmente racionalista ha permitido dar a la fachada un carácter especial bastante en armonía con el destino del edificio (Herrera Tovar, 1911a:134).

La racionalidad que describe Herrera Tovar en la aplicación del ornamento sobre las paredes de concreto es también característica de la planta del edificio. Ésta es una composición simétrica en que el concreto es usado en sustitución de la mampostería, con las paredes de los espacios principales de mayor espesor que las tabiquerías en los depósitos y con una escalera de "cemento armado" contenida en uno de los espacios. Las losas, armadas con cabillas, y acían sobre el entramado de paredes portantes, también de concreto.

Al mismo tiempo que se construía el Edificio de Registro Público y Archivo Nacional, Herrera Tovar –quien para el momento era Jefe de la Sala Técnica del MOP– realizaba los ensayos para lograr unas constantes específicas del cemento armado con el material producido en el país. En la publicación de las mismas, el ingeniero se refiere al proceso de aceptación del cemento en las construcciones venezolanas e indica que correspondía al Ministerio de Obras Públicas establecer normas para su uso. Las constantes específicas del cemento armado serían un sistema de tablas para calcular su resistencia que resultó extremadamente útil para los ingenieros venezolanos, que resu-



mian el resultado de ensayos por flexión del material, de los cuales se presentaron gráficos y tablas, además del aparato para ensayar las piezas de cemento.

En 1916 se confía a Herrera Tovar la revisión del proyecto de la cúpula de la Iglesia Matriz de San Cristóbal, propuesta por Seijas Cook. A las intenciones formales del arquitecto-poeta, el ingeniero responde con criterios sumamente racionales:

Considero preferible la construcción de la cúpula de cemento armado propiamente dicho, y no la construcción mixta que resultaría de la introducción de estructuras metálicas, fundidas o laminadas...sin soluciones de continuidad, que vendrían a provocar en porvenir grietas, filtraciones y otros inconvenientes que conviene evitar (*Memoria MOP 1917:504*).

En este dictamen, Herrera Tovar diferencia claramente la estructura compuesta "sin soluciones de continuidad", del concreto armado. La preferencia del concreto ante la posibilidad de una estructura metálica se fundamentó, entonces, en la confianza a las estructuras monolíticas, puesto el proyecto inicial de Seijas Cook planteaba una estructura compuesta de perfiles metálicos y concreto, con una cubierta de vidrio en la linterna justificada en criterios muy efectistas, lo que a un ingeniero como Herrera Tovar parecería un inexcusable delirio de artista.

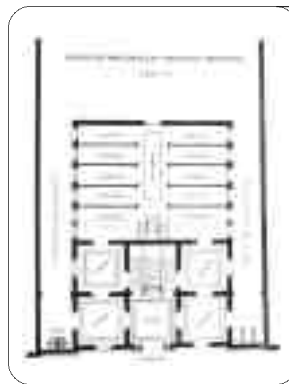
El trabajo de Herrera Tovar continúa y durante la siguiente década, en julio de 1923, presenta al Colegio de Ingenieros un estudio con fórmulas para el cálculo de vigas T, vigas rectas de sección cuadrada y losas de concreto armado. El ingeniero provee, con su trabajo a toda una generación de profesionales de la construcción, de una serie de herramientas basadas en su propia experiencia y en la comprobación práctica por parte de quienes trabajaron para ese tiempo en el MOP.

En los años veinte vuelven a ser publicadas las constantes específicas del cemento armado. A estas responde Luis Bello Caballero con su uso de las cabillas de sección cuadrada en las construcciones de cemento. En su texto, el autor reconoce la importancia que ha tenido el trabajo de Herrera Tovar:

...publicado por primera vez en 1911 se refiere únicamente a las cabillas de sección circular...esta razón me ha obligado, en consecuencia a referir las fórmulas del Dr. Herrera Tovar a las cabillas de sección cuadrada. Así es que sólo sumaré algunos datos nuevos al importante trabajo citado, acerca del cual es inútil

hacer cualquier elogio, ya que todos nuestros ingenieros lo consideran como la base principal de sus cálculos" (Bello Caballero, 1923b:129).

En estas palabras queda asentada la importancia que tuvo el trabajo de Herrera Tovar para el desarrollo de la construcción en concreto armado en el país y como pilar fundamental para la formación de los jóvenes ingenieros que adquirieron experiencia profesional bajo sus instrucciones.



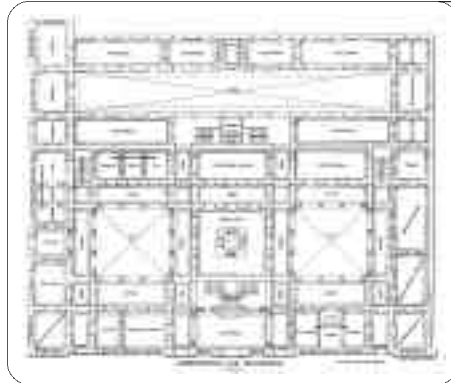
**Foto 13:**  
Planta y fachada del Edificio del Registro y Archivo Principal. Manuel Felipe Herrera Tovar. 1911



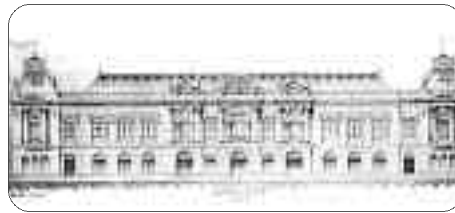
### Alejandro Chataing: nuevos materiales en el negocio de la construcción

La arquitectura de Alejandro Chataing refleja claramente las referencias historicistas empleadas bajo un eclecticismo y un desbordamiento ornamental sin precedentes en la arquitectura venezolana, siempre bajo una rigurosa composición que adaptó los edificios a las condiciones urbanas dominantes en cada terreno. Así, la importancia de la obra de Chataing, no sólo reside en la cantidad de edificios que proyectó y construyó, sino en la composición rigurosa de las plantas y el carácter logrado en las fachadas de sus edificios, además de la aplicación de nuevos materiales y técnicas.

# artículos



**Foto 14:**  
Ministerio de Hacienda, Caracas.  
Alejandro Chataing, 1905-1907



Un edificio de gran importancia en su carrera, la Academia Militar en La Planicie, con sus bovedillas de concreto armado con perfiles doble T, fue tal vez su primera experiencia con el uso del material a gran escala. Sin duda, la obra más importante de Chataing durante esos años sería la sede del Ministerio de Hacienda. En su hermosísima planta se evidencia la calidad del trabajo de este arquitecto, maestro en el uso de los recursos del eclecticismo historicista. Así, sin mucha preocupación por la ortodoxia tecnológica, el arquitecto expone la alegre mezcla de técnicas y materiales en su edificio, con "entrepisos de cemento armado, muros de mampostería mixta y de ladrillos; los arcos de ladrillo y de cemento armado; los entrepisos, en parte de madera y en parte de cemento armado" (*Memoria MOP 1907*:13).

El empleo del concreto para losas con muros de mampostería sería un modelo particularmente repetido en los edificios de Chataing. Unos años más adelante, la descripción de dos proyectos para elección de la cubierta para el estanque del Acueducto de Maracay ofrece claramente las características de las losas compuestas empleadas por el arquitecto para estos tiempos:

...uno consiste en una losa de cemento armado, extendida sobre rieles de ferrocarril, y éstos a la vez soportados por vigas de hierro en doble T, apoyadas sobre pilares de ladrillo y sobre los brocales del estanque; y otro, idéntico al anterior, con la sola variante de sustituir los rieles por vigas de madera (*Memoria MOP 1916*: v.1, p.143).



**Foto 15:**  
Nuevo Circo de Caracas.  
Alejandro Chataing, 1917-1919

Un cambio importante en el uso de las estructuras de concreto en la carrera de Chataing, sería la construcción del Nuevo Circo de Caracas. Inaugurado el 26 de enero de 1919, con una capacidad que llegó a las diez mil personas, frente a las seis mil que podía llegar a albergar el circo metropolitano, era una iniciativa privada del General Eduardo G. Manera y un grupo de accionistas. Citas a la prensa que reseñó su inauguración se

refieren a "las toneladas de sacos de arena que las gradas sostuvieron durante las pruebas de resistencia, inmovibles, son prueba de la solidez de la formidable estructura de hierro y cemento". Ésta, por primera vez, era un apoticado de concreto armado, consistente en una trama estructural de tres vigas anulares concéntricas que soportan las vigas inclinadas, a pequeños intervalos, sobre las cuales se vaciaron los escalones de la gradería que permitió la mayor concentración de personas hasta entonces vista en el país. Nuevamente, la estructura se vincula a la composición. La geometría contribuye en gran medida a armar la estructura y la disposición radial de las vigas que recibirían las gradas responden a las vigas concéntricas.

Éste es un momento clave en su carrera, viaja a Estados Unidos con el fin de negociar el material metálico necesario para la construcción del edificio. Allí debió comenzar su vinculación con las importantes compañías norteamericanas que su oficina representó comercialmente durante varios años. Se inicia, entonces, su incursión en el comercio de los materiales de construcción y en el uso de los mismos para sus obras posteriores. Seguramente, entonces, sus clientes, tanto públicos como privados, pagarían por los servicios del conocido arquitecto y comprarían a la oficina los materiales necesarios para la construcción de sus edificios.

En junio de 1923 es publicado un trabajo leído por Luis Bello Caballero en sesión del Colegio de Ingenieros sobre el empleo del *self-seltering* en las construcciones de concreto armado. En éste, el ingeniero describe el material, consistente en “una malla romboidal reforzada por nervios” y explica:

Su gran ventaja es su rigidez, que permite aplicarlo para placas de cemento armado sin el entablado. La superficie adherente entre el hierro y el concreto presenta con este material un aumento considerable, comparada con la que presentan las armaduras de cabilla. La repartición de los esfuerzos es más uniforme en todos los sentidos, gracias a la forma de la malla (Bello Caballero, 1923a:96).

Este ingeniero trabajaba con Alejandro Chataing y su hijo Luis Eduardo, entonces estudiante, en el proyecto y la construcción del Hotel Miramar en Macuto. No sorprende que el artículo con fines promocionales de Bello Caballero fuera seguido de los avisos comerciales de la oficina de Chataing, representante de The General Fireproofing Co. en 1925.

El Teatro Ayacucho de 1925 era otro edificio producto del capital privado. Esta vez en un terreno entre medianeras, el arquitecto vuelve al esquema de los muros de mampostería reforzados que recibieron las vigas de acero que sostenían las losas para el patio y los balcones. Algunos de ellos con dimensiones sorprendentes para un edificio de modestas proporciones, los perfiles de acero cruzaban todo el ancho de la sala y sostenían las losas armadas con *self-seltering* y las cerchas de madera que constituían el techo del teatro.



**Foto 16:**  
Aviso comercial de la Oficina de Arquitectura de Alejandro Chataing

Puesto que las formas del eclecticismo no concebían la vista de los elementos estructurales al desnudo en un edificio como el Teatro Ayacucho, el primer cine construido con este propósito en la capital,

pesados rellenos de ladrillos ocultaban el acero y mostraban al visitante un sólido elemento apoyado sobre las columnas de orden compuesto. Convenientemente frisadas, las vigas recibían pinturas ornamentales con la estética del art-déco. En este edificio, el concreto también fue empleado para la construcción de las escaleras que conducían al primer balcón. La escalera de concreto armado era ya una experiencia que varios arquitectos venezolanos habían ensayado en edificios públicos y privados.



**Foto 17:**  
Teatro Ayacucho. Alejandro Chataing, 1925

## artículos

La obra póstuma de Alejandro Chataing, el Hotel Miramar en Macuto, es una impecable composición de planta en cruz con muros de concreto y entrepisos reforzados con acero y bovedillas. Una estética particular para algunos elementos arquitectónicos, como los capiteles de las columnas y las cornisas, adecuaba la arquitectura de tradición clásica a la imagen de hotel tropical que se promocionó desde el concurso en 1925. El lujoso edificio, inaugurado en 1928 con todos los servicios necesarios para clasificar como el primer hotel de turismo que tuvo el país, es una mole de concreto cuya volumetría domina claramente sobre la ornamentación.

Todos estos edificios tienen plantas de composición académica con gran énfasis en la ornamentación adecuadas al carácter del edificio. Este prestigioso arquitecto, quien trabajó con capitales privados como con capital público, hizo de la construcción en concreto una experiencia importante de su carrera y contribuyó con ello a la incorporación definitiva del material a la arquitectura venezolana. La racionalidad clásica, contribuyente con la constructiva, se impuso en la arquitectura de Chataing.

A este uso racional de sistemas y materiales se une la búsqueda de un lenguaje ornamental propio para la arquitectura local. La imagen ecléctica de sus edificios esconde la búsqueda de combinaciones de texturas, materiales, colores y diseños adecuados a una arquitectura que adecuara la imagen de la modernidad europea a los usos y el paisaje de Caracas y sus alrededores. La obra del arquitecto más importante en Venezuela durante los primeros treinta años del siglo XX está, entonces, en el borde de la modernidad.

### 3. El auge hacia 1930: el concreto en la arquitectura moderna

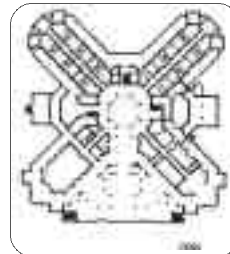
#### Publicaciones nacionales y extranjeras

El entusiasmo por el concreto armado y sus ventajas hacia la tercera década del siglo XX vino apoyado en la publicación de trabajos de investigación y experiencias de profesionales nacionales y algunos extranjeros en las revistas especializadas del país. El auge que recibiría el material para la construcción de losas y de edificios aporticados, recibía ahora la suma de conocimientos y experiencias prácticas acumuladas en la construcción pública y privada.

Así, la *Revista Técnica del MOP* y la *Revista CIV* contienen la traducción de artículos que promocionan el uso del concreto armado, tanto para la arqui-



**Foto 18:**  
Hotel Miramar, Macuto.  
Alejandro Chataing, 1925-1928



tectura como para obras de infraestructura y reseñan la recepción de publicaciones referidas al

cálculo y ventajas de las técnicas constructivas basadas en el concreto, además de la publicidad de empresas constructoras y vendedoras de materiales de construcción que subrayan la disponibilidad de todo lo necesario para construir en concreto armado. La dinámica agrupación gremial reseña, además, las publicaciones recibidas para su biblioteca, entre las cuales destacan por su calidad y cantidad las referidas al cálculo de estructuras en concreto.<sup>4</sup>

En 1923, al recién graduado Luis Bello Caballero le habían sido publicados dos proyectos en la misma *Revista del Colegio de Ingenieros*, además del artículo ya mencionado sobre el empleo del *self seltering*. Sus trabajos ofrecen la imagen de un profesional activo que participa del debate sobre los materiales y técnicas de uso común en la arquitectura venezolana del momento, además de su interés por los temas de actualidad en la arquitectura, como lo prueba su artículo en referencia al libro de E. Weiss, titulado *El rascacielos*.<sup>5</sup>

En octubre de ese mismo año, el número 10 de la *Revista del Colegio de Ingenieros* estuvo completamente dedicado al tema del concreto armado, cerrando así toda una temporada de publicación de proyectos y cálculos, notas y bibliografía por parte de profesionales como Herrera Tovar, Bello Caballero o Centeno Grau.<sup>6</sup> Y es que en la década de los veinte se seguía empleando sistemáticamente el concreto para la construcción de entrepisos sobre muros de mampostería.

En 1933, en los tiempos en que el concreto armado comenzaría a cobrar la importancia que definitivamente tendría para la arquitectura moderna de Venezuela, el Edificio de la Dirección General de Correos fue descrito por su diseñador, Horacio Soriano, como una "obra típica" en estos materiales, "...el más propio para garantizar una construcción que puede ser afectada de

incendio" (Soriano, 1933:5).<sup>7</sup> Las fotografías del edificio en construcción muestran un entramado de cabillas cruzado por los encofrados para vigas de concreto. Se descartan en este edificio las vigas de acero como opción para sostener la losa.

La planta del edificio se organiza alrededor de un patio cubierto, de acuerdo con el razonamiento funcional de las labores de la institución, claramente descritas por Soriano. La fachada, diseñada por el entonces joven arquitecto Luis Eduardo Chataing, muestra un edificio pleno de las referencias neohispanas de los años treinta en Caracas, mientras que su interior evidencia un espacio en el que se observan claramente las vigas principales entre cada columna y el espacio liberado por el correcto uso del sistema constructivo. La liberación del espacio con el aporcado de concreto y su justificación en las necesidades funcionales del edificio son, sin duda, el prolegómeno a su Edificio de Bultos Postales en La Guaira.

En 1934, José Antonio Vizcarrondo describe las desventajas de las construcciones con esqueleto metálico ante los sismos, debido a la heterogeneidad que representa el sistema, y ante el fuego, a causa de las sobrefatigas "que pueden causar el límite de la ruptura". El ingeniero expresa:

El pensamiento del técnico recurre inmediatamente, como solución al arduo problema propuesto, a la aplicación de los modernos procedimientos basados en el empleo del cemento armado, del cual la experiencia ha dado brillantes pruebas.

El concreto ha sustituido, en la teoría y en práctica, muchas de las ventajas que en algún momento fueron conferidas a las armaduras metálicas. Más de treinta años después que Alberto Smith lograra sus "estructuras monolíticas de hierro y cemento", los ingenieros venezolanos se dedican al estudio de las estructuras de concreto armado para lograr edificaciones sismorresistentes y pueden precisar, además, que "son muchas las ventajas constructivas del concreto armado, ya que con su empleo se obtiene rapidez en la ejecución, rigidez, incombustibilidad, duración que es casi indefinida, impermeabilidad, higiene y economía" (Vizcarrondo, 1934:1123).<sup>8</sup>

De esta época son los avisos comerciales de la Fábrica Nacional de Cemento, también en la *Revista del Colegio de Ingenieros*, que presentan conocidos edificios de reciente construcción con capitales privados, como la Casa Belga del arquitecto Gustavo Wallis. Sin embargo, los cementos importados seguían representando

una dura competencia, en tanto su calidad, costos y disponibilidad en los puertos lo harían sumamente accesible para muchos constructores. En las obras públicas y privadas eran empleados cementos de procedencia norteamericana, cubana, española, italiana y, sobre todo, alemana.

Contemporáneamente, la *Revista Técnica del MOP* presenta un artículo titulado "Construcción de hormigón armado para la América del Sur", que presenta las ventajas del concreto armado como "una clase de construcción que tiene excelentes propiedades especialmente adaptables a los países tropicales y es adecuada para una variedad de usos en las estructuras", tanto en la ornamentación –un uso muy conservador frente a las ventajas que ya eran del dominio común de los profesionales– como en la innovación estructural en la arquitectura y en obras civiles de cualquier tipo. El artículo termina concluyendo claramente que las construcciones de hormigón armado han demostrado que poseen mayor resistencia a los movimientos sísmicos, se adaptan a lugares expuestos a los choques y efectos vibratorios de los temblores, son resistentes al fuego, a las heladas y otras influencias atmosféricas (Buhr, 1935:48-53).



**Foto 19:**  
Edificio Dirección General de Correos, Caracas. Horacio Soriano/Luis E. Chataing, 1933-1934. Planta de las armaduras del tercer piso antes de vaciar el concreto

**Abajo:**  
Edificio Dirección General de Correos. Horacio Soriano /Luis Chataing, 1934



## artículos

Para esta década, es ya del dominio de los profesionales de la construcción todo el cúmulo de ventajas que podía ofrecer el concreto armado. Desde los primeros años del siglo, cuando Smith propusiera sus casas a prueba de sismos, pasando por los cálculos de Herrera Tovar, las experiencias de Chataing y otros.<sup>9</sup> En 1933, la Fábrica de Cemento Samper, en Colombia, amplía su fábrica para satisfacer la demanda nacional del material (Arango, 1989:195). Un par de años más tarde, el Edificio Kavanagh en Buenos Aires logra convertirse por bastante tiempo en el edificio más alto del mundo con estructura de concreto armado. La adecuación formal y la técnica empleada para su construcción hacen de él un excelente ejemplo que permite ubicar la realidad de la arquitectura en el contexto latinoamericano a mediados de la década de los treinta.

En estos años, los arquitectos venezolanos inician las exploraciones formales y funcionales de la arquitectura moderna. Aun cuando el empleo del concreto todavía tardaría casi veinte años en convertirse en motivo de diseño estructural, no es difícil pensar en el aumento de su consumo con el crecimiento expansivo de la ciudad a partir de la década de los treinta. El concreto armado es, junto a las paredes de mampostería y otras técnicas artesanales, el telón de fondo para nuevas experiencias formales.

### El concreto armado tras nuevas y viejas tendencias formales

Es la década de los treinta la que verá aparecer las primeras manifestaciones de la arquitectura del movimiento moderno en Caracas y otras ciudades. Una arquitectura que manejará con desenvoltura la asimetría y que empleará el concreto en columnas, vigas y losas de concreto armado en una contradictoria combinación con muros de mampostería de ladrillos suficientes para sostener por sí solos la mayoría de los edificios.

Un estudio específico sobre el uso del concreto en las obras públicas y privadas de los principales arquitectos de los años treinta en Caracas enriquecería notablemente en conocimiento sobre la arquitectura moderna en Venezuela. Sin embargo, una mirada panorámica permite asomar algunas hipótesis sobre el tema que darían pie a futuros trabajos de investigación. Por ejemplo, Luis Malaussena estudiaría en la Escuela de Bellas Artes de París en los mismos años en que lo haría Villanueva, y como en Malaussena, no hay para este momento en el discurso de Villanueva un razonamiento que justifique los sistemas constructivos empleados o el diseño de sus edificios. Las primeras obras de Villanueva en Venezuela, la Maestranza y el Hotel Jardín de Maracay, reflejan la formación académica

del arquitecto y se adaptan a los materiales y técnicas comunes en las obras públicas del país. El Hotel es un conjunto en que es notable la preocupación por otros temas que luego serán fundamentales en la obra del arquitecto, como la correcta ventilación y la protección ante el clima pero, sin duda, sin demasiadas consideraciones por el valor que el diseño de la estructura puede cobrar en la experimentación de los espacios.

Casi al mismo tiempo, el variado lenguaje formal de Manuel Mujica Millán comenzaría a hacer uso de las técnicas y materiales que los profesionales de la década de las veinte hicieron ampliamente disponibles en el país. Detrás de la imagen asimétrica, con o sin aditivos ornamentales, se emplean con mesura las losas de concreto con perfiles doble T y malla de acero, los cerramientos de ladrillos frisados se integran a los sencillos aporcados e, incluso, permiten la búsqueda de un nuevo repertorio volumétrico. Así, fueron comunes las escaleras contenidas en volúmenes cilíndricos que protagonizaron la fachada de muchas quintas.



Foto 20:  
Aviso comercial en la *Revista CIV*, n° 109, julio-agosto, 1935

Por otra parte, las vigas de acero de los entrepisos, revestidas con chapilla de madera, se convirtieron en parte de la imagen interior de muchas de estas casas. Todo esto sugiere una racionalización de la relación entre la geometría, el carácter y la búsqueda espacial, en que la estructura sigue estando sometida a las búsquedas compositivas del arquitecto. Los métodos constructivos se escapan de los modelos historicistas académicos para adecuarse a la asimetría en el neocolonial o en la volumetría cúbica de la modernidad.<sup>10</sup>

En la sede del Ministerio de Fomento, Carlos Guinand mantiene el sistema que ya se había hecho tradicional y describe: "En toda la construcción se ha adop-

tado un sistema mixto: muros de ladrillos reforzados por pilares y vigas de concreto armado. El techo del edificio es todo de azotea" (Guinand, *Memoria MOP 1934:447*). En la planta se observa la modulación de los espacios de acuerdo con una composición que, sin duda alguna, corresponde a la dimensión de los perfiles doble T empleados en los entresijos, tal como lo evidencia la foto del edificio en construcción. Los muros siguen siendo dominantes. Sobre ellos se apoyan, de la misma manera que lo hiciera Chataing a principios de siglo, las losas de concreto armado con pilastras de refuerzo en los lugares de mayor compromiso estructural.

Será hasta el Edificio de Bultos Postales en La Guaira, construido por Luis Eduardo Chataing también en 1934, cuando finalmente el empleo de un aporte de concreto armado se justifique en la liberación de la planta, en una razón de conformación espacial:

Dada la naturaleza del servicio, el cual requiere el máximo de espacio libre y una constante e inmediata vigilancia, nos pareció la más indicada para el edificio una construcción esquelética, constituida por columnas de concreto armado... y hacer después las divisiones necesarias con tabiques de malla de alambre o rejas de hierro.

En consecuencia, no resulta extraño que el arquitecto encontrara más adecuado "sustituir el estilo colonial de edificio de la Aduana por el que aparece en la fachada de este proyecto por juzgarlo más conveniente para la iluminación, ventilación y servicio que prestará la nueva obra, cuyo fin, esencialmente utilitario, queda así aún más acusado" (Chataing, 1934:1-2).

Ese estilo que Luis Eduardo Chataing no menciona, "el que aparece en la fachada", es el art-déco, recibido por varios de los profesionales venezolanos con toda la algarabía que representaban los cines en una Caracas que vio surgir repentinamente salas para el nuevo arte en cada esquina, con la sencillez y elegancia de unas formas que tomaban la composición simétrica clásica para que recibiera elementos ornamentales de claras líneas geométricas.

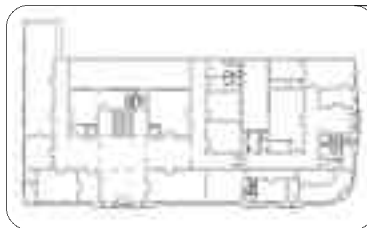


**Fotos 21 y 22:**  
Quinta N° 27, Campo Alegre. Manuel Mujica Millán, 1931-32.  
Quinta Las Guaycas, Campo Alegre. Manuel Mujica Millán, 1931-32

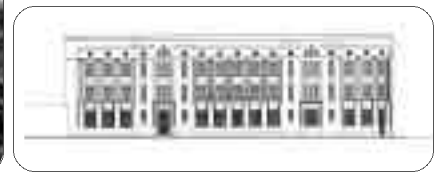


Tal como los arquitectos del eclecticismo historicista de tradición académica, poco ocupados del razonamiento estructural de sus edificios, así mismo surgirían los primeros experimentos de los arquitectos modernos venezolanos. Fue la opción de una arquitectura que, separada en sus componentes volumétricos y ornamentales, representaba una nueva imagen de modernidad en que las estructuras

de concreto se combinarían con los materiales tradicionales de los muros de mampostería.



**Foto 23:**  
Ministerio de Fomento, Caracas. Carlos Guinand Sandoz, 1934



**Foto 24:**  
Edificio de Bultos Postales, La Guaira. Luis Eduardo Chataing, 1934

## artículos

Mucho más osado en el uso del concreto armado para su estructura y para la conformación de la planta había sido el Hotel de Rancho Grande, en el camino hacia el puerto de Turiamo. Para la adecuación del edificio a la pendiente, el ingeniero André Potel esbozó en 1933 una planta asimétrica base de un volumen de líneas horizontales. Los muros, las vigas y columnas fueron realizados en concreto armado, y para liberar la vista desde el pasillo de las habitaciones, el ingeniero planteó una estructura en cantiliver sumamente atrevida en el contexto de las edificaciones de esa misma época. Tanta consistencia se quedó inconclusa en medio de la agresiva vegetación tropical, dejando las sensacionales ménsulas en el pasillo exterior al descubierto, casi como un testimonio de un valiente intento de arquitectura moderna, interrumpido con la muerte de Juan Vicente Gómez, su entusiasta promotor.

Al final de esta década, entre los proyectos para el concurso de la sede del Colegio de Ingenieros de Venezuela en 1939, Luis Eduardo Chataing acompañaría su propuesta con un discurso que explicaba:

la fachada dará carácter arquitectónico al edificio ... en un estilo que hoy quizá podríamos llamar Neoclásico, que sin dejar de ser moderno, está muy lejos de la arquitectura hoy tan en boga que por estar en completa evolución consideramos poco conveniente para un edificio que es de esperarse durante mucho tiempo será la sede del Instituto (Chataing, citado por Gasparini y Posani, 1968:345).

Lo moderno en la propuesta de Chataing es la asimetría de la planta, aunque en su discurso quisiera hacer aparecer su trabajo como una imagen pseudo-eterna para una respetable institución con serios propósitos científicos. Así, el discurso resulta divorciado de la planta, del juego de volúmenes y patios, más asociables con la luz con que el arquitecto justificaba el aporricado de concreto en su edificio de 1934.

El conflicto arquitectónico involucraba, evidentemente, la imagen de la institución a través del edificio –el carácter arquitectónico– que estaba en juego si se empleaban las formas de lo que entonces podía ser sólo una moda. El arquitecto permanecía inocente ante las virtudes de su propio proyecto y es casi un ardid su recurrencia a los valores aceptados de la arquitectura académica.



**Foto 25:**  
Hotel de Rancho Grande.  
André Potel, 1933-34

Se permitió ser moderno en el edificio de la Dirección General de Correos y al justificar el aporricado del Edificio de Bultos Postales, pues se trataba de edificios utilitarios en los que la función y la incombustibilidad eran razones más poderosas que la imagen de un edificio representativo como la sede del Colegio de Ingenieros.

Las contradicciones de la arquitectura moderna en relación con los postulados académicos siguen siendo evidentes en la obra de estos arquitectos en los años treinta, quienes, entre su repertorio de formas ornamentales eclécticas, explorarían con toda propiedad las posibilidades del nuevo estilo internacional. La simetría y la modulación de las plantas se dan la mano con las losas de cemento sobre perfiles de acero, mientras la creatividad ornamental encuentra expresión para las masas en elementos prefabricados para balcones, cornisas y escaleras.

Sin embargo, el concreto armado sería un material con futuro para los venezolanos. El reto estructural de las obras de infraestructura serán la base para notables avances y los arquitectos pondrán a prueba todo este trabajo en edificios cada vez más altos, en hermosas cubiertas y en excelentes acabados que harían de los elementos estructurales un logro estético que alcanzó en la década de los cincuenta una expresión única en las formas y espacios con que los nuevos materiales podían proveer a la arquitectura.



**Foto 26:**  
El proyecto ganador de  
Luis E. Chataing para la  
sede del Colegio de  
Ingenieros, 1939



## Bibliografía

- ARANGO, S. 1989. *Historia de la arquitectura en Colombia*. Bogotá, Centro Editorial y Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia.
- ARCILA FARÍA, E. 1961. *Historia de la ingeniería en Venezuela*. Caracas, Colegio de Ingenieros de Venezuela.
- BARROS, C. y BUENROSTRO, M. 1996. "Vida cotidiana en Ciudad de México 1850-1910". México, Consejo para la Cultura y las Artes / Lotería Nacional para Asistencia Pública / Universidad Autónoma de México / Fondo de Cultura Económica.
- BELLO CABALLERO, L. 1923a. "Empleo del *self-centering* en las construcciones de concreto armado". *Revista CIV*, n° 6, Caracas, Colegio de Ingenieros de Venezuela, p. 96.
- BELLO CABALLERO, L. 1923b. "Uso de las cabillas de sección cuadrada en las construcciones de concreto armado". *Revista CIV*, n° 8, Caracas, Colegio de Ingenieros de Venezuela, pp. 129-130.
- BEROES, A. 1912. "Las construcciones en bahareque". *Revista Técnica del MOP*, n° 19, Caracas, Ministerio de Obras Públicas, pp. 363-372.
- BUHR, W. 1935. "Construcción de hormigón de cemento armado para la América del Sur". *Revista Técnica del MOP*, n° 62, Caracas, Ministerio de Obras Públicas, pp. 48-53.
- CARABALLO PERICHI, C. 1992. *Hotelería y turismo en la Venezuela gomecista*. Caracas, Corporación de Turismo de Venezuela.
- COLEGIO DE INGENIEROS. 1934. "Prueba de una viga de concreto armado de 10,15 m de luz construida con cemento nacional". *Revista CIV*, n° 102, Caracas, Colegio de Ingenieros de Venezuela, p. 1121.
- CHATAING, L.E. 1934. "Edificio de Bultos Postales en La Guaira". *Revista Técnica del MOP*, n° 61, Caracas, Ministerio de Obras Públicas, pp. 1-2.
- DEMBO, N. 2000. "La evolución de la relación forma-función en el lenguaje estructural del siglo XX". Trabajo de ascenso a la categoría de asistente en el escalafón académico. Caracas, FAU, UCV.
- ESGUERRA, J. E. 1997. "Construcción de una imagen de prosperidad 1905-1935". *Arquitectura Republicana en Manizales*. Manizales, Colombia, pp. 81-114.
- GASPARINI, G. y POSANI, J.P. 1968. *Caracas a través de su arquitectura*. Caracas, Fundación Fina Gómez.
- HEREU, Pere. 1990. "El carácter en la arquitectura", conferencia dictada en la Escuela Técnica Superior de Barcelona y transcrita por Azier Calvo.
- HERRERA TOVAR, M.F. 1911a. "Registro Público y Archivo Nacional. Informe general de los trabajos de esta obra". *Revista Técnica del MOP*, n° 3, Caracas, Ministerio de Obras Públicas, pp. 130-134.
- HERRERA TOVAR, M.F. 1911b. "Constantes específicas del cemento armado". *Revista Técnica del MOP*, n° 10, Caracas, Ministerio de Obras Públicas, pp. 465-478.
- MALLGRAVE, H.F. 1988. *Introduction en O. Wagner. Modern Architecture*. Santa Mónica, The Getty Publication Program.
- MEZA, B. 1997. "La arquitectura de Luis Eduardo Chataing en la Venezuela de los años treinta". *Boletín CIHE*, n° 31, Caracas, FAU, UCV, pp. 70-80.
- MONTEFUSCO, M. 1969. "Los 50 años del Nuevo Circo". *Élite*, n° 2262, Caracas, pp. 34-37.
- "Nuevas construcciones". *El Cojo Ilustrado* n° 273, Caracas 1° de mayo de 1903, pp. 767 y 787.
- Paseo de El Paraíso. *El Cojo Ilustrado*, n° 226, Caracas, 15 de mayo de 1901, pp. 333, 336, 337, 338, 340.
- SMITH, A. 1901. "Casas a prueba de temblores". *El Cojo Ilustrado*, n° 221, Caracas, 1° de marzo de 1901, p. s/n.
- SMITH, A. 1911. "Fábrica Nacional de Cemento". *Revista Técnica del MOP*, n° 3, Caracas, Ministerio de Obras Públicas, pp. 3-5.
- SORIANO, H. 1932. "Edificio de la Dirección General de Correos". *Revista Técnica del MOP*, n° 49, Caracas, Ministerio de Obras Públicas, pp. 3-5.
- SORIANO, H. 1933. "Edificio de la Dirección General de Correos". *Revista Técnica del MOP*, n° 53, Caracas, Ministerio de Obras Públicas, pp. 1-7.
- VIZCARRONDO, J.A. 1934. "Consideraciones generales acerca de las construcciones antisísmicas". *Revista CIV*, n° 102, Caracas, Colegio de Ingenieros de Venezuela, pp. 1121-1124.
- Memorias del Ministerio de Obras Públicas. Años 1885, 1905, 1907, 1910, 1911, 1916, 1918, 1922, 1932, 1934.

## Notas

1 Una bibliografía básica sobre el tema incluiría los trabajos de Collin Rowe (1978): "Carácter y composición o algunas vicisitudes del vocabulario arquitectónico del siglo XIX", en *Manierismo y arquitectura moderna y otros ensayos* Barcelona, Gustavo Gili; el capítulo La tradición académica y el concepto de composición elemental de Reyner Banham (1960): *Teoría y diseño en la era de la máquina*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1971, así como el catálogo editado por Arthur Drexler (1977): *The architecture of École des Beaux Arts*. New York, The Museum of Modern Art, probablemente uno de los trabajos más importantes con respecto a la divulgación de los principios contenidos en la arquitectura de tradición académica. Aquí, sin embargo, hemos recurrido a la conferencia de Pere Hereu "El carácter en la arquitectura", dictada en la Escuela Técnica Superior de Barcelona en 1990 y transcrita por Azier Calvo.

2 El Nuevo procedimiento de protección del hierro por medio del cemento o concreto aplicado al muelle de Puerto Cabello fue publicado en el *Boletín del MOP*, n° 7, del 22 de febrero de 1896, y reproducido por Arcila Faría en su *Historia de la ingeniería en Venezuela*, así como el informe de Manuel Cipriano Pérez y el contrato con el Ministerio, tomados del *Boletín del MOP*, n° 6, del 25 de enero de 1896.

3 Debe aclararse que, aun cuando usaremos la expresión "sistema constructivo" empleada por Smith, se trata más bien de una forma de construcción sin normalizar y que, por tanto, no corresponde al uso contemporáneo del concepto.

## artículos

4 Algunos artículos extranjeros publicados en la *Revista CIV*: "La dosificación de los hormigones", del ingeniero Ramón Ríos, tomado de la revista *Obras Públicas* de Madrid y publicado en el n° 91 de julio-agosto de 1932; "Investigaciones recientes sobre las propiedades del hormigón", tomado de *Ingeniería Internacional* y publicado en el n° 96 de mayo-junio de 1933; "El hormigón vibrado y previbrado", también de la revista *Obras Públicas* de Madrid, traducido de *Entre-prise Française* y publicado en el n° 99 de noviembre-diciembre de 1933. Las reseñas de bibliografía extranjera referida a la teoría y el cálculo del concreto armado incluyen la "Teoría y práctica de las construcciones de puentes" del ingeniero A.F. Jorini, reseñado en la *Revista CIV*, n° 28 de febrero de 1925; "La Theorie generale et formulaire pratique du ciment armé de Charles Amar", reseñado en el N° 30 de septiembre de 1925; "el Cálculo del hormigón armado" escrito por el ingeniero Carlos Loehle y reseñado en el n° 64 de abril de 1923; el libro *Construcciones en hormigón armado* de C. Kersten, reseñado en el n° 104 de junio de 1925; o el catálogo Puentes rígidos de concreto (análisis sin matemáticas superiores), de la Portland Cement Association, reseñado en el n° 109 de julio-agosto de 1935.

5 Publicado en la *Revista CIV*, n° 103 de julio-agosto 1934.

6 El trabajo de Centeno Grau Vigas de concreto armado, fue publicado en la *Revista CIV*, n° 10 de octubre de 1923. La bibliografía mencionada por el autor incluye importantes textos internacionales sobre el diseño y cálculo de estructuras en concreto armado: *Reinforced concrete construction*, de George A. Hool; *Construcciones de hormigón y cemento armado*, de A. Vaccheli; *La construction en béton armé: guide théorique et pratique*, de C. Kersten y, por supuesto, las *Constantes específicas del cemento armado* de Manuel Felipe Herrera Tovar. Otros estudios de ingenieros venezolanos en la *Revista CIV*: Francisco Sucre, Cálculo de proporciones para concreto de resistencia predeterminada, en los n° 75-76 de julio-agosto de 1930; Alberto E. Olivares, Cálculo de las columnas de concreto, en el n° 80 de diciembre de 1930, además de algunos trabajos prácticos de infraestructura como el de José Sanabría, Proyecto de *punte de concreto armado para los estudiantes de ingeniería*, publicada en el n° 104 de septiembre-octubre de 1934.

### Fuentes de imágenes

1 Drexler, Arthur (1984), editor: *The architecture of the École des Beaux Arts*. New York, Museum of Modern Art, p. s/n.

2 Drexler, Arthur (1984), editor: *The architecture of the École des Beaux Arts*. New York, Museum of Modern Art, p. s/n.

3 AA.VV. (1997): "Arquitectura republicana de Manizales". Manizales, p. 22.

4 AA.VV. (1997): "Arquitectura republicana de Manizales". Manizales, p. 111.

5 Arcila Fariás (1961). *Historia de la ingeniería en Venezuela*. Caracas, Colegio de Ingenieros de Venezuela: fig. 48, p. s/n.

6 Smith, A. (1 marzo 1901). "Viviendas a prueba de temblores". *El Cojo Ilustrado*, n° 221. Caracas.

7 "Paseo de El Paraíso". *El Cojo Ilustrado*, n° 226. Caracas, 15 mayo 1901.

8 "Paseo de El Paraíso". *El Cojo Ilustrado*, n° 226. Caracas, 15 mayo 1901.

9 "Casa-quinta del señor Zuloaga". *El Cojo Ilustrado*, n° 402. Caracas, 15 septiembre 1908.

10 "Nuevas construcciones". *El Cojo Ilustrado*, n° 273. Caracas, 1° mayo 1903.

11 Registro Público y Archivo Nacional. *Memoria Ministerio de Obras Públicas 1912*, pp. 200-202 y ss.

12 Hernández de Lasala, S. (1997). *Venezuela entre dos siglos*. Caracas, Armitano, p. 70.

13 Publicadas en Registro Público y Archivo Nacional. *Memoria Ministerio de Obras Públicas 1911* y en Herrera Tovar, Manuel Felipe (mayo 1911). Registro Público y Archivo Nacional. *Revista Técnica MOP*, n° 3. Caracas, Ministerio de Obras Públicas: pp. 130-134.

7 El ingeniero compara su proyecto con una posible construcción de hierro estructural (Soriano, 1933:5).

8 En este mismo número de la *Revista CIV*, se publica la prueba realizada por la Fábrica Nacional de Cemento de una viga de concreto armado de 10,15 m de luz, para acreditar las ventajas de su producto ante los constructores privados. La prueba fue presenciada por miembros activos del Colegio de Ingenieros y al publicar los resultados, la institución felicita a la Fábrica "por el triunfo alcanzado en esta prueba, y con gusto hace esta publicación para informar a sus miembros y al público en general, de la confianza que se puede tener en el producto CEMENTO NACIONAL". La prueba consistió en la construcción de una viga T con armadura de acero, llenada "bajo condiciones inferiores a las normales" y de la cual se obtuvieron excelentes resultados. La viga fue descimbrada a los 21 días sin observarse la menor deformación o deterioro (*Revista CIV*, 1934:1121)

9 Para estos años, la *Revista Técnica del MOP* reproduce el cálculo estructural de los edificios más importantes que construía el Ministerio.

10 Los primeros ensayos modernos, tanto en América como en Europa, pasan por el mismo trance. Ejemplo notable fue la construcción de la Torre Einstein del Instituto Astrofísico de Postdam, por Erich Mendelsohn entre 1920 y 1924, en que la búsqueda de nuevas formas, dinámicas y exuberantes, fue a veces inconsecuente con los materiales y sistemas accesibles. La forma orgánicamente continua, desde el basamento hasta la cúpula, internamente está separada en tres partes constructivas: la base de concreto, la torre de ladrillos y la cúpula, de nuevo, en concreto. El conflicto entre la intención arquitectónica y las posibilidades técnicas reales del momento para su construcción es tratado por Benévolo en su *Historia de la arquitectura moderna*, p. 482. La intención expresiva de las formas proyectadas por Mendelsohn son analizadas por Peter Collins en *Los ideales de la arquitectura moderna*, p. 289.

14 Ministerio de Hacienda. *Memoria Ministerio de Obras Públicas 1907*. Caracas, p. s/n.

15 Archivo Mónica Silva Contreras, 1998.

16 *Revista CIV*, n° 31. Caracas, julio 1925, Colegio de Ingenieros de Venezuela: p. 115.

17 Hernández de Lasala, S. (1997): *Venezuela entre dos siglos: la arquitectura de 1870 a 1930*. Caracas, Armitano, p. 187; archivo José Rafael Colmenares, 1998.

18 Caraballo Perichi, C. (1992): *Hotelería y turismo en la Venezuela gomecista*. Corporación de Turismo de Venezuela, p. s/n.

19 Dirección General de Correos. *Revista Técnica del MOP*, n° 53. Caracas, junio 1933, Ministerio de Obras Públicas: pp. 1-7.

20 *Revista CIV*, n° 109. Caracas, julio-agosto 1935, Colegio de Ingenieros de Venezuela: p. s/n.

21 Museo de Bellas Artes (1989): *La casa como tema*. Caracas, p. 32.

22 Archivo Mónica Silva Contreras, 1996.

23 Galería de Arte Nacional (1998). "Wallis, Dominguez, Guinand. Arquitectos pioneros de una época". Caracas, pp. 46-47.

24 "Edificio de Bultos Postales". *Revista Técnica del MOP*, n° 61. Caracas, octubre 1934: p. s/n.

25 Caraballo Perichi, C. (1992): *Hotelería y turismo en la Venezuela gomecista*. Corporación de Turismo de Venezuela, p. s/n.

26 "Sede del Colegio de Ingenieros". *Revista CIV*, n° 135. Caracas, abril-junio 1940, p. 537.

# Cementos puzolánicos, una alternativa para Venezuela

Idalberto Águila Arboláez

## Introducción

El desarrollo de nuevos materiales de construcción es un problema que cobra cada vez más fuerza en la mayoría de los países del mundo, convirtiéndose en algo vital, sobre todo para los países subdesarrollados. El efecto ecológico negativo que provoca la producción de materiales de construcción, para la cual se consumen cuantiosos y comúnmente irrecuperables recursos energéticos y de otros tipos, ha llevado a la búsqueda de nuevas fuentes, siendo los residuos industriales y agrícolas objetos de investigación creciente en muchos lugares. El auge en la demanda de edificaciones, propio del incremento de las inversiones y del crecimiento demográfico, unido a las deficiencias energéticas que se han venido produciendo al nivel mundial, han provocado un alza sostenida en los precios de los materiales de construcción tradicionales, siendo éste el otro motivo por el que muchos investigadores se han dado a la tarea de desarrollar lo que se llaman "materiales alternativos", como una solución a la pérdida de acceso, de las personas de bajos recursos, a los materiales de construcción tradicionales.

La ceniza de cascarilla de arroz, obtenida bajo determinadas condiciones, constituye un sustituto potencial del cemento Portland, cuyas posibilidades máximas aún están por demostrar y están siendo objeto de estudio en muchos países. Siendo Venezuela un productor de arroz importante y no teniendo mucho uso la cascarilla como desecho de la producción arroceras se vislumbra un área de desarrollo potencial que merece ser explotado.

En este trabajo los alcances se limitan a la obtención y evaluación de un material puzolánico con calidad suficiente para producir morteros de albañilería,

## Resumen

En el presente artículo se expone el resultado parcial de una investigación que se desarrolla en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, la cual incluyó parte de una tesis de maestría, cuyo objetivo principal es el desarrollo de una tecnología para producir un material puzolánico, a partir de la cascarilla de arroz, para utilizarlo como sustituto parcial del cemento Portland en las obras.

Se realiza una síntesis de la experiencia internacional en este tema, destacando los resultados más notables que han obtenido otros investigadores, lo cual sirve de antecedentes a esta investigación.

Seguidamente se describe el proceso que se siguió para obtener experimentalmente cierta cantidad de puzolana, con la cual se realizaron los ensayos correspondientes para la evaluación de su calidad y así establecer sus potencialidades de empleo. Se señalan las condiciones necesarias para una ceniza de buena calidad y los intentos realizados hasta obtener las características deseadas. Se concluye que el producto obtenido cumple con los estándares de calidad planteados al inicio de la investigación, siendo posible utilizarlo como sustituto parcial del cemento sin detrimento de su calidad e, incluso, con cierta mejoría en algunas de sus propiedades.

## Abstract

*In this article is exposed the partial result of an investigation which is developing at the Construction Experimental Development Institute that also includes part of a master thesis, whose main objective is the development of a technology to produce a pozzolanic material, starting from the rice husk ash, to use it as partial substitute of the portland cement in buildings.*

*It is carried out a synthesis of the international experience in this topic, the most remarkable results that other investigators have obtained highlighting, that which serves from antecedents to this investigation. Following is described the followed process to obtain certain quantity of pozzolan experimentally, with which was made the corresponding tests to evaluate its quality and this way to establish its employment potentialities. The necessary conditions are pointed out for a good quality ash and the intents carried out until obtaining the wanted characteristics.*

*You concludes that the obtained product fulfils the quality standards outlined at the beginning of the investigation, being possible to use it as a cement partial substitute, without detriment of its quality and even with certain improvement in some of its properties.*

## Descriptores:

Ceniza de cascarilla de arroz;  
Puzolanas; Residuos agrícolas;  
Cemento; Vivienda de bajo costo.

## Descriptores:

Rice husk ash; Pozzolans;  
Agricultural wastes;  
Cement; Low incoming housing.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-3, 2001, pp. 27-34.  
Recibido el 30/05/00 - Aceptado el 18/09/01

## artículos

combinado con cal y sin emplear cemento Portland alguno, y para sustituir parte del cemento empleado en la elaboración de elementos estructurales, con el fin de ser utilizado en los programas de construcción de viviendas, como un paso inicial en el empleo de un producto que en trabajos futuros puede tener aplicaciones mucho más ambiciosas.

La evaluación, en esta primera instancia, se limita a la realización de una serie de ensayos de laboratorio para la determinación de algunas de las propiedades más importantes del material, quedando para una etapa posterior de la investigación la producción de componentes y el desarrollo de algunas labores de albañilería, como demostración final de la aplicabilidad del material.

### Desarrollo

Todo el contenido y la información que refleja este artículo proviene de la tesis de maestría "Tecnología alternativa de producción de cemento puzolánico con ceniza de cascarilla de arroz", realizada por este autor (Águila, 1999).

#### 1. Antecedentes y fundamentación de la investigación

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 Pozzuoli (antigua Putuoli), para construir grandes obras públicas, como el Panteón Romano, el Coliseo y los Sistemas de Acueductos, entre otras. Este producto finamente pulverizado y combinado con cal, generaba 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.

El desarrollo de la industria 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, han provocado que a partir de los años setenta 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 desarrollados como: Estados Unidos, Japón y la mayoría de los países de Europa Occidental, y en otros del Tercer Mundo como la India, Tailandia, China, Turquía, Malasia y Pakistán en Asia; Kenia, Ruanda y Nigeria

en África; y en Latinoamérica hay algunas experiencias en México, Colombia, Cuba, Brasil, Perú y Guatemala. La mayor parte de los trabajos se han basado en 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, los cuales arrojan mejoras en algunas de las propiedades principales del concreto.

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 (Suguita, 1992), (Mehta, 1989), (Huang y Wu, 1989), (Fariás y Recena, 1990), (Smith y Kamwanja, 1986; 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 entre sí, pero hay coincidencia en dos cuestiones; primero, que ambos procesos son decisivos en la posterior actividad puzolánica de la ceniza, y segundo, que se pueden lograr, de manera rudimentaria, y sin alto costo ni demanda de energía, a una pequeña escala de producción.

Otras experiencias más específicas, reflejan características y potencialidades de este material como los trabajos de Mazlum y Uyan (1992), que profundizan en el método de curado a emplear (Visvesvaraya, 1986), hacen un análisis extenso de las características y potencialidades de uso del material (Hwang y Wu, 1989), estudian la microestructura del cemento elaborado con ceniza de cascarilla de arroz y las reacciones químicas que se originan durante la hidratación.

Trabajos relativamente recientes, como los presentados en la Cuarta Conferencia Internacional de Estambul, Turquía, en mayo de 1992, sobre el tema de las puzolanas, muestran nuevas potencialidades del empleo de éstas, como aditivos, muy finamente molidas, en la obtención de cementos de muy alta resistencia a la compresión, cercanos y en algunos casos superiores a los 1000 kg/cm<sup>2</sup>.

Las puzolanas tienen un proceso de obtención mucho menos complejo y costoso, y no requiere

una demanda de energía tan alta como la del cemento Portland y la de la cal. Esto posibilita acercar el proceso de obtención a las comunidades, que con una inversión modesta pueden construir una pequeña planta para fabricar su propio cemento.

La demanda de energía de la producción de la ceniza es sólo 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).

Dalimier (1986) muestra la experiencia de la creación de la empresa Calmentiza Ltda, en Colombia, que fabrica bloques de ceniza de cascarilla de arroz. La planta tuvo un costo inicial de 1 030 507 pesos colombianos (10 305 USD), en 1984 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. 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%.

En Venezuela sólo se reflejan, como antecedentes, dos trabajos especiales de grado, desarrollados en 1994 en la Universidad Metropolitana (Gergoff y Yecutieli y Iannucci; Oquendo); 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. Los resultados obtenidos no fueron los ideales, por falta de tiempo y de recursos, pero mostraron que éste es un camino con potencialidades en el país.

Probablemente, la existencia de abundantes recursos energéticos en el país, unido a una conciencia ecológica aún no muy arraigada, han motivado que Venezuela se encuentre rezagada con respecto a otros países, incluso de nuestra región, en el estudio de estos materiales; sin embargo, en los últimos años esta situación ha ido cambiando y en estos momentos este tema constituye una línea de investigación prioritaria dentro del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.

En esta investigación se propone utilizar como materia prima para obtener la puzolana, a la cascarilla de arroz, la cual, además, puede asumir la función de combustible para su procesamiento. La cascarilla de arroz no constituye un recurso no renovable, sino más bien, un residuo de la producción agrícola que frecuentemente se torna indeseable y se deposita en lugares donde afecta el medio ambiente. Esto hace que el cemento en estudio se considere un material ecológico y apropiado para el contexto nacional. El arroz es un producto que abunda en

Venezuela, existiendo plantaciones de magnitudes apreciables en nueve estados diferentes del país (Iannucci y Oquendo, 1994). Según datos de la Dirección de Estadísticas e Informática del Ministerio de Agricultura y Cría, a partir de 1991 y hasta la fecha, la superficie cultivada de arroz, cada año, en el país, ha estado por encima de 150 000 ha, ocupando el cuarto lugar entre los productos agrícolas nacionales, y el volumen de producción ha sido superior a 600.000 toneladas. El 4% del peso total del grano de arroz puede convertirse en ceniza (Kenya, 1993), con lo cual, potencialmente, se podrían obtener anualmente, en el país, 50.000 toneladas de cemento puzolánico. Si se sustituye esa cantidad de cemento Portland, con un ahorro del 18% del costo (Dalimier, 1986), con los precios de 1999, se ahorrarían, en el país, más de dos mil millones de bolívares anuales.

## 2. Obtención del material

Para transformar la cascarilla en puzolana se realizaron dos procesos principales; la combustión de la cascarilla hasta convertirla en ceniza, con la menor cantidad de materia orgánica posible; y la molienda de la ceniza, hasta una finura predeterminada.

### 2.1. Combustión de la cascarilla

Como premisas del proceso se definieron los siguientes requerimientos:

- Mantener la temperatura entre 500 y 700°C, para que ocurra la combustión de toda la materia orgánica, desprendiendo la mayor cantidad de carbón posible, pero que a su vez la sílice, presente en la cascarilla, no cristalice, manteniendo su estado amorfo y con él su capacidad de reacción con la cal.
- La ceniza debe quedar lo más blanca posible, como índice del bajo contenido de carbón. Para esto debe garantizarse la oxigenación suficiente de la cascarilla durante la combustión y el enfriamiento.
- La cascarilla debe reducirse a cenizas a partir de su propia combustión, la cual debe provocarse con la mínima cantidad de combustible, en este caso leña.
- El proceso debe ser poco laborioso, para que requiera de una mínima utilización de fuerza de trabajo.

## artículos

Para lograr un proceso que garantizara, a la vez, estas cuatro condiciones, se diseñó y construyó un horno con materiales tradicionales y abundantes en el país como bloques de arcilla, lámina metálica, cabillas de acero, cemento y agregados (foto 1).

Empleando el método de ensayo y error se definieron las condiciones en que debía desarrollarse el proceso de combustión, para lo cual fue necesario realizar numerosas pruebas de quema, que arrojaron finalmente una ceniza de adecuada calidad (foto 2).



**Foto 1:**  
Horno experimental

### 2.2. Molienda de la ceniza

La finura de la ceniza es un elemento esencial en su calidad, pues al incrementar la finura aumenta la capacidad de reacción de la sílice con la cal y, por consiguiente, es mayor el aporte en resistencia a compresión para el aglomerante a obtener. Un valor de finura adecuado y aceptado por la práctica internacional es el correspondiente al cemento Portland, por lo que para esta investigación se procuró moler el material hasta que pasara por el tamiz n° 200 más del 95% del total. Utilizando un molino experimental (foto 3) se determinó que el tiempo de molienda necesario para lograr esta condición es de una hora.



**Foto 2:**  
Ceniza al salir del horno



**Foto 3:**  
Molino experimental

### 3. Evaluación experimental del material

Para evaluar la calidad y las posibilidades de empleo del material se contrataron los servicios de los laboratorios del Instituto de Materiales y Modelos Estructurales de la UCV, donde se estudió el material y se realizaron los siguientes ensayos:

- Ensayo de resistencia a compresión de probetas cúbicas de mortero a base de ceniza, combinada, en diferentes proporciones, con cemento Portland y con cal.
- Ensayo de envejecimiento acelerado (ciclo calor-humedad), para las combinaciones seleccionadas según resistencia a compresión.

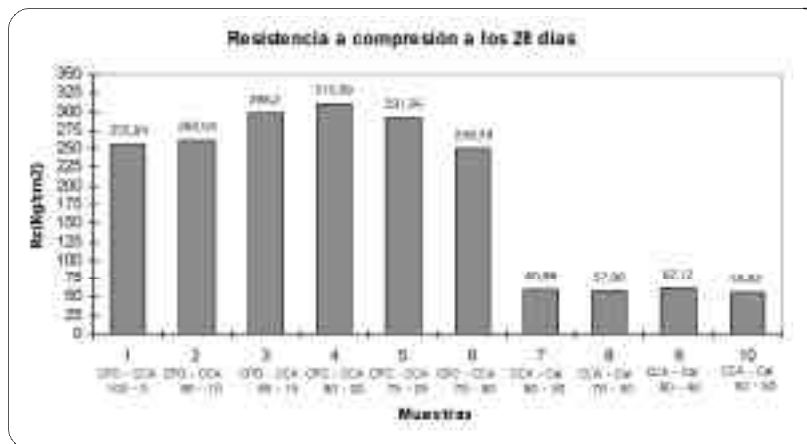
- Ensayo de resistencia a compresión de cilindros de concreto con las combinaciones de cemento seleccionadas según resistencia a compresión.

#### 3.1. Ensayo de resistencia a compresión de probetas cúbicas de mortero

Para cada combinación se elaboraron tres muestras, de tres probetas cada una, para ensayar a los 7, 28 y 56 días, según lo establecido en la Norma Venezolana Covenin 484-93 "Cemento Portland. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas de 50,8 mm de lado" (cuadro 1).

**Cuadro 1**  
Resultados del ensayo de resistencia a compresión

Muestra N°	Combinación CPO:CCA CCA:CaI	Relac. A/C	Rc 7 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	% resp. al patrón	Rc 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	% resp. al patrón	Rc 56 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	% resp. al patrón
1	100 : -	0.55	173,32	100,00	255,84	100,00	296,40	100,00
2	90 : 10	0.55	176,42	101,79	262,04	102,42	292,78	98,78
3	85 : 15	0.55	193,59	111,70	298,20	116,56	309,83	104,53
4	80 : 20	0.55	199,79	115,27	310,99	121,56	325,58	109,84
5	75 : 25	0.60	177,06	102,16	291,36	113,88	283,61	95,68
6	70 : 30	0.65	164,66	95,00	249,39	97,48	263,85	89,02
7	80 : 20	0.95	51,66	29,81	60,96	23,83	67,93	22,92
8	70 : 30	0.95	48,56	28,02	57,86	22,62	62,51	21,09
9	60 : 40	0.90	49,33	28,46	62,12	24,28	62,90	21,22
10	50 : 50	0.90	41,33	23,85	56,82	22,21	58,76	19,82



**Gráfico 1:**  
Variación de la resistencia a compresión con la adición de puzolanas

**Análisis de los resultados**

Los resultados, para su análisis, se pueden dividir en dos partes: las combinaciones de ceniza con cemento y las combinaciones de ceniza con cal. Las combinaciones de ceniza con cemento muestran cómo la adición de ceniza provoca un incremento de la resistencia a la compresión, que se explica, por la capacidad de la puzolana (SiO<sub>2</sub>), de fijar el hidróxido de calcio [Ca(OH)<sub>2</sub>], generado durante las reacciones de hidratación del cemento, y que al quedar libre se puede lixiviar, provocando el debilitamiento del concreto. Se puede notar cómo la sustitución del 20% de cemento por ceniza provoca los mayores incrementos de resistencia, y que se puede sustituir hasta 30% sin que se afecte prácticamente la resistencia a los 28 días, aun teniendo que emplearse para este caso una relación A/C bastante mayor (gráfico 1). Esto ofrece la posibilidad de emplear el material en la elaboración de elementos estructurales con un ahorro apreciable de cemento.

Las combinaciones de ceniza con cal presentaron a los 28 días valores de resistencia a compresión cercanos a 60 Kg/cm<sup>2</sup> y bastante parejos para propor-

ciones de ceniza entre 60 y 80%, lo cual supera el valor aceptado por la práctica internacional que establece que la resistencia a la compresión a los 28 días debe ser mayor que 40 Kg/cm<sup>2</sup> (gráfico). Se puede apreciar cómo, a edades más avanzadas, los incrementos adicionales de resistencia son inferiores para las muestras con mayores adiciones de puzolana.

**3.2. Ensayo de envejecimiento acelerado de probetas cúbicas de mortero**

Se utilizó la Norma Venezolana Cove-nin 271-78 "Método de ensayo para determinar la disgregabilidad de agregados por medio del sulfato de sodio o sulfato de magnesio" que esencialmente consiste en someter la muestra a cinco ciclos de cambios de calor-humedad, para lo cual se coloca alternadamente en la estufa y en una solución de agua saturada de sulfato de magnesio. Finalmente, mediante pesadas, se determina la pérdida de material sufrida durante el proceso como índice de la estabilidad química y de la durabilidad.

## artículos

Según la norma, se deben utilizar alrededor de 1.500 g de material para el ensayo, por lo que se elaboraron seis probetas para cada combinación.

**Cuadro 2**  
Resultados del ensayo de envejecimiento acelerado

Muestras	Peso (g)		Pérdida de peso (g)	% de pérdida
	Inicial	Final		
100% CPO	1.544,84	1.471,14	73,70	4,77
70% CPO-30% CCA	1.583,56	1.569,86	13,70	0,86

### Análisis de los resultados

La evaluación de los resultados del ensayo se realizó a partir de la pérdida de peso que experimentaron las muestras y del estado de deterioro que se aprecia en su superficie. Luego de la conclusión del ensayo, en ambos sentidos, el comportamiento de las muestras que contenían adiciones de ceniza fue mejor que las que contenían cemento puro. En cuanto a la pérdida de peso, en el cuadro 2 se puede apreciar cómo la muestra de mortero con 100% de cemento perdió 73,70 g, lo que corresponde al 4,77% del peso inicial, mientras que la muestra de mortero con adición de ceniza perdió 13,70 g, que constituyen apenas el 0,86% del valor inicial. En el sentido del deterioro superficial se pudo apreciar por medio de inspección visual, cierto agrietamiento en todas las probetas, pero éste fue ligeramente menor para las que tenían adición de cenizas. De estos resultados se puede concluir que la adición de ceniza al cemento influye positivamente en la estabilidad química y en la durabilidad del concreto, lo cual es particularmente ventajoso en obras que estén expuestas a ambientes agresivos.

### 3.3. Ensayo de resistencia a compresión de cilindros de concreto

Se elaboraron y ensayaron cilindros de concreto de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, según la Norma Venezolana Covenin 338-79 "Método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindros de concreto", con la combinación de cemento y ceniza recomendada y con una muestra patrón. Se escogió, para hacer el ensayo, la combinación de 70% de cemento y 30% de ceniza, por ser éste el máximo valor de sustitución de cemento sin afectar la resistencia a compresión.

**Cuadro 3**  
Resultados del ensayo de resistencia a compresión de cilindros de concreto

Combinación	Rc 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	% respecto al patrón
100% CPO	156,18	100,00
70% CPO - 30% CCA	237,68	152,18

### Análisis de los resultados

El concreto con 30% de ceniza supera en 52% la resistencia del patrón (cuadro 3); sin embargo, hay que señalar que la relación agua/cemento empleada es la requerida por la muestra con adición de ceniza, pudiendo ser menor para la muestra patrón, con lo cual su resistencia hubiese sido superior. No obstante el valor alcanzado por la muestra con adición de ceniza supera en 18,8% la resistencia teórica esperada para esa dosificación con una relación agua/cemento de 0,50, era de 200 Kg/cm<sup>2</sup> y además se puede calificar este valor de muy bueno si se analiza que con sólo 238 Kg de cemento Portland por m<sup>3</sup> de concreto se llegó hasta 237,68 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.

### Conclusiones

La búsqueda de una alternativa al costo del cemento Portland fue el motivo fundamental del desarrollo de este trabajo, y el objeto, la cascarilla de arroz. Las investigaciones previas y los ensayos realizados demuestran la factibilidad técnica del empleo de este residuo agrícola, como material de construcción, en las condiciones de Venezuela.

En forma relativamente sencilla se obtuvo, a manera de experimentación, cierta cantidad de ceniza de cascarilla de arroz, para lo cual se prefijaron las condiciones que, en el estudio previo, se pudo detectar se necesitaban para una buena calidad de la ceniza, lográndose verificar, por medio de ensayos de laboratorio, que la misma puede usarse, tanto combinada con cal, para producir morteros de baja resistencia, adecuados para trabajos de albañilería, como sustituyendo parte del cemento Portland en la elaboración de concretos ordinarios.



La atención principal se centró en las combinaciones de ceniza con cemento Portland, obteniéndose sustituciones de hasta 30% de cemento por ceniza sin que se produjeran afectaciones en su resistencia a compresión. Se pudo verificar que el porcentaje óptimo de sustitución es de 20%, para lo cual se experimentó un incremento de alrededor de 20% de la resistencia a compresión del cemento; además, se pudo apreciar una mejoría en la estabilidad química y la durabilidad del cemento cuando se le añade ceniza, lo cual aumenta la factibilidad del empleo de ésta, en elementos que estarán sometidos a ambientes agresivos. Como aspecto negativo se apreció que la adición de ceniza al cemento provoca una demanda mayor de agua para el amasado de la mezcla, lo cual tiende a disminuir su resistencia mecánica, pero aun así se lograron los incrementos antes mencionados.

A partir de los resultados obtenidos, la investigación continúa dirigida a estudiar los procesos de producción a pequeña escala del material y los correspondientes análisis de costos, lo cual será objetivo de nuevas publicaciones.

## Bibliografía

- ÁGUILA, I. 1999. "Tecnología alternativa de producción de cemento puzolánico con ceniza de cascarilla de arroz". Caracas. Universidad Central de Venezuela. Trabajo de Grado, Magister Scientiarum en Desarrollo Tecnológico de la Construcción.
- CINCOTTO, M.A.; V. Agopyan y V.M. John. 1990. "Optimization of Rice Husk Ash Production". Salvador de Bahia. Vegetable Plants and Their Fibres as Building Materials, *Proceedings of the Second International Symposium*, RILEM, CIB, UFBA, pp. 334-342.
- DALIMIER, Th. 1986. "Producción de un cemento puzolánico en Colombia". Materiales, técnicas y economía de la construcción en los países en desarrollo, *Actas del Coloquio Internacional*, pp. 37-43. Paris.
- GERGOFF, J. y S. Yecutieli. 1994. "Ceniza de la cascarilla de arroz como adicción al concreto en Venezuela". Caracas, Universidad Metropolitana. Trabajo Especial de Grado, Ingeniería Civil.
- HAMMOND, A. 1983. "Pozzolana Cements for Low Cost Housing". Nairobi. Appropriate Building Materials for Low Cost Housing, *Proceedings of a Symposium*, CIB, RILEM, pp. 73-83.
- HUANG, 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*, pp. 733-762. Trondheim.
- 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.
- MAZLUM, F. y M. Uyan. 1992. "Strength of Mortar Made with Cement Containing Rice Husk Ash and Cured in Sodium Sulphate Solution". Instambul. *Fourth International Conference on the Use of Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete*, pp. 513-531.
- MEHTA, P.K. 1989. "Pozzolan 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*, pp. 1-43. Trondheim.

## artículos

SALAS, J.; P. Castillo; M.I. Sánchez de Rojas y J. Veras. 1986. "Empleo de cenizas de cáscara de arroz como adiciones en morteros". Madrid. *Materiales de Construcción*, vol. 36, nº 203, pp. 21-39.

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

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

SMITH, R.G. y G.A. Kamwanja. 1986. "The Use of Rice Husks for Making a Cementitious Material". Use of Vegetable Plants and their Fibres as Building Materials, *Joint Symposium*, RILEM. Bagdad, pp. E85-E94.

SOSA, M. 1994. "Utilización de materias primas vegetales para la producción de materiales de construcción. Análisis crítico". Caracas, UCV. Trabajo de ascenso, 42 p.

SUGUITA, S.; M. Shoya y H. Tokuda. 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.; N. Mansoor y K. Kan. 1983. "Experimental and demonstration low cost house built at building station. Appropriate Building Materials for Low Cost Housing", *Proceedings of a Symposium*, 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.

VISVESVARAYA, H.C. 1986. "Recycling of Agricultural Wastes with Special Emphasis on Rice Husk Ash. Use of Vegetable Plants and their Fibres as Building Materials", *Joint Symposium*, RILEM. Bagdad, pp. E1-E22.

# Los requerimientos humanos en el diseño de los establecimientos de salud

Sonia Cedrés de Bello

## Resumen

A través del diseño se puede estimular o inhibir ciertos comportamientos del individuo. Igualmente el diseño puede causar riesgos a la salud o pueden tener efectos terapéuticos y sanadores. En el diseño de los establecimientos de salud se deben conocer las expectativas y condiciones físicas de los usuarios, así como las necesidades humanas y tecnológicas, a fin de dirigir adecuadamente la planificación física de los espacios que la conforman. Se señalan algunos criterios de habitabilidad que contribuyen a enaltecer el ambiente físico y el respeto a la dignidad de cada individuo como usuario de los establecimientos de salud mediante la satisfacción de sus necesidades naturales y valores adquiridos.

## Abstract

*Design can stimulate or inhibit human behavior. Also design can cause health risks or healing effects. In the design of health facilities, the architect should know the human expectations and the physical conditions of the users, human needs and technological needs, as well. In order to direct the physical planning of the spaces to meet those needs. Some habitability criteria are shown in the way to enhance the physical environment and ensure person's dignity as users of a health facility through satisfaction of their natural needs and acquired values.*

"El primer requisito verdadero de un hospital es aquel de no hacerle daño al paciente".

*Florence Nightingale (1859)*

## 1. Introducción

Los establecimientos de salud, y en especial los hospitales, son edificaciones complejas; en ellas las personas comen, duermen, estudian, trabajan, visitan, esperan, caminan, ríen y lloran, nacen, viven y mueren, enferman y sanan.

Tal como una pequeña ciudad, los hospitales tienen: avenidas, calles y callejones, un poderoso sistema de comunicaciones, una complicada red de instalaciones y se encuentran en cambios continuos.

Todos estos aspectos afectan la sensibilidad de las personas. Las condiciones físicas del ambiente afectan esa sensibilidad, facilitan u obstaculizan, alivian o empeoran la situación de cada individuo. Son aspectos cuantitativos que determinan factores cualitativos.

Las exigencias básicas para cualquier ambiente es que se adapte a los requerimientos de sus usuarios. Muchos conceptos se han utilizado para expresar esa relación entre el individuo y el ambiente, a saber, compatibilidad, congruencia, habitabilidad, etc.

La habitabilidad<sup>1</sup> se define como las características de una edificación que permiten la vida y el desarrollo de las actividades de sus habitantes, adaptándose a sus necesidades físicas (condiciones innatas, naturales) y a sus necesidades psicológicas (condiciones adquiridas: hábitos y valores).

Preiser<sup>2</sup> define la habitabilidad como "algunos conceptos cualitativos y cuantitativos del ambiente físico que sostienen las actividades humanas en términos de objetivos comunes e individuales". Este es un concepto relativo y no absoluto, sujeto a diferentes interpretaciones en diferentes culturas.

## Descriptores:

Habitabilidad;  
Necesidades humanas;  
Establecimientos de salud.

## Descriptors:

Habitability;  
Human needs;  
Health facilities.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-3, 2001, pp. 35-42.  
Recibido el 11/01/00 - Aceptado el 28/03/01

## artículos

Recientemente el interés en el estudio de los edificios comienza enfocando a los usuarios. Dice Schwarz:<sup>3</sup> “un edificio necesita servir a un propósito social, por lo tanto es un instrumento y no un fin en sí mismo”.

Hoy día se discute mucho sobre la supremacía de los aspectos de diseño, humanización y percepción espacial, de los ambientes hospitalarios sobre los aspectos tecnológicos, propiamente médicos, y se han realizado muchas investigaciones que confirman los efectos terapéuticos que tiene el ambiente físico en el proceso de recuperación de los pacientes.<sup>4,5,6,7</sup> Igualmente se han estudiado los riesgos a la salud del personal de los hospitales como producto de diseños inadecuados de la infraestructura física.<sup>8,9</sup>

En un establecimiento de salud se deben tomar acciones, medidas y comportamientos para garantizar la salvaguarda y la dignidad de cada ser humano como usuario de dicho establecimiento.

Esto significa que el usuario está en el centro de cada decisión de diseño, no sólo como un productor de requerimientos funcionales, sino como una expresión de los valores humanos que deben ser considerados.

Si asumimos que el usuario de un hospital no es solamente el paciente, sino cada persona que, en cierta manera, interactúa con el espacio físico y con la organización del establecimiento, ya sea la comunidad, el visitante, la enfermera, el médico, etc., entendemos que los requerimientos humanos deben alcanzar cada nivel de la toma de decisiones, por lo tanto debe incluir el diseño urbano, diseño del edificio, diseño de la unidad espacial, diseño interior y equipamiento.

Para el diseño del ambiente físico, sistema organizacional y modelos de comportamiento de un establecimiento de salud, es necesario comenzar por establecer el contexto cultural y físico del usuario, a fin de favorecer una percepción humanizada del establecimiento y promover un proceso de identificación del usuario con los símbolos, los mensajes, y los significados que el aspecto de la edificación le puede comunicar.

Estas reacciones humanas hacia los espacios pueden ayudarnos en la recolección de datos y en la elaboración de la programación del establecimiento, mediante aportes de los distintos usuarios.

Señala Kaiser<sup>10</sup> que los dos mayores servicios de salud en el futuro, serán la repotenciación del humano, y el rediseño del hábitat. La repotenciación del humano significa llenar el potencial espiritual de las personas a través de medios físicos, emocionales y mentales. Este potencial es la predisposición para dar respuestas, pero debe ser impulsado por un ambiente circundante que lo estimule. Un hábitat humano bien diseñado activa el potencial espiritual y crea múltiples vías para su expresión.

A través del diseño se puede estimular o inhibir ciertos comportamientos, sin embargo no podemos ignorar los factores socioculturales de los individuos que provienen de su medio ambiente. Estos factores determinan los patrones de conducta aprendidos durante la vida de una persona. Si queremos una persona saludable, debemos rodearla de un ambiente saludable, expresado en una forma amplia en el concepto de atención primaria de salud:

“los niveles del bienestar social, incluyen todo lo que ello significa, es decir, disposición de excretas, luz, vivienda, vialidad, alimentación, educación, para que aquellas enfermedades consideradas evitables, en el actual estado de conocimiento, se reduzcan o desaparezcan”.

## 2. Criterios de diseño

Algunos criterios básicos de diseño que colaboran con la satisfacción de los requerimientos humanos de los ambientes hospitalarios son la seguridad y la privacidad.

**La seguridad.** El ambiente físico debe tratar de salvaguardar la sensibilidad personal y dignidad humana de los pacientes y sus familiares, tratar de aliviar sus ansiedades y preocupaciones, especialmente en aquellos casos donde los pacientes y sus familiares estén atravesando momentos difíciles, como por ejemplo: esperando los resultados de una cirugía, una emergencia, terapia intensiva, o un diagnóstico crucial. Esto se puede considerar al momento de seleccionar la ubicación de los ambientes, las visuales, los acabados, el mobiliario, la percepción de los sonidos, etc. (fotos 1 y 2).

Cuántas veces durante una visita al hospital nos sentimos golpeados por la frialdad del ambiente físico, todos los materiales reflexivos, el mobiliario de metal, con arreglo al azar, o con dificultad de orientarse, falta de iluminación o de vista agradable, con la impresión de una estructura enorme, opresora y potencialmente autoritaria, en la que la dimensión humana se siente anulada.<sup>11</sup> La seguridad se puede procurar proporcionando un ambiente cálido no-institucional, a fin de disminuir el miedo, y aumentar la confianza y autoestima de los usuarios (foto 3).

**La privacidad.** Es una consideración primordial en el diseño de los ambientes conductivos a la práctica de la medicina. La privacidad se concibe en tres dimensiones<sup>12</sup>, a saber: deseo de reclusión, control de apertura hacia otros, y la ausencia de interferencias. La sensación de aislamiento, de no ser visto u oído, de poco contacto, es crucial para los pacientes que reciben cierto tipo de tratamiento, como es el caso de los pacientes de cáncer,<sup>13</sup> los cuales manifiestan frecuentemente sentimientos de de-

presión, ansiedad, temor de ser discriminado, rechazo, etc. El ambiente físico como el tamaño de los espacios deben proveer adecuados niveles de privacidad y segregación: privado, semiprivado y público (foto 4).

En las esperas de las áreas críticas (emergencia, cirugía, terapia intensiva) son necesarios espacios personalizados donde las familias puedan esperar juntas con un mínimo de contacto con los otros pacientes, pero también es conveniente tener espacios que insinúen cierta sociabilidad y estimulen el contacto personal, ya que algunos pacientes y familias sienten considerable apoyo al compartir sus preocupaciones con otras personas que están pasando por la misma situación.

En relación con este aspecto podemos citar que en el Hospital Universitario de Maracaibo se incorporó un área de espera abierta hacia el exterior para ubicar a los familiares de los pacientes provenientes de las comunidades indígenas de la región, donde permanecen hasta que sus parientes son egresados y regresan juntos a sus comunidades. Es costumbre de esas etnias acompañar a sus enfermos y no dejarlos solos (foto 5).

En las áreas internas del departamento de emergencias o primeros auxilios, es conveniente separar visual y acústicamente las áreas pediátricas de las de adultos, mujeres de hombres, los pacientes críticos de los crónicos, a fin de aminorar las impresiones que puedan perturbar psicológicamente a los pacientes y sus familiares, e impedir su recuperación, tranquilización y progreso. Es el caso de los pacientes asmáticos, cuya presencia ha aumentado considerablemente en las salas de emergencia. En algunos hospitales (Los Magallanes, Periférico de Catia) se ha observado su ubicación en el centro de las actividades del área de emergencia, estando estos pacientes expuestos a la visión de todo lo que sucede a su alrededor, produciendo un ambiente que, en vez de transmitir tranquilidad y sosiego, aumenta su estado de ansiedad.

Adicionalmente, en un establecimiento asistencial existe la necesidad de aislamiento y segregación de pacientes por razones de contaminación, o de su condición física (agudo, en observación, en recuperación, convaleciente, etc.).

### 3. Requerimientos de calidad de la edificación

Comúnmente la idea de la calidad es asociada con palabras como bueno, excelente, brillante, costoso, pero estos calificativos no garantizan la calidad. Un edificio hospitalario muy costoso no necesariamente significa que es de buena calidad, puede tener muchas características indeseables, tales como el funcionamiento inadecuado de las relaciones de proximidad entre departamentos, espacios muy pequeños, insuficiente aislamiento del sonido entre los consultorios, etc.



**Foto 1:**  
Espera del área de  
emergencia. Hospital  
Los Magallanes. Caracas



**Foto 2:**  
Espera de la emergencia.  
Hospital Universitario  
de Caracas



**Foto 3:**  
Hospital Coromoto. Maracaibo



**Foto 4:**  
Espera de la emergencia.  
Hospital Universitario  
de Caracas



**Foto 5:**  
Espera de la emergencia.  
Hospital Clínico Universitario  
de Maracaibo

tamentos, espacios muy pequeños, insuficiente aislamiento del sonido entre los consultorios, etc.

Por otra parte, un hospital más modesto puede tener mejor calidad si reúne una serie de requisitos necesarios: económico en su funcionamiento y efectivo en el uso de los espacios. Se dice que "la calidad consiste en estar en conformidad con los requerimientos de los usuarios".<sup>14</sup>

## artículos

La normativa española señala: "...el proyectista debe tener en cuenta que los centros de salud están sometidos a una considerable actividad y que los recursos de los que se dispone para su construcción, y sobre todo para su mantenimiento, son limitados. Por ello, es preciso la utilización de materiales adecuados a la demanda funcional que se les va a requerir y duraderos, sin que por ello se tenga que renunciar a la estética. En general, deben proyectarse soluciones sencillas, prácticas y duraderas, con criterios de gran sencillez que no requieran ajustes o mantenimiento complejos, aunque siempre con la mayor calidad, no con lujo"<sup>15</sup> (foto 6).

Conocer los requerimientos de los usuarios es la base para establecer los requerimientos de calidad de la edificación. La calidad se puede alcanzar, en primer lugar, llegando a un acuerdo sobre los requerimientos y necesidades de los usuarios, para luego ser traducidos y plasmados en el diseño. Para establecer estos requisitos, el usuario debe estar claro en qué es lo que desea, y cuáles son sus expectativas.

Los requerimientos de calidad de un establecimiento hospitalario pueden ser divididos en tres categorías:<sup>16</sup> funcionales, técnicos y psicosociales. Los requerimientos funcionales se refieren a las dimensiones de los espacios, la ubicación de las funciones, las relaciones interdepartamentales, así como el mobiliario, equipamiento e instalaciones. Los requisitos técnicos se refieren a partes del edificio, estructuras, materiales, temperatura interna, acústica, iluminación, así como instalaciones técnicas. Los requerimientos psicosociales se relacionan con la imagen ambiental, cooperación e interacción, privacidad y recuperación de la salud.

La prescripción de los requerimientos de los usuarios generalmente no incluye una solución técnica, que indique cómo cumplir con ese requisito. Por ejemplo, al prescribir la necesidad de que la voz en una conversación normal no debe ser oída desde un consultorio a otro, o desde la habitación de un paciente a otro, este requerimiento puede ser traducido en requerimientos de calidad si se especifica que el tipo de material que constituyen las paredes que separan los espacios tenga una capacidad aislante de 50 decibeles (dB: unidad de medición del volumen del sonido).

Hasta el presente, la apreciación de la calidad de las edificaciones presenta un carácter subjetivo y personal. Ello responde, entre otras razones, a la existencia de normas meramente descriptivas para la construcción. Gerard Blachere<sup>17</sup> explica que para certificar la calidad de una edificación debe hacerse en función de las exigencias de los usuarios. Dentro de este espíritu se requerirá un reglamento de la construcción basado en dichas

exigencias, para lo cual se deben fijar los objetivos y no los medios, lo que nos lleva a la necesidad de tener normas de comportamiento.



**Foto 6:**  
Detalle de lavamanos en baño de la consulta externa. Hospital Universitario de Tokio

### 4. Percepción del ambiente

Las características del ambiente físico pueden influenciar directamente en el comportamiento y el bienestar del usuario. Las diferencias psicológicas individuales son modificadoras importantes de la percepción y evaluación ambiental. Éstas se basan principalmente en experiencias individuales adquiridas del medio cultural. Cada individuo también adopta normas socioculturales, actitudes y destrezas específicas del ambiente social en que se desenvuelve, lo cual condiciona las interrelaciones ambientales.

Roffé<sup>18</sup> plantea los atributos comunicacionales que poseen los edificios, relacionándolos con la transmisión de información semántica y estética. La primera permite el conocimiento del mundo exterior a través de un sistema de hábitos y expectativas establecidas, en cambio la información estética sólo determina en el receptor estados afectivos, tales como el agrado o desagrado, el gusto o el disgusto, el placer o la emoción.

Una personalidad abierta y sensible recibe más estímulos del ambiente pero también es afectada más intensamente por estímulos desagradables.

Una exposición continua a un ambiente particular cambia gradualmente los niveles de adaptación de una persona hacia las condiciones de ese ambiente, adaptándose con el tiempo a ambientes indeseables en un principio, una vez que se tornan familiares.

La familiaridad con un ambiente dado puede ayudar a la aceptación de otro ambiente desconocido, si ambos pertenecen a la clase de ambientes llamados genotipos. Es el caso de los departamentos típicos de los hospitales, como son los quirófanos, la radiología, etc., que pueden tener diseños y funciones similares en diferentes hospitales.

En ambientes de trabajo como los hospitales, donde la mayor parte de las tareas requieren movimiento a través de la edificación, es una condición esencial para funcionar eficientemente el poder adaptarse

al ambiente físico. Esta adaptación se facilita mediante el desarrollo de mapas cognitivos. La coherencia y legibilidad de los ambientes y sus relaciones espaciales promueve ese desarrollo. Los otros usuarios de la edificación, como son los pacientes y visitantes, igualmente deben orientarse claramente en su movimiento a través de ella, para lo cual se debe contar con un buen sistema de señalamiento, o mediante símbolos, colores, iluminación, paisajismo, y la propia arquitectura del edificio (fotos 7 y 8). Los signos y gráficos que proporcionan mensajes claros y consistentes pueden hacer más para poner a las personas en la dirección correcta y mantenerlos en esa dirección que llevarlas de la mano. Estos signos pueden transmitir el mensaje de que la institución y su personal manifiestan preocupación por atender las necesidades de los pacientes y visitantes.<sup>19</sup>



**Foto 7:**  
Pasillo interno.  
Hospital Pietralata, Roma



**Foto 8:**  
Señalización. Ambulatorio IVSS,  
Cúa

### 5. Habitabilidad de la edificación y satisfacción en el trabajo

Algunas de las características del ambiente que deben ser consideradas al momento del diseño, para adaptarlo a las necesidades del usuario, son: ruido, iluminación, temperatura, calidad del aire, color, equipamiento y mobiliario, privacidad, símbolo de estatus. Las necesidades no satisfechas causan tensión, inconformidad e insatisfacción. Por otro lado, la tendencia de los trabajadores a sobrevalorar o ignorar la importancia del ambiente físico con relación a su satisfacción en el trabajo, puede reflejar sus hábitos y sus valores más que la verdadera contribución del ambiente.

Locke<sup>20</sup> define los valores como "condiciones adquiridas que una persona consciente o inconscientemente desea, quiere o busca obtener". De acuerdo con él, las necesidades humanas son una condición universal e innata para mantener la vida, las cuales existen a pesar de que el organismo las desee o no. Las verdaderas reacciones emocionales y escogencias son determinadas por los valores. Mientras todos los seres humanos principalmente tienen las mismas necesidades básicas, ellos difieren enormemente en lo que ellos valoran.

La contribución del ambiente físico a la satisfacción o insatisfacción en el trabajo será determinada en la medida en que este ambiente facilite la obtención de los objetivos del usuario mediante la satisfacción de sus necesidades básicas y el logro de un confort fisiológico.

### 6. Efectos nocivos y riesgos causados por el ambiente físico

Los efectos nocivos directos causados por el ambiente físico, se manifiestan principalmente mediante cambios psicológicos, fatiga o accidentes. El ambiente físico debe insinuar ciertos patrones de comportamiento y prevenir otros, de manera de delimitar las posibilidades de acción. Condiciones ambientales, tales como temperaturas extremas, aire contaminado, ruidos molestos o mala iluminación, que estén fuera de los límites aceptables psicológicamente, pueden hacer el trabajo intolerable. Ciertos aspectos peligrosos en el ambiente físico pueden ser detectados sólo cuando causan serios accidentes, como el caerse en un piso resbaladizo, o en un escalón en un pasillo de tráfico intenso (foto 9).



**Foto 9:**  
Escalón en la emergencia  
pediátrica. Hospital Los Magallanes,  
Caracas. Pasillo hacia los  
consultorios de triaje

Peligros como químicos tóxicos, radiaciones ionizantes o riesgos microbiológicos incluyen efectos de larga duración que hasta pueden ser imposibles de ser percibidos.

La atención a los requerimientos de los usuarios también debe reflejarse en la preocupación por disminuir los riesgos a que están expuestos los miembros del

## artículos

personal que trabaja en los hospitales. Son numerosos los casos que se han reportado sobre los daños en la salud del trabajador producidos por un mal diseño, construcción o mantenimiento, del hábitat donde trabaja. Se han reportado casos como el del Hospital de Maracaibo,<sup>9</sup> donde se han observado daños en las condiciones físicas de las anesthesiólogas debido a que el área quirúrgica del mencionado hospital se encuentra debajo del piso de Rayos X, encontrándose expuestas de manera permanente a fuentes de radiación que no son calibradas regularmente. Tampoco existen en el área quirúrgica, equipos de extracción de gases, por lo que están sometidas continuamente a la inhalación de gases tóxicos, como es el óxido de etileno.

Igualmente, en la Unidad Quirúrgica del Hospital Baquero González<sup>8</sup> se detectaron dolencias y padecimientos de la columna vertebral en las enfermeras que allí laboran, debido a los largos recorridos con escaleras en el medio, a que debían someterse durante el tiempo de trabajo, provocado por un diseño no adecuado al funcionamiento de la unidad. Posteriormente este problema fue resuelto al abrir una puerta en el pasillo y acortar las distancias, a sugerencia de las propias enfermeras. Otro factor de riesgo lo representa la conexión abierta y directa de los quirófanos con el área de lavado de manos observada en el HUC (foto 10).

### 7. Efectos terapéuticos del ambiente

En la actualidad son muchos los estudios que se realizan en los hospitales para relacionar los efectos del ambiente en la recuperación de pacientes. Fiset<sup>21</sup> señala dos estudios, uno hecho en Pennsylvania, donde se demuestra que la vista desde la ventana de los cuartos de hospitalización influye en la recuperación de pacientes hospitalizados por cirugía; y otro en Canadá, en un hospital remodelado y ampliado, donde las enfermeras reportaron que los pacientes ubicados en el edificio nuevo, que contiene patios internos espaciosos y con tratamiento paisajístico, estaban usando 40% menos cantidad de analgésicos y píldoras para dormir, y se estaban recuperando más rápidamente que los pacientes ubicados en el viejo hospital.

Muchos médicos reconocen que existe mucho de arte en la medicina. La fe y la confianza depositada en el personal y en la institución es considerado como un factor de curación. Los arquitectos deben sostener ese potencial de autosanación del paciente a través de la influencia de los ambientes que diseñan. A través de la arquitectura se puede influir en aliviar las ansiedades y mediar en el temor ante el dolor y la muerte. Se debe combinar el arte de diseñar con el arte de curar para formar una sinergia.



**Foto 10:**  
Quirófano.  
Hospital Universitario de Caracas

Fiset<sup>21</sup> nos sugiere algunas recomendaciones para el diseño, tal como la jerarquización en la red de circulaciones. Este autor señala que los hospitales deben tener una trama ordenada de avenidas, a lo largo de las cuales se organicen los diferentes departamentos con sus propias calles internas. También enfatiza que debemos diseñar los hospitales de hoy con esa nueva visión de ambientes curativos que respondan a las necesidades psicológicas y emocionales de los usuarios, ya sean pacientes, familiares de los pacientes, amigos visitantes o empleados. Otro estudio realizado en la Universidad de Duke, por tres departamentos, el de Cultura, Instituto del Dolor y Farmacología<sup>22</sup>, pretende medir los efectos del arte en la mitigación del dolor en pacientes que son sometidos a punciones intravenosas. Los investigadores tratan de demostrar que los pacientes en esta circunstancia en una habitación rodeados con obras de arte responderán con una disminución del estrés, medidos a través de la baja presión sanguínea, bajos niveles de salivación, bajo ritmo de las pulsaciones, y la manifestación de menos dolor y ansiedad que en el grupo de pacientes situados en un cuarto sin obras de arte.

Por su parte, Donato,<sup>23</sup> al referirse al diseño de las unidades de Cuidados Intensivos, nos resalta los aspectos negativos provocados por la falta de privacidad en esas áreas, cuando el paciente hospitalizado está consciente. Señala que la tradicional disposición de estas unidades en ambientes únicos, con las camas de hospitalización colocadas en forma de "espina de pescado" o con separaciones por medio de mamparas móviles, produce la visión de otros pacientes, cuya vida puede estar más comprometida que la suya, los diversos procedimientos diagnósticos o terapéuticos y hasta eventuales maniobras de resucitación. La percepción de ruidos y sonidos que son producidos por aparatos e instrumentos, por otros pacientes y el personal asistiéndolos, constituyen una agresión externa, no necesariamente inevitable (fotos 11 y 12). También la excesiva iluminación ambiental suele conspirar con el confort, de igual modo que temperaturas y condiciones de humedad inadecuadas.

En nuestros hospitales se ha reportado el caso de pacientes oncológicos y pacientes terminales, que se encuentran sumidos en una gran soledad y abandono,<sup>24</sup> manifestado en la falta de atención, contac-



to físico y visitas; además, esta situación es agravada por la agresión del espacio físico, como se puede observar en las áreas de Radioterapia, generalmente ubicadas en sótanos desprovistos de visuales, con poca iluminación, con áreas de esperas en los pasillos, ubicados cerca de la morgue (como en el Hospital Clínico Universitario), factores que colaboran en el mismo sentido a aumentar su depresión y soledad, muy lejos de tratar al paciente como persona considerando su estado anímico y físico, sus valores y su dignidad (foto 13).

Al proyectista compete la definición del ambiente físico para el desarrollo de las labores del personal y para la recuperación del paciente. Además de concebir una estructura muy funcional, para evitar que los usuarios pasen la mayor parte del tiempo caminando de un lado a otro del hospital, la humanización contempla la creación de ambientes y de articulaciones espaciales que faciliten la comunicación entre los pacientes, con el personal y los visitantes, y también exige una preocupación por las características físicas de los espacios.

Hoy día poseemos el instrumento cognoscitivo para proyectar el ambiente del hombre, no en términos abstractos pero partiendo de la propia necesidad, de sus valores, y de su situación existencial. Para mejorar la calidad de atención de los pacientes, los establecimientos de salud deben ser objeto de profundos cambios, tanto en el orden conceptual como en su organización y funcionamiento. Para ello se requiere de un esfuerzo sistemático de análisis y revisión en cuanto a prioridades y formas de operación, lo que se refleja en la programación de la infraestructura.

## 8. Calidad espacial

Es bien conocido que la problemática funcional representa el principal reto para el diseño, el cual se torna de máxima complejidad en las estructuras hospitalarias. Muchas veces se olvida que la connotación simbólica del espacio no es menos importante que su connotación funcional. Manfredini<sup>25</sup> señala que tal connotación simbólica es también funcional, por cuanto significa una utilidad social del espacio que no se identifica inmediatamente con la función en sentido estricto.

Las normativas referidas a la infraestructura sanitaria, en general, se limitan a citar entre los criterios de diseño el mejoramiento del confort de las instalaciones. Este requisito presentado de esta manera tan genérica no transmite la voluntad de elevar el nivel de la indagación en el diseño. En efecto, una evaluación de proyectos mediante la aplicación de estándares crea una matriz de valores (usada también para la proyectación) aparentemente objetiva, de la cual pasan con facilidad hasta proyectos de pésima arquitectura.



**Foto 11:**  
Unidad de Terapia Intensiva,  
Hospital de Conxo,  
Compostela-España



**Foto 12:**  
Unidad de Terapia Intensiva,  
Hospital Coromoto,  
Maracaibo



**Foto 13:**  
Espera de Radioterapia.  
Hospital Universitario  
de Caracas

Veamos qué se entiende por calidad en la arquitectura o calidad del espacio arquitectónico en una estructura hospitalaria. En este ámbito debemos considerar la situación existencial del paciente, la mitigación del sentimiento de separación del resto de la vida a la que pertenece. Junto a esto está la condición de enfermedad, de dolor y de sufrimiento. Por otro lado, es necesario entender el uso errado del concepto de normalidad en el que se basan muchas soluciones arquitectónicas. Se debe sustituir el concepto de normalidad por aquel de pluralidad, en el sentido de aceptar al usuario en condiciones distintas de salud, enfermedad, infancia, vejez e incapacidad.

En este ámbito debemos considerar los aspectos psicológicos del reporte entre el hombre y el ambiente circundante, de manera que el sentimiento de alienación del enfermo puede estar acentuado o limitado por la obra arquitectónica. Si le reconocemos a la arquitectura valores de lenguaje, es por lo que debemos reconocerle su carácter persuasivo y psicológico, que no sólo denuncian la función, sino también estimulan y, en cierta forma, inducen.

Los espacios sobre los cuales mayormente recae la investigación, son aquellos espacios de contacto entre el hombre enfermo y las personas que por diferentes razones lo rodean, caracterizándose por el contraste entre el deseo de soledad y la necesidad de comunicarse.

## artículos

El término humanización ha sido abusado en el ámbito de la arquitectura sanitaria, hasta el punto de darle una aproximación superficial al problema. El cuidado del mobiliario interno, el aspecto cromático, el equipamiento de las habitaciones con televisión y teléfono, son de gran importancia pero no suficiente para mejorar el espacio donde habita el hombre enfermo, representando soluciones cosméticas. Se debe pensar en la recalificación del espacio y, por consiguiente, de las funciones que en ellos se desarrollan, en un equilibrio armónico entre espacios privados y espacios que favorezcan y privilegien una vida de relaciones espontáneas.

Citemos el caso de una sala de hospitalización, donde la aparente contradicción de satisfacer unas exigencias funcionales de seguridad, y crear a su vez unas relaciones terapéuticamente útiles con el entorno, dieron como resultado una arquitectura serena, donde la luz natural penetra y donde los niveles de seguridad son claramente legibles. La secuencia espacial y arquitectónica, los amplios espacios libres, producen un efecto terapéutico mucho mayor que tantos detalles buscados afanosamente y utilizados arbitrariamente para revitalizar un ambiente (foto 14).



**Foto 14:**  
Balcón de la Sala de Hospitalización.  
Hospital Universitario de Caracas

## 9. Reflexión final

Todas las consideraciones discutidas representan un llamado a la importancia fundamental que debe dársele a la investigación arquitectónica en el ámbito del diseño de los establecimientos de salud, sobre todo en el presente y en el futuro inmediato, porque las tendencias señalan hacia nuevos modelos de atención como servicios ambulatorios, servicios para ancianos, psiquiátricos, secciones para toxicodependientes, de aislamiento para enfermos inmunodeficientes, o para casos terminales, todos ellos con una marcada necesidad de análisis y comprensión de la situación existencial de los usuarios y la necesidad de dar un toque de humanización en los espacios que los albergaran.

### Notas

- 1 Cedrés de Bello, Sonia. 2000. "Habitabilidad en las edificaciones de salud. Criterios de diseño". Trabajo de ascenso IDEC-FAU-UCV.
- 2 Preiser, WFE. 1983. "The Habitability Framework. A Conceptual Approach Toward Linking Human Behavior and Physical Environment". *Design Studies*, 4. New York, Van Nostrand Reinhold.
- 3 Schwarz, Benjamin. 1998. "Planning the future". *Aesclepius*, vol. 7 (2):7. Center for Health Design. California.
- 4 Del Nord, Romano. "Human Centered Approach to Hospital Design". En: <http://www.healthdesign.org/es20.htm> (consulta: 10-11-1998).
- 5 Shepley, M. Is good healthcare design more dependent upon art or science?, en <http://www.healthdesign.org/forum> (consulta: 10-11-1998).
- 6 Fiset, Martin. 1990. "Architecture and the Art of Healing". *The Canadian Architect*, march: 23-26.
- 7 Marberry, Sara. 1998. "\$20.000 Garanted for Art Research". *Aesclepius*, vol. 7 (3): 1-2, Official IDEA-letter of the Center for Health Design.
- 8 Castillo, Flor. 1997. "Repercusión de las características físicas de una unidad quirúrgica con las manifestaciones dolorosas de la columna vertebral de las enfermeras". *Memorias de las VI Jornadas de Salud Ocupacional*. Fac. Medicina-UCV: 29-32.
- 9 Villalobos C., y otros. 1998. "Alteraciones cromosómicas en anestesistas del Hospital Universitario de Maracaibo". *Revista de la Facultad de Medicina*, UCV. Caracas, vol. 21, 2.:108-114.
- 10 Kaiser, L. Need for a Design Paradigm. En: <http://www.healthdesign.org/forum> (consulta: 10-11-1998).
- 11 Rossi Prodi, F. y Alfonso Stocchetti. 1990. *L'architettura dell'ospedale*. Firenze, Alinea Editrice.
- 12 Wiesenfeld, Esther. 1994. "Un estudio psicosocial de la privacidad". *Psicología y Ciencias Humanas* 6, 1:51-59.
- 13 Cedrés de Bello, Sonia. 1998. "Consideraciones arquitectónicas en el diseño de una clínica oncológica". *Tribuna del Investigador*, 6(1)5-18. Caracas, APIU-UCV.

- 14 Pesola, Kirsti. 1996. "Quality and User Requirements in Designing a Hospital". *Proceedings of 96 China International Symposium on Hospital Design*. Beijing.: 342-43,
- 15 Martin Moreno, S. 1990. *Recomendaciones de diseño para los redactores de proyectos de reforma, rehabilitación, ampliación o nueva planta de centros de salud*. Ministerio de Sanidad y Consumo. Gerencia de Obras y Suministros. Madrid.
- 16 Teikari, Martii. 1995. *Hospital Facilities as Work Environments*. Helsinki Univ. of Technology, Fac. of Architecture, Research Institute for Health Care Facilities. Research Publications.
- 17 Gerard Blachère. 1974. *Saber construir*. Barcelona. Editores Técnicos Asociados, en Hobaica y Cedrés de Bello, *El confort y la calidad de las edificaciones*. Rev. *Tecnología y Construcción* (2):88. IDEC-UCV. Caracas. 1986.
- 18 Roffé, Alfredo. "Las reglas del juego. Una aproximación al problema de la evaluación de proyectos de arquitectura". *Tecnología y Construcción* (1):73-77. IDEC-UCV, Caracas.
- 19 AIA. 1979. *Signs and Graphics for Health Care Facilities*. American Hospital Association. Chicago.
- 20 Locke (1976) "The Nature and Causes of Job Satisfaction", en Dunnette M.D., ed. *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*. Chicago: Rand McNally College Publishing Company, 1297-1349. En Teikari (*Op. cit.*)
- 21 Fiset, Martin. 1990. Architecture and the Art of Healing. *The Canadian Architect*. March: 23-26.
- 22 Marberry, Sara. 1998. "\$20.000 Granted for Art Research". *Aesclepius*, Official IDEA-letter of the Center for Health Design. Vol. 7 (3):1-2.
- 23 Donato, Horacio, et al. (1995). "Humanización de las áreas críticas de atención médica", en *Actas del Congreso Latinoamericano de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria*. Buenos Aires.
- 24 García de Insausti, C.L. (1998). "Bioética, consentimiento informado y el paciente oncológico". *Revista de la Facultad de Medicina*, vol. 21(2):83- 86. Caracas, UCV.
- 25 Manfredini, G. 1993. "La qualità dello spazio architettonico". *Progettare per la Sanità* 21:61-66.

# Mampostería estructural de bloques de concreto.

## Proceso de diseño de la tecnología Omniblock

Arq. Mercedes Marrero

### Resumen

El presente trabajo recoge los principales aspectos del proceso de diseño de la tecnología de mampostería estructural de bloques de concreto denominada Omniblock, desarrollada en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela.

Se incluye una breve descripción del contexto en que se concibe la propuesta, la metodología empleada, las conclusiones del estado del arte, las vías exploradas y el proceso de diseño. Se esboza el proceso de verificación de la técnica y se concluye con algunas reflexiones referidas al mercado y factibilidad de aplicación de la propuesta.

### Abstract

*This investigation gathers the principal aspects of the design process related to the concrete bricks structural masonry technology called Omniblock, product of the master thesis developed at the Construction Experimental Develop Institute subscribed to the Architecture & Urbanism Faculty, Universidad Central de Venezuela. It included a brief description of the context in which the proposal is conceived, the methodology used for this purpose, the conclusions, the explored ways and the design process. Also, it is outlined the technique verification process and is concluded with some reflections referred to the market as well as to the proposal application feasibility.*

### Introducción

El desarrollo de técnicas constructivas que permitan disminuir los costos de viviendas destinadas a las personas de escasos recursos económicos en un país como Venezuela, con 80% de su población en condición de pobreza, es un reto de larga data que se ha tratado de resolver desde el ámbito de la práctica constructiva y el sector formal de la construcción. Éste, frecuentemente, ha adoptado métodos, tecnologías y fórmulas ajenas a nuestra realidad social, económica y geográfica.

En efecto, a partir de 1978, el aumento de la inflación y de las tasas de interés originaron que por primera vez los costos financieros tuviesen un peso significativo en los costos de la construcción, por lo cual se generaron una serie de acciones, tendentes a disminuir el tiempo de ejecución de las obras como medio para acelerar la rotación de capital. En este sentido, se recurrió a técnicas con una alta inversión en capital fijo, tales como la prefabricación y los encofrados tipo túnel. Muchas empresas, gracias a una moneda sobrevaluada frente al dólar, importaron maquinarias, equipos y plantas completas de prefabricados, que una vez instaladas, se encontraron con una economía deprimida en la que no tienen cabida, debido a la disminución de los proyectos, el aumento de los costos de producción, y la dificultad de estas técnicas para adaptarse a los cambios (Cilento, 1990).

Frente a esta situación, el sector informal ha asumido la vía de la autoconstrucción y la autogestión, utilizando fundamentalmente, bloques de arcilla reforzados con machones y vigas de concreto (Rosas, 1988). Sin embargo, las condiciones de seguridad y eficiencia de estas soluciones dejan una gran interrogante, por lo que se plantea la necesidad de estudiar opciones que retomen los aprendizajes de la construcción popular y aporten mejoras que puedan ser incorporadas a la práctica cotidiana, sin violentar las convicciones culturales de los usuarios.

### Descriptores:

Diseño; Tecnología;  
Mampostería; Concreto;  
Vivienda progresiva.

### Descriptors:

Design; Technology;  
Masonry; Concrete;  
Progressive house.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 17-3, 2001, pp. 43-62.  
Recibido el 05/05/99 - Aceptado el 21/03/01

## artículos

Una de estas opciones, de especial interés en el caso de los medios urbanos, es la mampostería estructural de bloques de concreto, la cual en otros países como Colombia y Perú con características semejantes a las de Venezuela, ha resultado ser 25% más económica que la opción de bloques de arcilla y aporticado (Gallegos, 1985).

Sin embargo, aun cuando existe una tradición en mampostería y una capacidad instalada para la producción de componentes que avala las posibilidades de éxito para incorporar una propuesta que se inserte en este tipo de técnica, debemos acotar que hay deficiencias desde el punto de vista del manejo del conocimiento de la mampostería estructural por parte de diseñadores, calculistas y constructores, agravado por la inexistencia de normas de cálculo específicas.

En cuanto a la producción del material, existe poca tradición en la exigencia de control de calidad, para el cumplimiento de la norma Covenin correspondiente (42-82), lo que se traduce en una competencia de precios y no de calidad.

Otro elemento a considerar son las políticas. Si consideramos que se ha sustituido el sistema tradicional del subsidio por un nuevo concepto más adecuado a la realidad económica del país, donde los beneficios puedan ser disfrutados por las familias y no por el sector financiero, se requiere que la solución técnica tenga coherencia con las condiciones socioeconómicas del medio donde pretende insertarse, ya que aparentemente el camino de la prefabricación pesada no ha sido todo lo eficiente que se esperaba, tal como se desprende del hecho de que entre los años 79 al 83 del total de viviendas construidas por el Inavi, sólo 5,27% se realizó utilizando sistemas prefabricados (Marrero, 1992).

Posteriormente surgió una nueva estrategia, mediante el *Programa de incentivos a la innovación en la producción y comercialización de materiales y componentes para la habitación popular* (PROMAT), el cual tiene por objeto disminuir los costos de construcción de las viviendas por la vía de los materiales y componentes, ya que el peso de los insumos (62,97%) con relación a los factores de mano de obra y maquinaria, así lo justifica (Tecnidec, 1986). Este proyecto, conjuntamente con la incorporación del concepto de vivienda progresiva, pretende atacar el problema de la vivienda de bajo costo con una estrategia más coherente con las decisiones políticas adoptadas.

### La mampostería estructural de bloques de concreto

Las razones por las que se plantea el uso de la mampostería estructural de bloques de concreto

como un sistema competitivo y factible para la construcción de viviendas de bajo costo son:

- Es una técnica conocida y manejada en todo el país, lo que garantiza su aceptación y uso, tanto en el sector formal como en el informal.
- Utiliza mayor consumo de mano de obra que de capital fijo, lo cual lo hace accesible al sector informal y a pequeñas constructoras que no poseen equipos.
- Los materiales y componentes se producen en forma industrializada en el país, por lo que cualquier modificación para mejorar el rendimiento a través de ellos podría ser introducido fácilmente a gran escala.
- El sistema tradicional permite crecimiento progresivo y sus componentes se comercializan en todo el país.
- Los componentes del sistema de mampostería se caracterizan por tener pequeñas dimensiones, por lo que son fácilmente transportables y manipulables.
- En edificaciones con una altura no mayor de 4 pisos, la mampostería resulta ser el sistema de mayor economía, dentro de la construcción convencional, tal como se desprende del siguiente cuadro, en el cual podemos observar que las alternativas de mampostería reforzada y de mampostería confinada tienen menor proporción de concreto y de hierro por metro cuadrado de construcción.

Alternativa	% concreto (m <sup>2</sup> )	% hierro (kg/m <sup>2</sup> )
Pórticos de concreto	17,28	19,99
Pórticos con muros de concreto	19,58	20,82
Pórticos con muros de mampostería reforzada	18,18	22,31
Mampostería reforzada	16,63	17,45
Mampostería confinada	8,94	17,96

Fuente: L. García. 1985. "Mampostería estructural en Colombia". Taller Normativa y Seguridad en Zonas Sísmicas. Caracas, IMME/SOCVIS/OEA.

### Una mirada al proceso

A título ilustrativo, se señalan a continuación los aspectos más relevantes que constituyen el proceso de investigación y su culminación en el desarrollo de la tecnología Omniblock.

Las diferentes etapas se retroalimentan continuamente, hasta llegar a una opción que satisfaga las expectativas del investigador por presentar evidentes ventajas con relación al universo de sistemas existentes en el estado del arte. Una vez explicado el proceso general, procederemos a desarrollar cada uno de ellos, a fin de aclarar su objetivo fundamental.

## 1. Aspectos conceptuales

El diseño de una propuesta tecnológica va más allá de definir las características físicas de los objetos, involucra aspectos relacionados con su aplicación, por tanto, se incluyen diferentes opciones referidas a:

### 1.1. Conceptos estructurales

Según el ingeniero Luis García, en su trabajo titulado "Mampostería estructural en Colombia", presentado en el Taller Normativa y Seguridad en Zonas Sísmicas (IMME/SOCVIS/OEA), en 1985, el uso de la mampostería en muros se clasifica en:

A) Muros/diafragma: Son aquellos muros, en los que su marco de confinamiento está constituido por un pórtico, el cual se construye primero. La participación de la mampostería no se considera para efectos de cálculo. En la realidad, actúa como rigidizador frente a esfuerzos laterales. Las cargas verticales son soportadas por los pórticos.

B) Mampostería no reforzada: Se refiere a los muros cuyas piezas se unen solamente con mortero. Su utilización no se recomienda en zonas sísmicas.

C) Mampostería reforzada: Se construye colocando acero de refuerzo vertical dentro de las celdas de las unidades, cada cierto espaciamiento y acero de refuerzo horizontal dentro de las pegadas horizontales o en vigas embebidas dentro del muro.

D) Mampostería de muros confinados: Es aquella donde el muro está confinado por vigas y machones de amarre que por lo general se construyen después que los muros están hechos. El muro soporta, tanto las cargas verticales como las horizontales (gráfico 1).

### 1.2. Arquitectura/estructura/instalaciones

Uno de los principales riesgos de la mampostería estructural lo constituye el manejo inadecuado de los conceptos resistentes/espaciales y de instalaciones, ya que las incoherencias entre estos aspectos se traducen en ineficiencia del sistema, lo que origina una gran cantidad de remiendos y modificaciones que complican y encarecen la solución.

En este sentido, se debe considerar la función estructural del cerramiento para el diseño de las instalaciones y aberturas de edificaciones de mampostería estructural (gráficos 2 y 3).

Gráfico 1:  
Concepto estructural

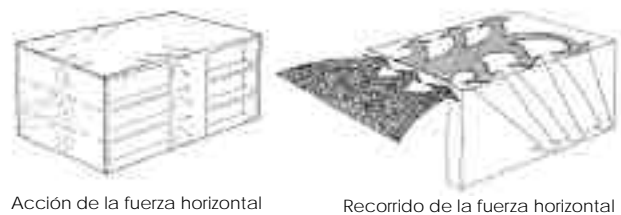


Gráfico 2:  
Coherencia arquitectura/  
estructura/instalaciones

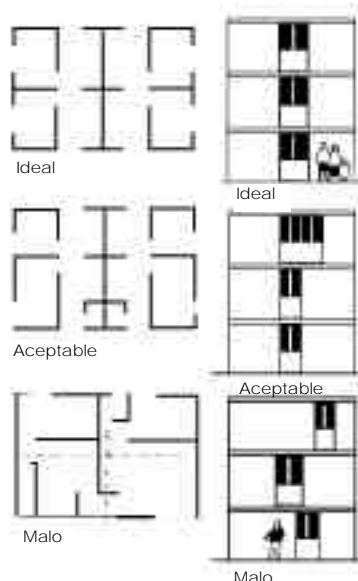
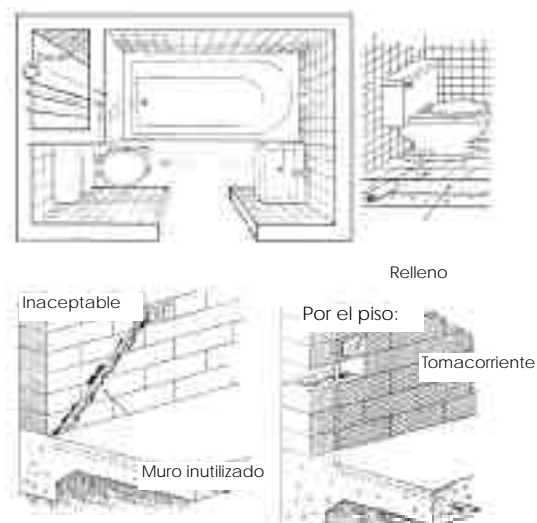


Gráfico 3:  
Simetría y continuidad



## artículos

### 1.3. Características, ejecución, producción y normas de los materiales

#### 1.3.1. Bloques

**Características.** Se pueden clasificar en pesados o livianos, de geometría regular o machihembrados, con diseño de uso universal o especial, formado por uno o varios tipos de material, de formatos menores, iguales o mayores a los producidos en el país, tal como puede apreciarse la gráfica. En conclusión, los diferentes rangos que se observan en el estado del arte son: en peso, un máximo de 30 kg por unidad (bloques dos caras D.B.A.); con relación al tamaño, por lo general se encuentran entre 15/20/25 cm de alto (excepcionalmente 50 cm en el bloque Durisol, Suiza), entre 40 y 45 cm de largo (sólo el Durisol tiene 75 cm) y en cuanto al ancho, éste oscila entre 10 y 25 cm. Por último, si analizamos la geometría de los elementos estudiados, podemos concluir que en todos los casos deja, por lo menos, una de sus caras planas, en el sentido perpendicular a las aberturas.

**Producción.** La forma de producción puede ser:

- Artesanal, cuando se realiza mediante encofrados de madera; su rendimiento depende del número de éstos.
- Mecanizada, cuando se realiza mediante las máquinas moldeadoras llamadas ponedoras, pudiendo tener un rendimiento promedio de 1.300 bloques/día según el tipo de máquina.
- Industrializada, cuando el proceso se realiza mediante una tecnología que incorpora integralmente todas las etapas de la producción con alto grado de mecanización; el rendimiento promedio de la producción en una jornada de 8 horas es de 14.000 bloques. Este sistema tiene limitaciones en cuanto a las dimensiones máximas que pueden tener los bloques, las cuales son 60 x 60 x h=30 cm.

Es importante señalar que para bloques con responsabilidad estructural, es especialmente necesario el control de calidad, lo que en nuestro país es inexistente en la casi totalidad de las bloqueras, por lo que se observan sustanciales diferencias en la resistencia del producto según la planta en donde han sido elaborados (Pérez y otros 1987).

**Normas.** Las normas venezolanas sobre bloques huecos de concreto (Covenin 42-82), están basadas en las Normas (contec 247-67, ASTM C90-75, ASTM C129-75, ASTM C140-75). En ellas se establecen condiciones que representan restricciones para el diseño de bloques; éstas son:

- Según los agregados, los bloques pueden ser: pesados, con arena como agregado, y un peso unitario seco de 2.000 kg/cm semipesados, fabricados con mezcla de arena y agregados livianos; su peso unitario seco oscila entre 1.400 y 2.000 kg/cm livianos, fabricados con agregados livianos y con un peso unitario del concreto seco menor a 1.400 kg/cm.

b) Con respecto a su resistencia, los bloques pueden ser: tipo A, para ser utilizados para paredes de carga, distinguiéndose la clase A1, para paredes exteriores expuestas a la humedad y la clase A2, para paredes exteriores no expuestas a la humedad. Los tipo B corresponden a bloques para paredes no estructurales y contemplan, también, las clases según su exposición a la humedad.

c) Con relación a las dimensiones, se presenta una lista de las existentes en el mercado, pero se hace la salvedad de que "pueden fabricarse bloques con otras dimensiones, siempre y cuando cumplan con lo especificado en esta norma", por lo que, en consecuencia, las limitaciones están establecidas por los espesores de las paredes de los nervios, la absorción del agua, la resistencia a la compresión, y la apariencia y acabados.

Es importante señalar que en nuestro país la exigencia en el cumplimiento de estas normas no se realiza ni por parte de Covenin ni de los consumidores del producto, con algunas excepciones, tales como las compañías petroleras. Por tanto, la gran mayoría de las bloqueras no las toman en cuenta, ya que sus productos se venden sin necesidad de ocuparse de ese aspecto.

**Diseño de mezcla.** En la mampostería estructural es de suma importancia el diseño de mezcla, tanto para la elaboración de las unidades de mampostería como del mortero que las une y del concreto líquido en el caso de mampostería reforzada.

Con relación a la mezcla para bloques, se hizo una revisión de los concretos livianos, ya que el peso es uno de los factores importantes a controlar en este tipo de construcción. Este concreto liviano se puede obtener por diversos medios, tales como:

- Agregados livianos, los cuales pueden ser naturales (de origen volcánico) o artificiales (arcillas, pizarras, etc.).
- Concreto sin finos, el cual está formado por agregados gruesos (1"-2"), cemento y agua.
- Concreto aireado o celular, formado por una estructura de diversas celdas de aire no comunicadas entre sí, producidas por un agente generador de gas que se añade antes del fraguado, tales como cenizas de combustible pulverizado. Este material, curado en autoclave, es resistente y ligero y presenta dos modalidades:

Concreto espumoso, tales como el Foamcen, que es utilizado fundamentalmente como termo aislante; concreto gaseado, que se obtiene mediante una reacción química que genera un gas en el mortero, que al fraguar contiene un gran número de burbujas. La reacción química se puede lograr con polvo de zinc o de aluminio.

De estos tipos de concreto, los más utilizados para bloques en Venezuela son los aligerados con agregados livianos de arcillas expandidas (Aliven). Los aligerados resultan ser de alto costo.

**1.3.2. Mortero.** Tomaremos como referencia el trabajo final de grado de la Facultad de Ingeniería, UCV, 1987, presentado por M. Perozo y otros, titulado "Evaluación del comportamiento de muros con bloques de concreto bajo la acción de carga lateral", el cual contempla los siguientes aspectos.

**Características.** Su calidad se define comúnmente mediante la resistencia que presenta a la compresión. Sin embargo, son más significativas para el comportamiento del conjunto la capacidad para desarrollar buena adherencia con las piezas, la manejabilidad y las propiedades de deformabilidad. Ahora bien, se ha demostrado que uno de los aspectos fundamentales para la adhesión del mortero es la presencia de cal. En efecto, en un estudio hecho de cien edificios de albañilería de la Compañía de Teléfonos de Nueva Jersey, en EE UU (Gallegos, 1989), que tenían entre seis y veintitrés años de construidos y que debían demolerse, se demostró que los edificios que no presentaban fisuras habían sido construidos con mortero de cal y cemento, mientras que los que habían sido construidos con mortero de cemento presentaban hasta 60% del largo de hiladas fisuradas.

Por último, es importante señalar, que, adicionalmente, el mortero debe tener propiedades adecuadas de:

1. Trabajabilidad, es decir, la cualidad de poder ser esparcido con facilidad,
2. Retentividad, o capacidad para mantener su consistencia durante el proceso de asentado y
3. La durabilidad de sus condiciones en el tiempo.

**Componentes del mortero:** a) Cemento: Le confiere resistencia a la compresión y valor a la adhesión, colaborando, además, con la trabajabilidad y retentividad. Su dosificación en exceso aumenta la contracción del mortero y atenta contra la durabilidad de la adhesión. b) Cal: Provee al mortero de plasticidad, cohesión, retentividad y extensión de adhesión, siendo el componente fundamental para asegurar la durabilidad de dicha adhesión. c) Arena: Actúa como agregado inerte en la mezcla del mortero, reduce la riqueza de los aglomerantes, aumentando su rendimiento y reduciendo los efectos negativos del exceso de cemento, tales como la contracción del mortero.

Las arenas gruesas aumentan la resistencia a la compresión, mientras que las finas reducen esa resistencia, pero aumentan su adhesividad, siendo por lo tanto preferibles. En términos generales, debe pasar por una malla # 8 y no tener más de 10% que pase por la malla #200, teniendo además una gradación bien distribuida entre mallas intermedias.

**Agua:** Es el componente para que el mortero posea su cualidad fundamental en estado plástico, es decir, la trabajabilidad.

**Ejecución:** En la actualidad, el mortero más utilizado es el de cemento, cuyas proporciones de mezcla (López, 1988),

son una parte de cemento más seis partes de arena, con una resistencia de 100 kg/cm; sin embargo, como ya se ha dicho, el mortero más eficiente es el de cal y cemento, cuyas proporciones son una parte de cal más dos partes de arena más cemento (2% del volumen de la cal utilizada). En ambos casos la cantidad de agua debe ser la necesaria para obtener fluidez. Esta mezcla (López y otros, 1986), debe ser aplicada en capas delgadas (+/- 5 mm), ya que un aumento del espesor del mortero aumenta significativamente el esfuerzo de tracción en las piezas. Finalmente, es necesario señalar que el mortero se fabrica generalmente con escaso cuidado en su dosificación, lo que va en detrimento del comportamiento de las piezas como una estructura integral.

**1.3.3. Concreto líquido.** El concreto líquido está constituido por los mismos materiales que el concreto, pero debe ser mucho más fluido, lo que se logra con una alta relación agua/cemento y controlando el grado de fineza de la arena. El trabajo fundamental de este concreto es a compresión, pero debe mantener su trabajabilidad. Esto produce dos condiciones contradictorias, ya que el exceso de agua podría generar poca resistencia en el concreto, pero sin embargo, la porosidad de los alveolos de las unidades de albañilería absorben el exceso de agua, dejando al concreto con una relación agua/cemento apropiada.

Según la dimensión de los alveolos del bloque, se diseña el concreto líquido; éste puede ser fino, el que sólo tiene arena como agregado, o grueso, que puede contener piedra con un tamaño máximo de 3/8".

La colocación de concreto líquido debe realizarse de una sola vez, cuando la pared tiene su altura total, ya que así se evita crear juntas débiles entre llenados. Por último, debe enfatizarse la necesidad de compactación del concreto líquido, mediante el chuceo o vibrado, no siendo necesaria la operación de curado.

#### 1.4. Procedimientos constructivos para desarrollar mampostería

Los procedimientos constructivos varían según el concepto estructural adoptado y según las técnicas empleadas.

**1.4.1. Concepto estructural.** Con relación al primer aspecto, podemos diferenciar en la mampostería reforzada procedimientos que disponen los refuerzos exteriormente, mediante diagonales de vigas metálicas, mallas y friso, y procedimientos con refuerzos interiores aprovechando las aberturas de los bloques para ubicar las cabillas cada cierto intervalo (gráfico 4).

En la mampostería con muros/diagrama confinada, los métodos para construir los macho-

## artículos

nes y vigas de cierre de las paredes son, mediante elementos prefabricados de concreto, metálicos, vaciados en sitio con encofrados vaciados en sitio, utilizando los bloques como encofrado perdido (gráfico 5).

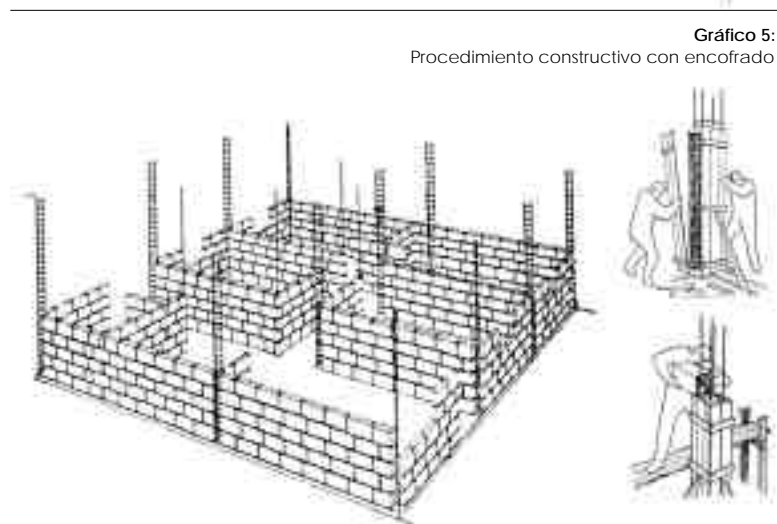
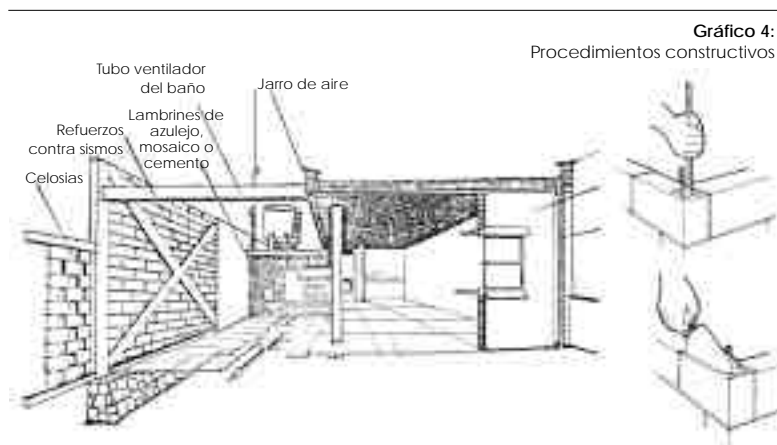
Con relación a la ejecución de las paredes, podemos considerar dos aspectos, uno referido al comportamiento de los bloques en los muros como un todo homogéneo, y otro, relacionado con el tipo de operaciones constructivas.

En el primer aspecto, lo fundamental es la adherencia entre el mortero y las piezas. Se ha demostrado (López, 1986) que la presencia de cal en el mortero es significativa para incrementar la adherencia, al igual que evitar el humedecimiento previo de las piezas. Otra condición que debe cuidarse es el excesivo espesor del mortero, ya que produce la aparición de grietas a lo largo de las juntas, debido a la diferencia de los módulos de elasticidad del bloque y del mortero. De igual forma, es importante para su desempeño estructural, el confinamiento de las piezas y la forma de disposición de los bloques. Usualmente las paredes se construyen a junta perdida en el sentido vertical y con juntas continuas horizontalmente, siendo esto una de las razones por las que las grietas aparecen en este sentido. Con relación a la importancia de las superficies de contacto de los bloques para la adherencia, se ha demostrado, que las piezas de superficie rugosa o con pequeñas perforaciones, en las que el mortero puede penetrar y proporcionar un efecto de llave cortante, presentan una mayor resistencia, mientras que las piezas de superficie lisa y las que tienen grandes huecos que dejan un área de contacto reducida, son las que dan lugar a una resistencia menor.

En cuanto a las operaciones constructivas, una de las principales ventajas de la mampostería es la manejabilidad de sus piezas por sus pequeñas dimensiones y peso reducido, lo que facilita su transporte, apilamiento y montaje. Sin embargo, esta misma propiedad hace que se requieran de numerosas operaciones para construir cada metro cuadrado de pared, lo que implica la necesidad de ejercer un mayor control de calidad para su adecuada ejecución.

### 1.4.2. La construcción de espacios.

Los procedimientos constructivos con sistemas de mampostería, por lo general, involucran una gran cantidad de ma-



teriales de diversas características, lo que complica la compra, transporte y almacenamiento de los mismos, ya que requieren de condiciones específicas según la naturaleza de cada uno de ellos. Lo mismo ocurre con los equipos y personal adecuado para la realización del proceso de montaje. En los ejemplos que siguen a continuación, puede observarse, en primer lugar, la experiencia del sistema Tabibloc, perteneciente al proyecto Previ (Perú), el cual se basa en la producción de un complejo muestrario de componentes para realizar la edificación.

Es sencillo inferir las implicaciones al nivel de producción, que planteamientos como éste podrían originar (gráfico 6).

El segundo ejemplo, un sistema mixto utilizado en Colombia, se realiza con unidades de mampostería estándar, tratando de simplificar los elementos que conforman el entrepiso. Sin embargo, las características de los bloques y de las losas prefabricadas requieren de dos tipos de procesos distintos que podrían llegar a complicar la coordinación de la obra, siendo limitante para desarrollos en zonas marginales.



El tercer ejemplo se refiere al sistema de la Concretera Lock Joint (Venezuela), el cual es un sistema mixto conceptualmente parecido al descrito con anterioridad (gráficos 7 y 8).

### 1.5. Conclusiones

Luego de analizar los diferentes aspectos concernientes a la mampostería podemos concluir:

#### 1.5.1. Del concepto estructural.

Tanto en el sector formal como en el informal se observa la tendencia a utilizar conceptos estructurales que desprecian la capacidad portante de los bloques. Esta situación se debe, entre otras razones, a la falta de investigación y de una normativa adecuada, así como por la poca confiabilidad en los materiales, como consecuencia del escaso control de calidad en su producción. Por otra parte, la aparición de nuevas técnicas y concepciones arquitectónicas que orientaron la búsqueda del conocimiento para la práctica edilicia en otra dirección, permitieron la adopción de tecnologías foráneas a muy bajo costo, lo cual fue posible mientras la paridad cambiaría se mantuvo favorable a nuestra moneda.

Si consideramos los cuatro sistemas descritos, podemos concluir que el muro/diafragma desaprovecha la capacidad portante de la mampostería, por tanto, es antieconómico. La mampostería simple no es recomendable en zonas sísmicas. Con re-

lación a la mampostería reforzada y confinada, se ha demostrado (Perozo y otros, 1987), que el muro confinado tiene mayor ductilidad que el reforzado, adaptándose mejor a los sismos. Además, el proceso constructivo y costo del sistema reforzado en comparación con el muro confinado, señalan que este último tiene más eficiencia.

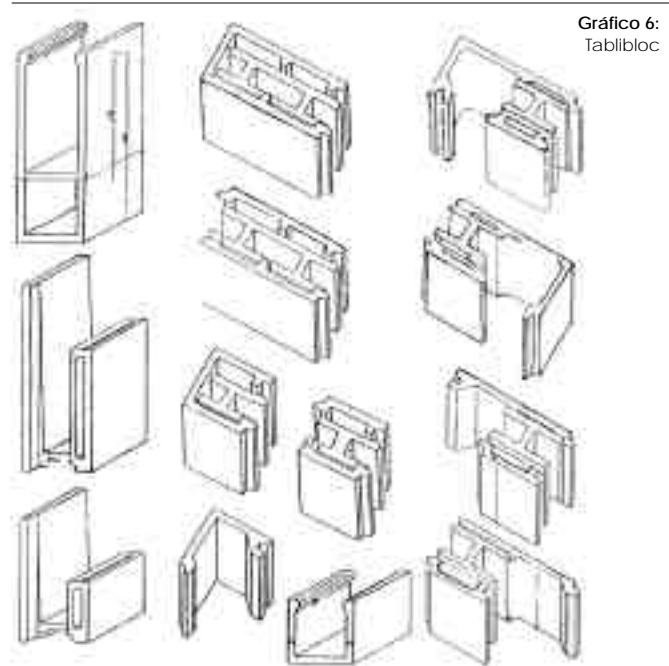
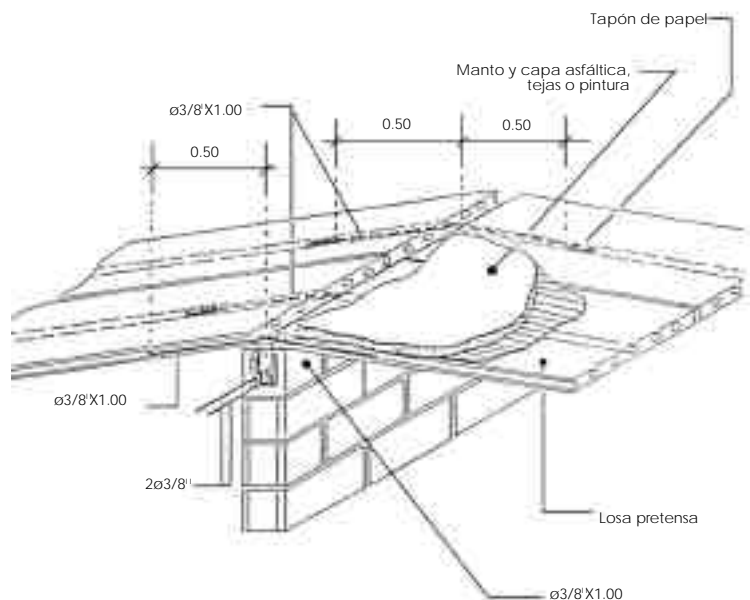


Gráfico 6:  
Tablibloc

Gráfico 7:  
Procesos constructivos mixtos.  
Revista *Escala*



Gráfico 8:  
Procesos constructivos mixtos. Catálogo



## artículos

### 1.5.2. De los problemas relacionados

#### con los materiales

- Falta de control de calidad, por lo que carecen de confiabilidad.
- Falta de investigación por parte de las industrias, orientada a mejorar las características de los componentes y, a través de ellos, incidir favorablemente en los procesos constructivos, en búsqueda de una mayor eficiencia y economía.
- Problemas en la composición del mortero a utilizar, lo que va en detrimento del logro del comportamiento estructural del muro en forma homogénea.

### 1.5.3. De los problemas relacionados

#### con el procedimiento

- Errores en la dosificación y cantidad del mortero, lo que impide una adherencia adecuada, resultando antieconómico por desperdicio de materiales.
- Complicaciones para obtener el alineamiento de las piezas.
- Los métodos de confinamiento con elementos lineales metálicos o prefabricados simplifican el montaje y disminuyen el tiempo de manipulación, pero complican el transporte y la manipulación. El método con encofrado y confinamiento con malla implica el aumento del número y tipo de operaciones en el proceso constructivo, mientras que el confinamiento utilizando los bloques como encofrado, simplifica la operación.

### 1.5.4. Del bloque como componente

#### de un sistema

- En las edificaciones tradicionales de mampostería no existe una coherencia conceptual en las características de los componentes que la forman, ya que el carácter de "mampostería", es decir, de pequeños elementos de fácil manipulación, no está presente en las soluciones de techo, entrepiso y escaleras, presentándose una mezcla de los componentes que complica la ejecución de la obra.
- En el proceso de construcción con mampostería se produce un desperdicio de material y esfuerzos, debido al corte de bloques, tanto para adaptarlos a las diferentes dimensiones requeridas como para permitir la incorporación de las instalaciones.
- La mayor eficiencia de la construcción con mampostería estructural se obtiene en los procesos constructivos integrales, donde se ejecuta simultáneamente cerramiento, estructura e instalaciones. Sin embargo, para la consolidación progresiva del proceso constructivo, este método resulta inconveniente.
- En los casos estudiados en los que se trata de resolver distintas situaciones con el diseño de bloques, la diversidad de los modelos propuestos complican la producción de los mismos, creando problemas de inventario, almacenamiento, comercialización y variedad de uso.

## 2. Lineamientos generales de diseño

A partir de los estudios previos se plantearon los siguientes lineamientos de diseño:

#### Con relación al concepto estructural y el diseño arquitectónico

- Utilizar el concepto de cerramiento resistente.
- Definir pautas para diseño arquitectónico coherentes con el concepto estructural de muros portantes.
- Prever crecimiento.
- Difundir la técnica.

#### Con relación a los materiales

- Estudiar peso y geometría en función de su manipulación, transporte y apilamiento de los bloques.
- Estudiar la configuración y superficies de contacto de los bloques, para lograr mayor adherencia de los mismos.
- Mejorar o mantener las condiciones térmicas y acústicas de los bloques existentes.
- Estudiar la modulación para evitar desperdicios.
- Estudiar la posibilidad de incorporar del acabado final.
- Estudiar el diseño del bloque en función de la disminución del tiempo de ejecución de los muros, tanto en el alineamiento de los bloques como en la construcción de los elementos de confinamiento.

#### Con relación al procedimiento

- Estudiar la ejecución en función de lograr una mayor cohesión entre los bloques.
- Estudiar la ejecución en función de lograr mejor uso del mortero, evitando desperdicios del mismo.
- Simplificar la ejecución de aberturas y ductos.
- Prever la consolidación progresiva de la construcción.

#### Con relación a los bloques como componentes de un sistema

- Estudiar la mampostería estructural como un sistema integral de construcción, que incluya muros y losas.
- Proponer componentes constructivos complementarios, coherentes con el concepto de mampostería
- Coordinar las dimensiones de las aberturas con los bloques.

#### Con relación a las normas

- Normas de cálculo y de especificaciones de materiales, ensayos y trabajos de investigación realizados.
- Compatibilidad dimensional con bloques existentes.
- Uso de maquinarias existentes en el país.
- Uso de materiales existentes en el país.
- Productos de bajo peso para ser manipulados con facilidad.
- Facilidad de apilamiento y transporte.
- Costos competitivos.

### 3. Alternativas de solución

#### 3.1. Composición de los elementos.

Con relación a este aspecto, la vía de los bloques livianos presenta ventajas sobre los pesados, debido a que su menor peso con la misma resistencia es más adecuado para construir sobre terrenos poco estables, además de permitir ahorro de material en las fundaciones, mejorar la manejabilidad y mejorar las condiciones térmicas y acústicas de los bloques pesados. Dentro de esta línea, los aditivos químicos resultan sumamente costosos, por lo cual se debe recurrir a los agregados livianos para disminuir el peso de los bloques.

#### 3.2. Adherencia de las piezas.

En cuanto a las formas de producirla, se definen cuatro caminos:

- A través del concepto estructural, que como ya se explicó en las conclusiones, se considera el de la mampostería confinada como el más favorable, tanto por el peso como por su ductilidad (capacidad de deformación antes de colapsar), y por su facilidad de ejecución.
- Mediante el sistema de unión de los bloques, pudiendo ser con mortero o sin mortero. Dentro del primer grupo, la modalidad de bloques con caras planas presenta menos problemas de rotura en el transporte y producción, mayor versatilidad de uso, mayor posibilidad de desperdicio de mortero y mayor dificultad para lograr el alineamiento que los bloques machihembrados. En el segundo grupo, los bloques machihembrados y los bloques con conectores permiten la unión de las piezas, en forma menos complicada que mediante la utilización de malla exterior y friso. Pero en cualquier caso, la ausencia de mortero no es recomendable en zonas sísmicas.

En conclusión, en este aspecto las vías de bloques machihembrados con mortero y de caras planas con mortero parecen ser las más indicadas.

- La disposición de los bloques puede ser con juntas lineales continuas o interrumpidas, en una o dos direcciones. En este sentido, la condición más favorable para permitir la adherencia de las piezas e impedir la creación de grietas a través de las juntas, es el sistema de "junta perdida".
- El acabado de las superficies se puede obtener por medio de la dosificación y tipo de los agregados y a través del moldeado. En este sentido la segunda opción presenta mayores ventajas, ya que permite dejar superficies lisas como acabado de pared y superficies ranuradas, para la mejor adherencia del mortero, lo que resulta imposible en la primera alternativa.

**3.3. Eficiencia del proceso de producción.** Según los niveles de mecanización se pueden producir bloques en forma artesanal, con moldeadoras mecánicas manuales, moldeadoras a motor y vibrocom-

pactadoras. De todas estas formas, debido a la necesidad de un mayor control de calidad de los bloques con función estructural, se plantea que el método de producción sea de alto nivel de mecanización, a cargo de empresas capaces de proporcionar productos confiables, lo que, aunado a una eficiente comercialización, contribuiría a la mayor difusión y utilización de la mampostería estructural de bloques de concreto.

**3.4. Eficiencia del proceso constructivo.** Se tomó en consideración la coherencia de los componentes con el concepto de mampostería, de la construcción progresiva, de la disminución de desperdicio, de la disminución de la cantidad de operaciones y la de la disminución de la complejidad de las operaciones. En el primer aspecto se presentan las alternativas de aumentar el tamaño de los bloques y eliminar el uso del mortero, las operaciones de vaciado, de frisado, de encofrado y el uso de plomada para obtener la alineación. De éstas, todas son viables, excepto la eliminación del mortero, lo cual no es recomendable en zonas sísmicas. En cuanto a la complejidad de las operaciones, la vía del machihembrado presenta ventajas para obtener un fácil alineamiento de las piezas. Por otra parte, los elementos de confinamiento en seco o con encofrado perdido representan las técnicas de mayor eficiencia. En cuanto al acabado con recubrimiento incorporado, se considera que el mismo requeriría de un excesivo cuidado en la manipulación de los bloques, lo que anularía la ventaja de tener el acabado listo. Sin embargo, obtener una superficie que no requiera friso puede ser un camino a explorar, al igual que el estudio de una modulación que permita resolver el problema de las aberturas, eliminando el desperdicio de material.

**3.5. Conclusión.** Se exploró la vía de la mampostería confinada con bloques livianos, con caras planas o machihembradas unidos con mortero de cal y cemento, con juntas discontinuas, superficies ranuradas para recibir el mortero, superficies lisas a la vista, producidos industrialmente, con dimensiones que disminuyan el número de piezas por metro cuadrado, conservando su manejabilidad y con una modulación que permita producir aberturas sin desperdicio de material.

### 4. Desarrollo de la propuesta

En el conjunto de alternativas estudiadas, la opción de diseñar un bloque de uso múltiple para paredes y losas, concebido como componente de un sistema constructivo abierto, compatible con los bloques existentes en el mercado, y producido con las maquinarias existentes y tecnologías disponibles en nuestro país, resultó la

## artículos

propuesta más favorable con relación a los lineamientos de diseño establecidos.

Esta opción se fundamenta conceptualmente en la utilización de las características de resistencia, moldeado y posibilidad de corte del concreto; la utilización de cerramientos portantes; la reducción de la diversidad de componentes, la disminución del desperdicio por cortes; la consolidación progresiva de la producción.

Esta propuesta presenta ventajas para el productor, ya que al reducir la variedad se incrementaría la productividad, disminuyéndose los inventarios y áreas de almacenamiento, además de facilitar el transporte. Por su parte, el constructor directo también estaría favorecido, por depender de un menor número de componentes, siendo el propuesto fácilmente manipulable, transportable y apilable.

En este sentido se procedió al estudio de la morfología del bloque, utilizando para la toma de decisiones el enfoque del "usuario desconocido" (Acosta, 1991), el cual busca definir criterios de diseño, basados en rangos de valores establecidos por el análisis sistemático del posible uso del objeto diseñado. Este enfoque comprende diversas técnicas, válidas para diferentes aspectos, tal como se explican a continuación:

**4.1. Definición de dimensiones, peso y geometría.** Este aspecto considera la importancia de la posible manipulación de elementos, tanto por parte del personal especializado como de los hombres y mujeres que construyen su propia vivienda. Además, se consideró que en la mayoría de los barrios de Caracas se requiere el acarreo de los materiales, ya que no tienen acceso directo a la vialidad por donde puede llegar el transporte. Esta operación encarece los materiales y establece, conjuntamente con otros factores, un límite para las dimensiones del bloque:

- Largo 60 cm, por ser esta dimensión el máximo admisible en la mayoría de las vibrocompactadoras que se encuentran en el país.
- Altura de 20 cm, para permitir la compatibilidad con los bloques de concreto existentes.
- Espesor 10 cm, por ser la menor dimensión utilizada como cerramiento portante para construcciones de 1 y 2 pisos.

**4.2. Ubicación de precortes** (diseñar para los extremos, diseñar por gradación, fail safe, redes causales débiles)

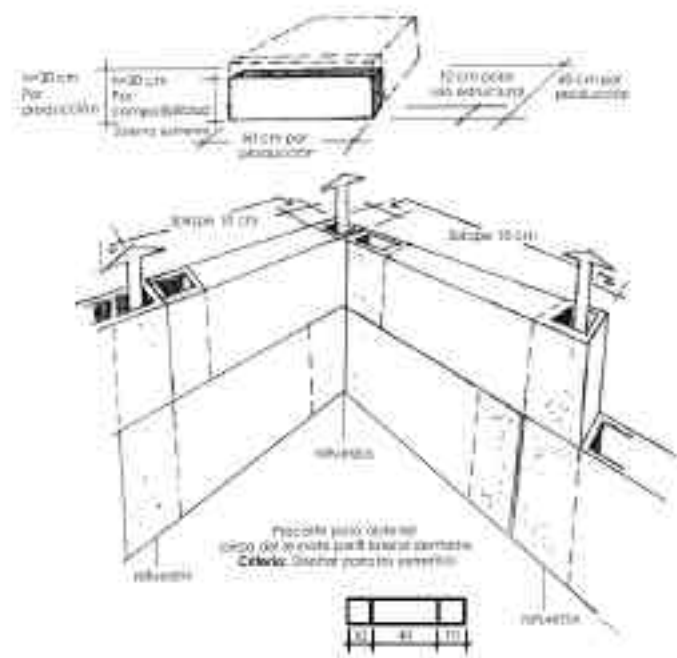
**Diseñar para los extremos.** Los precortes deben permitir obtener las piezas necesarias para la utilización del sistema. Uno de los factores primarios es el desplazamiento de los bloques para obtener una junta vertical discontinua. En este aspecto, la variable fundamental la constituye el desplazamiento que ocurre al intersecar dos paredes perpen-

diculares, manteniendo una traba entre ellas, lo cual genera un desplazamiento en las hileras consecutivas (ver gráfico). Dicha dimensión es tomada como base para mantener la junta vertical discontinua y, como consecuencia, surge la primera división del componente, para producir piezas con una longitud correspondiente al espesor del bloque (extremo máximo). Se produce un espacio vertical continuo en el área del solape, lo cual puede ser utilizado como encofrado para el refuerzo interno o dueto para tuberías (gráfico 9).

**4.3. Componente de uso múltiple.** (*criterios weak link y fool proof*). El concepto utilizado para obtener un componente de uso múltiple, se basa en la posibilidad de corte en los bloques de concreto. En este sentido se propone el diseño de un componente que incorpore líneas de precorte, con el objeto de racionalizar esta característica del bloque tradicional. A tal fin, se aplican los criterios.

El criterio weak link consiste en prever puntos deliberadamente débiles en los diseños, mediante los cuales se pueden canalizar posibles rupturas o cambios. El criterio Fool Proof, pretende evitar errores por parte del usuario. Ambos criterios proporcionan instrucciones implícitas para el uso de los objetos. En este caso se utilizó el recurso de las hendiduras como líneas de precorte, lo cual permite la disminución de desperdicios al fraccionar los blo-

Gráfico 9:  
Diseñar para el promedio. Diseñar para los extremos



ques para generar piezas de distinto tamaño. De igual forma, este sistema hace posible la remoción de la cara de los espacios verticales internos de los componentes, para consolidar la construcción, mediante la incorporación de refuerzos e instalaciones (gráfico 10).

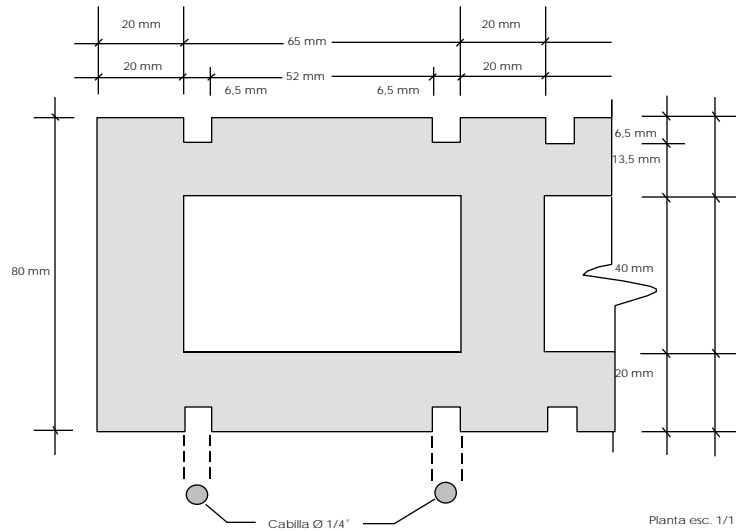
**Diseñar por gradación.** Tal como se ha explicado, se pretende obtener un componente múltiple, capaz de satisfacer las necesidades dimensionales de las diferentes situaciones constructivas, por tanto, la dimensión del espesor del bloque es tomada como módulo de diseño, a fin de permitir la coordinación dimensional de los componentes, tanto en el plano vertical como en el horizontal.

**Fail safe.** Ahora bien, al efectuarse el corte, una de las partes del bloque queda con tres caras, y la otra, con cuatro caras (ver gráfico). El aspecto a resolver es la posible fragilidad de las partes. En este sentido se utilizó la estrategia fail safe, con la cual se pretende eliminar efectos no deseados, mediante decisiones de diseño que prevengan posibles problemas. En consecuencia, se decidió ubicar los precortes de tal manera que las piezas de mayor tamaño, que son las más frágiles, quedasen con cuatro caras; mientras que las piezas cortas de mayor rigidez, quedasen configuradas con tres caras (gráfico 11).

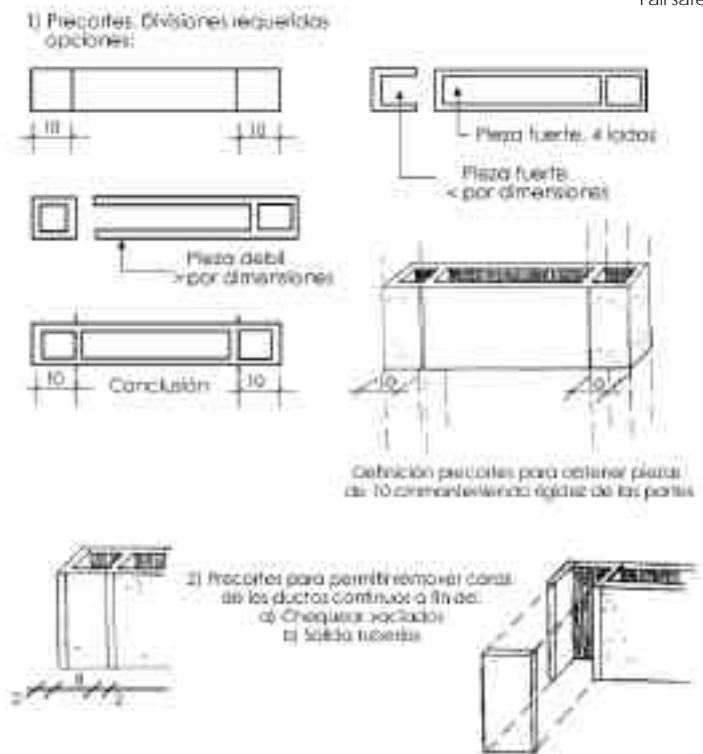
**Técnica redes causales débiles.** Esta técnica se utilizó para el diseño de los componentes cuando son utilizados para la construcción de losas. El estudio pretende establecer las ventajas y desventajas de las diferentes alternativas estudiadas, a fin de permitir la toma de decisiones del diseño de un bloque de uso múltiple para la construcción de paredes y losas. En los gráficos anexos puede apreciarse que la solución de nervio central permite producir piezas universales, con mayor versatilidad de uso y mayor racionalización de los nervios. Sin embargo, debe verificarse experimentalmente la validez de la proposición, en cuanto a la facilidad de construcción, manipulación y montaje de las losas (gráfico 12).

**4.4. Vigas.** Una de las limitantes del componente múltiple propuesto (componente A) lo constituye su uso como viga, ya que las dimensiones necesarias para contener los refuerzos de las vigas y la configuración necesaria para servir de apoyo a las losas complican la simplicidad requerida del bloque múltiple. Por tanto, se propone un componente adicional (componente B), concebido en la misma línea conceptual del componente A, manteniendo sus condiciones de elemento de fácil manipulación, pro-

**Gráfico 10:**  
Weak link y fool proof



**Gráfico 11:**  
Fail safe



ducción y transporte, cuyas dimensiones están condicionadas como se indica a continuación:

- Altura definida por la propuesta para los componentes tipo A, a fin de facilitar su producción y mantener la coordinación dimensional de los integrantes del sistema.

## artículos

- Longitud total, determinada por la unión de dos componentes, en forma tal que produzcan un elemento cerrado, de fácil producción y transporte.

- Espesor definido por las dimensiones requeridas para permitir el apoyo de las losas.

- Precortes definidos por la posibilidad de obtener piezas para vigas de borde o intermedias. En los gráficos siguientes puede apreciarse el proceso de diseño descrito y los ajustes, producto del estudio de coordinación dimensional (gráfico 13).

Como resultado de este proceso se obtuvo un sistema abierto, formado por dos componentes transformables de uso múltiple (gráficos 14 y 15).

### 5. Proceso de verificación

Esta primera aproximación al diseño de los componentes fue sometida a procesos de verificación analítica y experimental. A continuación se incluye a título de ejemplo, los estudios correspondientes.

**Verificación analítica.** Incluye aspectos relacionados con: comportamiento estructural, factibilidad de aplicación en viviendas progresivas, relación espacialización/estructura, proceso de consolidación, proceso de crecimiento, factibilidad económica

**Verificación experimental.** Producción de componentes, situaciones constructivas.

#### 5.1. Verificación analítica

##### 5.1.1. Comportamiento estructural

Debido a las características de la proposición, que plantea la utilización de un componente universal para construir paredes y techos, se verificó en esta etapa el comportamiento resistente de las losas, ya que con relación a las paredes existe una amplia literatura al respecto. En ese sentido, se estudiaron varias alternativas de espesor de bloque. Se elaboraron unas tablas a fin de estudiar la capacidad portante de las losas, con diferentes espesores, tanto para techos, como para entresijos, en distintas condiciones de trabajo, obteniéndose resultados satisfactorios, ya que con bloques de 8 cm de espesor y un **topping** de concreto de 3 cm de espesor, actuando solidariamente con el nervio central de la losa, pueden cubrirse luces hasta de 4 m, lo que es válido para el uso en

Gráfico 12:

Redes causales débiles

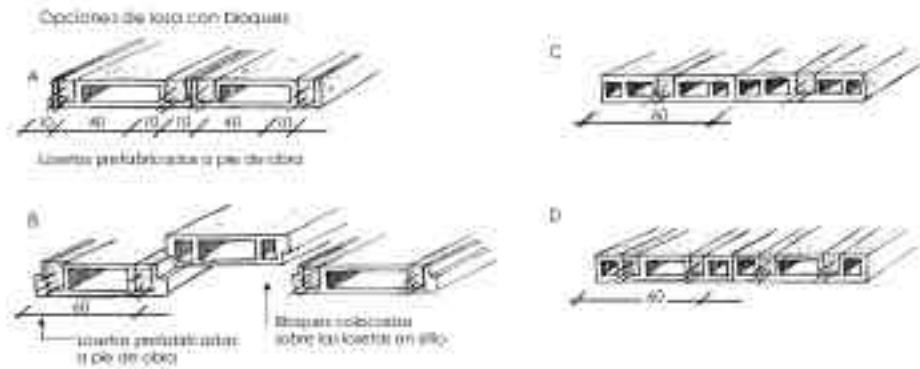
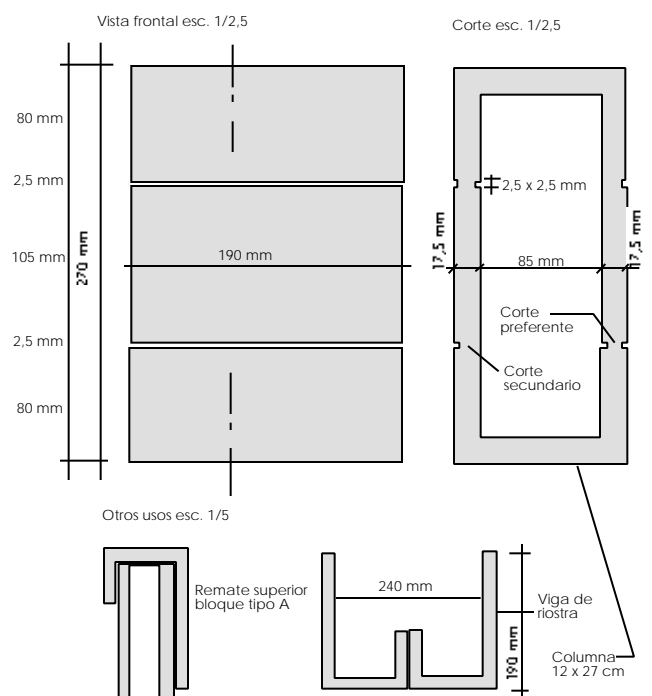


Gráfico 13:

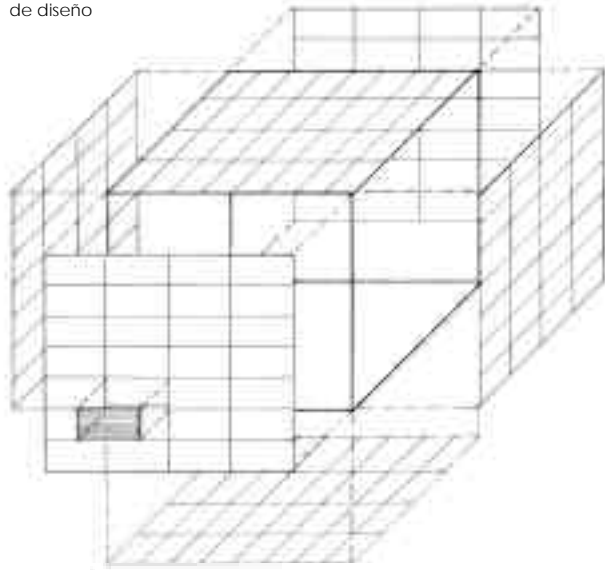
Componente b



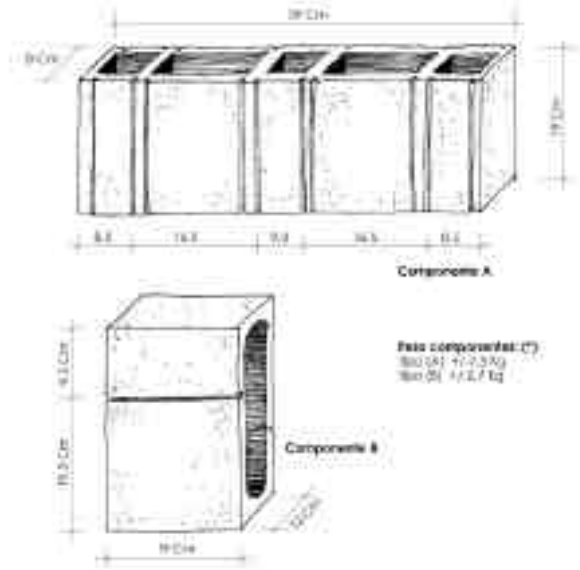
vivienda. Se modificaron las dimensiones del diseño inicial del bloque, tomando como referencia un espesor de 8 cm para el bloque y de 0,5 cm para la junta de mortero. De igual forma se realizó el cálculo estructural para verificar el diseño de muros hasta 2 pisos, losas de 3,60 m y volados de 0,80 m. Como resultado se evidenció la factibilidad de los elementos propuestos.

**5.1.2. Factibilidad de aplicación en viviendas progresivas.** Se entiende por vivienda progresiva aquella que es construida por etapas, según los recursos

**Gráfico 14:**  
Reticula tridimensional  
de diseño



**Gráfico 15:**  
Componentes básicos



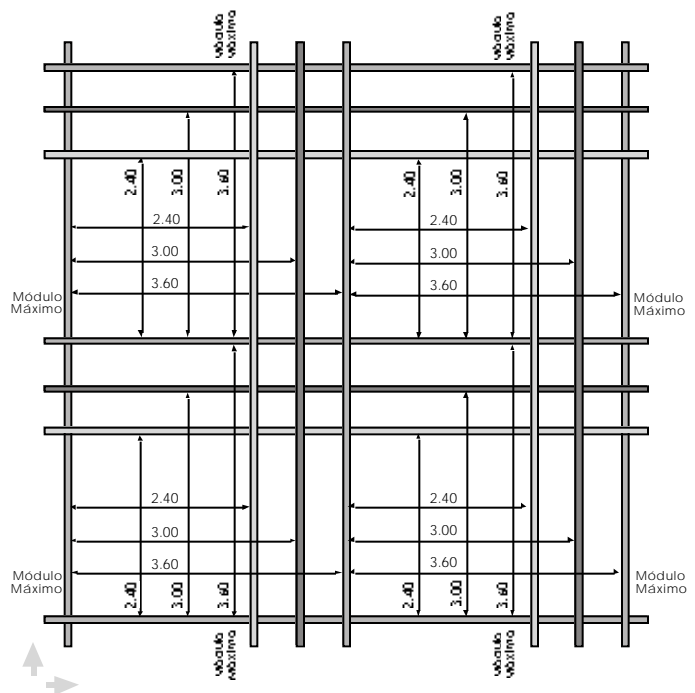
disponibles de sus ocupantes, los cuales realizan trabajos de consolidación y/o crecimiento, hasta obtener al cabo de período variable de tiempo, la vivienda terminada. Este sistema es utilizado para resolver la mayor parte de las viviendas informales en nuestro país (Rosas, 1988), por lo cual se consideró importante la realización de un estudio para determinar la posible utilización del sistema de mampostería estructural, en viviendas progresivas.

Dicho estudio comprende la determinación de un módulo básico, sobre la base de las máximas luces permitidas en construcciones de mampostería estructural según normas de distintos países como Colombia y Argentina para posteriormente comprobar las posibilidades espaciales de dicho módulo en términos de contener las diversas actividades de una vivienda, con el fin de definir una retícula de diseño para los espacios y otra para los muros (gráfico 16).

Por otra parte, se procedió a realizar el análisis de algunas viviendas tipo realizadas en la experiencia del Taller Vivienda de la FAU/UCV, a fin de descubrir las características formales, funcionales y espaciales de las mismas, determinándose la necesidad de utilizar la mampostería de manera tal, que permitiese obtener diversos grados de relaciones espaciales, en función de los patios.

**5.1.3. Relación espacialización/estructura.** Las plantas genéricas obtenidas del Taller Vivienda, modificadas para adecuarse a la doble retícula de diseño, fueron utilizadas como referencia para definir la distri-

**Gráfico 16:**  
Reticula de diseño espacial y estructural



bución de los planos resistentes, de tal manera, que permitiesen preservar las características espaciales de las viviendas, llegándose a definir una pauta de diseño de suma importancia, como lo es la necesidad de ubicar los planos resistentes principales, perpendicularmente a los planos que

## artículos

limitan los patios, lo cual facilita la integración de los corredores con las áreas abiertas (gráfico 17).

Así mismo, se estudiaron los detalles constructivos de cada situación de diseño típica, desarrollándose opciones de solución en los casos en que se requiere (gráfico 18).

Con relación a la consolidación y al crecimiento, se realizó un estudio utilizando gráficas de ensamblajes y procesos (Acosta, 1986), mediante el análisis de un módulo. El desarrollo de opciones dentro de cada una de las situaciones permitió tener una aproximación a un catálogo de instrucciones para la construcción con el sistema propuesto.

**5.1.4. Proceso de consolidación.** Como ya se ha explicado, el estudio de este proceso se realizó mediante el análisis del módulo básico, a fin de tomarlo como referencia de un proceso general, en donde las etapas descritas pueden ser repetitivas. Así mismo, se debe señalar que el proceso de consolidación propuesto no es el único factible, y se presenta como referencia de una de las formas de organización de la secuencia de actividades, para efectos del presente estudio. Como puede observarse en los gráficos anexos, el esquema en referencia plantea la consolidación a partir de las fundaciones, variando dicho esquema según el concepto estructural elegido (ver opciones). Como segundo paso se consideró el levantamiento de las esquinas utilizando mampostería, a fin de que sirvan como gula para la construcción de las etapas subsiguientes. En cuanto a los cerramientos, tanto en techo como en paredes, se considera inicialmente el uso de láminas metálicas. En la siguiente etapa, se sustituyen las láminas de las paredes por mampostería simple y, finalmente, se refuerzan las mismas, para iniciar el proceso de construcción de la losa de techo (gráfico 19).

**5.1.5. Proceso de crecimiento.** Para el estudio de este proceso, se tomó como referencia el módulo básico, a partir del cual se elaboraron las diferentes opciones del proceso de crecimiento. La primera diversificación se basa en el sentido del crecimiento, tal como se indica a continuación:

**Crecimiento longitudinal:** cuando se produce en el sentido de apoyo de las losas.

**Crecimiento transversal:** se produce en el sentido perpendicular al apoyo de las losas.

**Crecimiento vertical:** módulo sobre módulo.

Gráfico 17:  
Taller vivienda

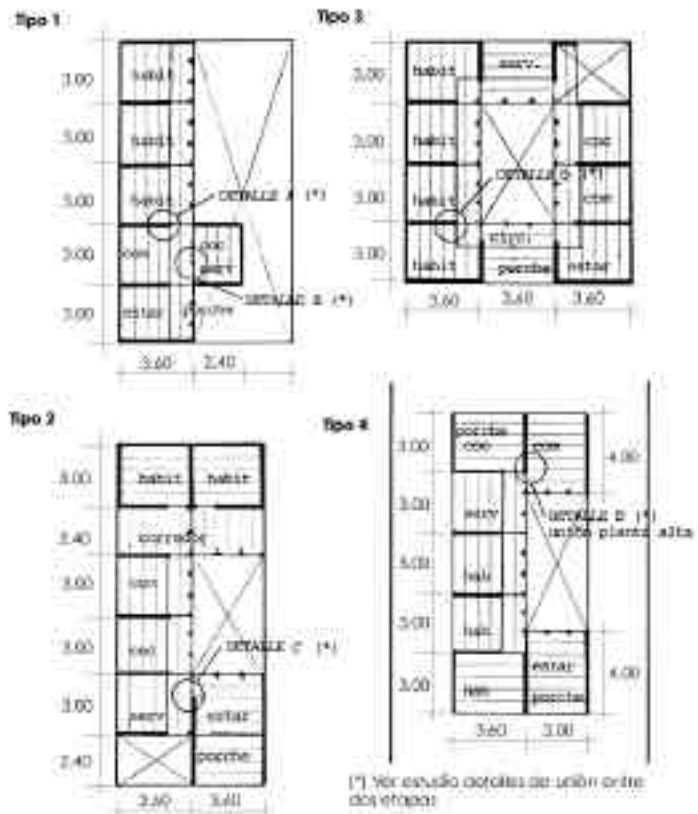
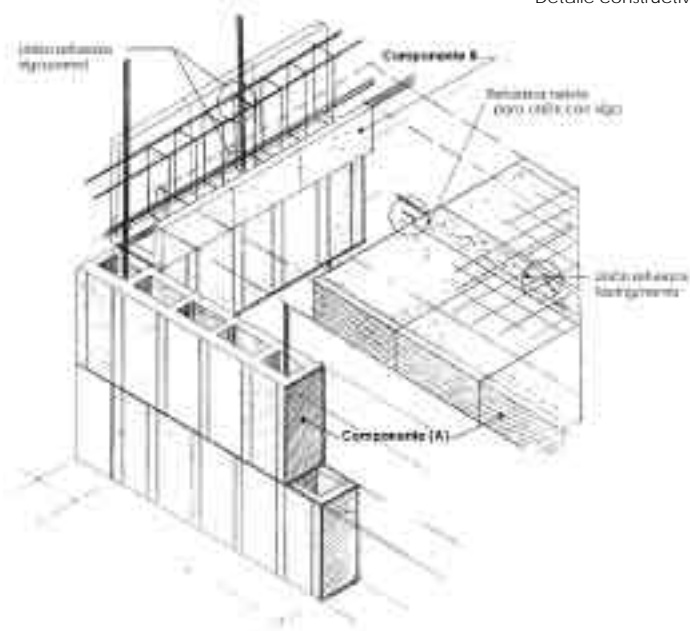


Gráfico 18:  
Detalle constructivo





Las opciones "a" y "b" pueden ser:

- A nivel: cuando la altura del módulo básico es la misma que la del nuevo módulo.
- A desnivel: la altura del módulo básico es menor que la del nuevo módulo.

El crecimiento vertical puede ser:

- Sin volados.
- Con volados longitudinales: en el sentido de las losas.
- Con volados transversales: perpendicular al sentido de las losas (gráfico 20).

**5.1.6. Aspectos relacionados con la factibilidad económica.** Se analizaron diversos aspectos relacionados con la factibilidad económica, tales como la estimación de la demanda al nivel nacional, la cual se comparó con la existencia de bloqueras en cada estado. También se definió que la producción podría ser mediante la instalación de nuevas empresas o a través de la incorporación de moldes especiales adaptados a la maquinaria de las empresas existentes, siendo esta última la más recomendable. Se estimaron los datos referenciales y se elaboró

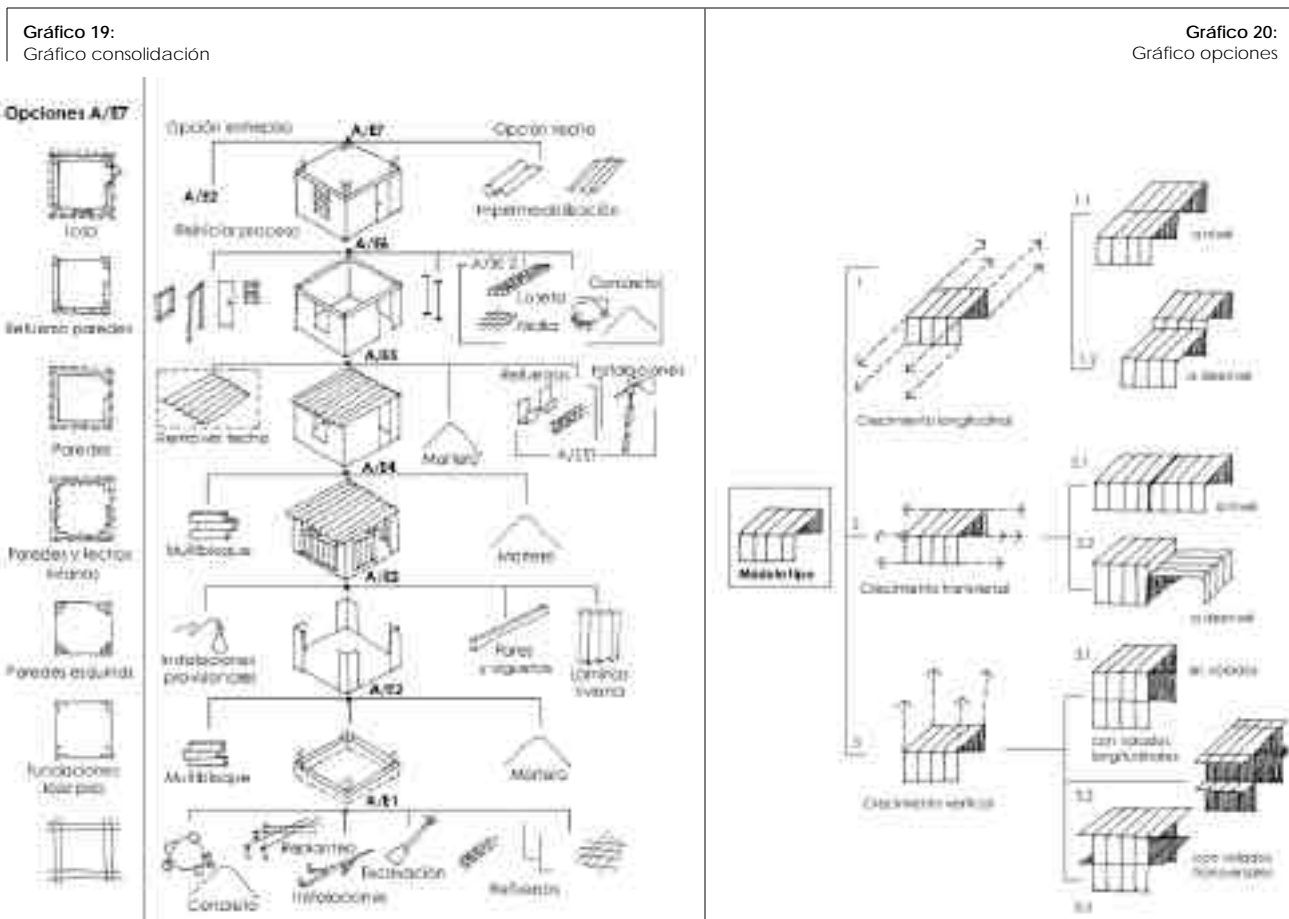
un estudio para un período de 5 años, obteniéndose una tasa de retomo favorable.

El cliente potencial es el usuario de las viviendas progresivas de bajo costo, por tanto, debemos considerar, tanto a los arquitectos que proyectan las soluciones formales que son construidas en masa como a los que asumen la autogestión y autoconstrucción.

La estrategia de comercialización parte de la necesidad de ejecutar un proyecto piloto y producir material de apoyo para la difusión de la técnica en instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Las características de los componentes representan ventajas sobre los bloques existentes en el mercado, además de estar dentro de los materiales con aceptación cultural, lo que resulta favorable.

### 5.2. Verificación experimental

Constituye un recurso invaluable para comprobar la validez de las decisiones teóricas. Se realizaron procesos de verificación con relación a los siguientes aspectos: producción de componentes y situaciones constructivas.



## artículos

### 5.2.1. Producción de componentes

- **Diseño de mezclas:** Se requirió producir de manera artesanal los componentes que servirían para la construcción de las probetas. El diseño de mezcla inicial fue tomado de las especificaciones de las maquinarias Besser. En vista del poco éxito obtenido con las mezclas utilizadas en la industria, se optó por realizar pruebas basadas en la Tesis de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela titulada "Estudio del comportamiento de una nueva pieza de mortero" (Matamoros, Carlos. Facultad de Ingeniería. Caracas 1989), en la cual se encuentra el diseño de mezcla utilizado para la realización de bloques con un sistema manual.

Se estima que esta referencia es especialmente útil, por cuanto proporciona, además, una serie de datos acerca de las características del material ensayado, que pueden ser tomados como referencia. Sin embargo, para nuestro estudio se introdujeron variables no contempladas en la tesis, como lo son el vibrado, el desencofrado inmediato, debido a las características de los moldes utilizados y el uso de agregados livianos y polvillo, con la intención de lograr la disminución del peso de la pieza.

- **Moldes. Evaluación.** En primer lugar, se intentó producir los bloques con un molde múltiple, desarmable, de madera, el cual consta de una bandeja, centros, troncos, cónicos fijos, caras removibles y guías para realizar pruebas con diferentes profundidades de ranuras. En cuanto al tratamiento interior, se le aplicó aceite quemado. Sin embargo, fue imposible desmoldar las aberturas internas de los bloques.

Posteriormente se utilizaron moldes individuales de lámina de hierro de 3 mm de espesor, para los componentes A y B separadamente. Cada molde consiste en una bandeja con centros fijos y una caja exterior, a las cuales se les aplicaba aceite quemado o gas oil. El procedimiento consiste en retirar la caja unos centímetros para romper el vacío, bajar de nuevo la caja y volver a sacarla verticalmente. Posteriormente se retira la pieza interior en forma vertical. Estos nuevos moldes permitieron producir los componentes tipo B, pero resultó imposible el desencofrado de la parte interna del componente A.

Finalmente se modificó el molde para el componente A, el cual quedó formado por una camisa interior con bisagras y una caja que incluye las divisiones interiores fijas. Este molde, por contener el espacio de las bisagras, no tiene las medidas exactas del proyecto, pero permitió la producción de bloques para la elaboración de la probeta de estudio.

Posteriormente a la evaluación de la presente etapa experimental, se procedió a proyectar los moldes definitivos.

- **Componentes. Evaluación.** En esta etapa, se produjeron los componentes tipo A y B, con las mezclas y moldes ya es-

pecificados y, adicionalmente, se inició el estudio de los accesorios, estudiándose la proposición de escaleras coherentes con el concepto de mampostería. Con relación a los componentes A y B, la indagación fundamental se refirió al comportamiento del precorte, en ambos componentes, obteniéndose el siguiente resultado:

**Componente A:** Tapa central: las ranuras propuestas no permitieron retirar la tapa del nervio central sin que se rompiera el bloque, por tanto, se profundizaron las ranuras con un esmeril, obteniéndose mejores resultados. Otra opción fue realizar una ranura central en la tapa, lo que permitió la rotura de la misma de una manera más rápida y eficiente. Sin embargo, se plantea realizar nuevos ensayos con bloques de 28 días de producidos como mínimo, para tomar la decisión definitiva.

**Corte 10/50:** con las ranuras propuestas fue imposible obtener el corte. Se supone que el problema consiste en la mayor rigidez de la pieza corta con relación a la larga, por lo cual el tabique separador siempre tiende a quedar del lado corto. Se profundizaron con el esmeril las ranuras y se obtuvo el corte deseado.

**Componente B:** Las ranuras propuestas inicialmente a ambos lados de las caras del bloque fueron cambiadas en el molde por ranuras de diferente profundidad, las cuales permitieron obtener los cortes deseados.

### 5.2.2. El proceso constructivo.

La losa de entepiso prefabricada a pie de obra, propuesta al inicio de la investigación, representa una solución satisfactoria con relación a los costos, pero puede presentar inconvenientes debido al número de operaciones que se requieren para su ejecución y a su elevado peso total. Por este motivo se realizó un estudio para determinar opciones de solución para la losa, manteniendo el criterio de utilizar los mismos bloques de pared, pero tratando de encontrar soluciones más livianas y fáciles de construir a bajo costo. En este sentido se procedió al estudio de los nervios, proponiéndose dos líneas de solución enmarcadas dentro de la coordinación dimensional de los componentes del sistema: una, representada por un nervio, cuyo apoyo se resuelve empotrando sus extremos en las vigas, y otra, colocando los nervios apoyados sobre el ala corta de los bloques viga (componente B).

En el primer caso se propone un nervio en forma de "r" cuya alma es una cabilla de 0 3/8" doblada en zigzag, con un ala formada por dos cabillas 0 3/8". El ala de esta "T" está contenida en un nervio prefabricado de concreto de 6 x 5 cm, con extremos de 5 x 5 x 19 cm, cuya función es servir de apoyo a los bloques y mantener cubiertas y estables las cabillas. La prefabricación en obra de este nervio requiere de la preparación de un molde sencillo y de un riguroso control para asegurar la correspondencia

de las luces a cubrir, con las medidas de los topes de los nervios, lo cual es su mayor desventaja. Esta opción es económica, liviana y de fácil replanteo, ya que la distancia entre nervios corresponde a dos bloques viga, no requiriéndose ningún encofrado adicional para el vaciado de la losa.

En la otra línea se revisaron dos opciones de nervio en "T", una de ellas se obtiene por corte longitudinal del alma de una viga doble "T" Properca y la otra se obtiene de manera similar a la descrita en la primera línea de investigación, con diferencia de que el ala de la "T" está formada por tres cabillas y se encuentra embutida en un elemento lineal de concreto, que se coloca sobre el ala corta del bloque viga. La "T" Properca representa una opción eficiente y liviana, pero su costo limita su uso al ámbito de la construcción formal. La "T" de cabillas sobre el elemento lineal de concreto no requiere de encofrado especial, es eficiente, liviana y económica, siendo su diseño ventajoso para absorber las diferencias dimensionales que puedan presentarse. En cuanto a la ejecución de la losa, presenta la desventaja de requerir la colocación de pequeños listones como encofrado para impedir que se escape el concreto por las ranuras de 2,5 cm de alto que quedan debajo de los bloques a borde de viga. En conclusión, se considera que este último nervio es la opción más favorable para la vivienda progresiva (gráfico 21).

### 6. Ajustes de diseño de los componentes

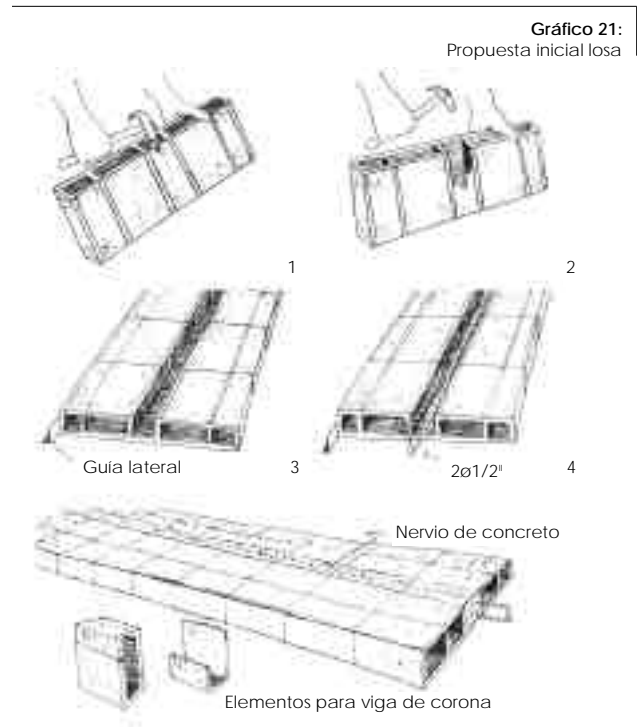
El estudio de la coordinación dimensional de los componentes para ser utilizados en la construcción de paredes y losas y la comprobación experimental de los componentes y detalles constructivos, permitieron detectar fallas en el diseño de los componentes.

Dichas fallas se originaron fundamentalmente por tres motivos:

1. Los elementos utilizados para la construcción de vigas y losas no llevan juntas laterales, alterando sus relaciones dimensionales con los elementos de pared, que sí la llevan.
2. Los precortes del componente A corresponde a exigencias dimensionales para obtener trabas y cruce de paredes, así como para construir el nervio central, pero no consideran la utilización de una modulación que permita la obtención de cortes relacionados dimensionalmente con la retícula de diseño.
3. Los precortes del componente A, diseñados para permitir el retiro de la tapa central, son ineficientes, ya que requieren de extremo cuidado para realizar la operación sin desperdicios.

Por tanto se proponen las siguientes modificaciones:

**Componente A:** Se plantea, tanto por razones de producción como por su compatibilidad con los bloques existen-



tes, tomar la altura de 19 cm como medida determinante (M) para realizar el ajuste dimensional. Con esta dimensión como referencia, se establece la relación de los bloques en losa, con los bloques en pared, considerando 5 mm de junta, con lo cual se obtiene un bloque de 56.5 cm de largo. En cuanto al espesor, los bloques requieren un corte de  $(M)/2$  para la traba en esquina (incluye 5 mm de junta), quedando el espesor en  $E=(M)/2 - 5$  mm. Este precorte se toma como referencia para desarrollar la serie 1 D, 2D y 3D, que, por combinación, cubre todas las opciones de corte del bloque para atender al universo de posibilidades dimensionales (serie de Fibonacci).

El precorte que da la pieza 3D (medio bloque) permite resolver el problema de diseño detectado para el corte, dejando las piezas 2D, 2D, 3D, 4D, 5D y 6 D, con 4 caras.

**Componente B:** Con relación al componente B, se observó que la diferencia de 5 mm entre su espacio interno y el espesor del componente A, para permitir su uso como remate de pared, es insuficiente, ya que las piezas quedan muy ajustadas. Por tanto se plantea un cambio dimensional, dejando 1 cm de diferencia, en relación con el espesor del componente A.

Con relación a los precortes, se observó la necesidad de establecer una diferenciación entre las hendiduras que producen los cortes para obtener las piezas en forma de "J" y las que producen las piezas en forma de "C". Esta condición es coherente con el criterio de incorporar al componente las instrucciones para su uso,

# artículos

ya que le confiere condiciones de rigidez diferentes a ambos cortes, con lo que se pretende evitar que se produzcan cortes no deseados (gráfico 22).

## 7. Propuesta definitiva

Tal como se explicó en la descripción de resultados de la comprobación experimental, se determinó como las más adecuadas, las opciones de las losas L3 y L4, desde el punto de vista de la práctica constructiva. Esta conclusión permite eliminar la necesidad de la celda central, utilizada como nervio en la opción inicial de losa, con lo cual se hace posible la revisión del dimensionamiento interior del bloque, en función de su optimización como elemento modular.

El redimensionamiento interno propuesto trata de eliminar las fallas detectadas en la experimentación, tales como:

- Dificultad de ejecución de los cortes, por requerir extremo cuidado para evitar desperdicios.
- Pérdida de mortero por deslizamiento hacia las aberturas del bloque.
- Los cortes de bloques utilizados en intersección de paredes, dejaron a la vista celdas internas que tuvieron que ser rellenadas.
- En el caso de la pared con vanos de ventilación, se requiere rematar las aberturas internas de los bloques para evitar su deterioro.

En ese sentido se propone un componente "A" de seis celdas, con doble pared en su punto medio y con una delgada capa de concreto de 5 mm como fondo: las ventajas con relación a la solución anterior son:

- La solución propuesta permite obtener bloques de la serie 2D y 3D, con todas sus paredes, quedando solamente el 1 D con tres caras. Esta limitación no es relevante, debido a que el sub componente 1 D se utiliza como remate de paredes y no en la intersección de éstas.
- Las seis celdas y la doble pared central favoreciendo su comportamiento estructural en paredes y confiriéndole mayor rigidez al centro, lo que es favorable para el comportamiento del bloque en losa.
- Con relación a las ranuras, su nueva disposición permite mayor continuidad de las guías verticales en la construcción de las paredes, facilitando su alineación.
- Respecto al fondo de concreto, éste cumple una doble función, por una parte, evita el desperdicio del mortero y, por la otra, contribuye a aumentar la rigidez del bloque. Su escaso espesor permite removerla con facilidad cuando se requiere la continuidad de las celdas interiores.
- En cuanto al componente "B", se propone redimensionar el ala corta, ya que el espesor de los nervios origina que el **topping** de concreto sobresalga del ala larga, lo

que invalidaría su uso como guía de nivelación para el vaciado de la losa (gráfico 23).

Gráfico 22: Componentes modificados

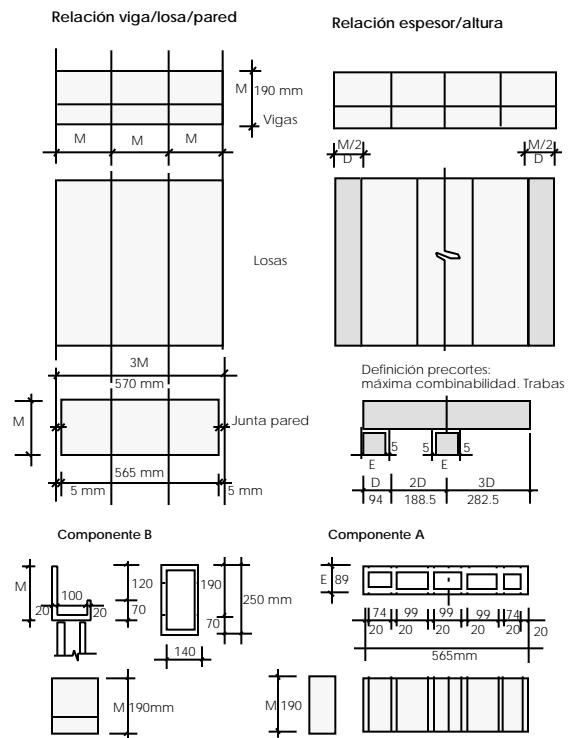
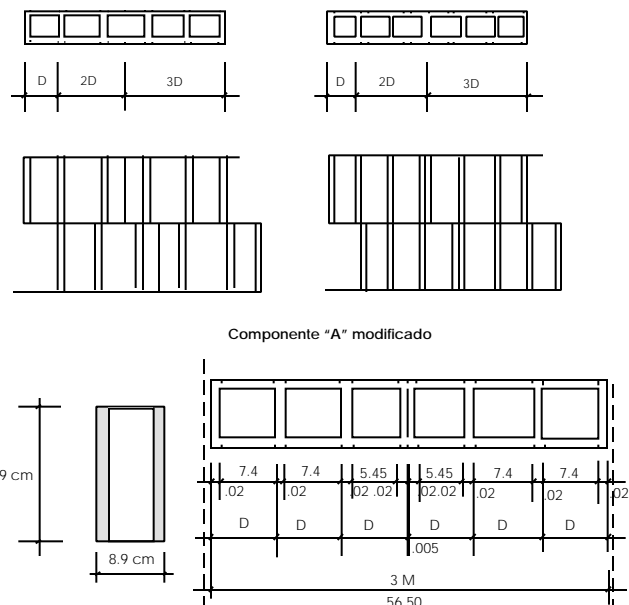


Gráfico 23: Propuesta definitiva



## 8. Conclusiones generales

En el desarrollo del presente trabajo se consideraron aspectos tendientes a fundamentar una propuesta factible a ser incorporada a la práctica constructiva de viviendas, que fuese compatible con los lineamientos establecidos en la Ley de Política Habitacional, específicamente para el Área de Asistencia I, requiriéndose que fuese una opción de fácil aceptación, competitiva en cuanto a costos y con posibilidad de ser producida con los materiales, maquinaria y personal existentes en el país. Como resultado de esta investigación se llegó a la proposición de dos bloques de concreto de uso múltiple, concebidos como componentes de un sistema abierto, cuyo diseño permite la consolidación progresiva de la construcción. Algunos aspectos relevantes en cuanto a las conclusiones y recomendaciones que se desprenden del estudio son:

1. Los componentes y el sistema propuesto mantienen las características más favorables de la mampostería, es decir, su versatilidad y manejabilidad, introduciendo mejoras que refuerzan este concepto, como lo son:

- Extensión del uso del concepto de mampostería, más allá de lo concerniente a la construcción de paredes, incluyendo todos los componentes de la edificación, en forma integral.
- Utilización indistinta del componente tipo A, en paredes y losas, lo que permite el uso más eficiente del mismo. Una vez adquirido el material, puede ser utilizado según se requiera, siendo posible la reprogramación de su uso según las necesidades. De esta manera se evitan pérdidas por errores de cálculo de las cantidades estimadas para cada caso.
- Aumento de la versatilidad del bloque tradicional mediante el componente A, en cuyo diseño se incorpora el uso de precortes, que permiten con un riesgo mínimo de desperdicio, la obtención de seis dimensiones de bloque, partiendo de un componente básico.
- Optimización del bloque viga existente en el mercado mediante el componente B, el cual facilita el apoyo de las losas, manteniendo la modulación vertical de los espacios

y haciendo posible ajustes dimensionales para recibir diferentes opciones de nervios.

- Posibilidad de consolidación progresiva de la construcción, ya que los precortes permiten remover las caras a la vista de los espacios internos de los bloques ya colocados, a fin de permitir la incorporación de refuerzos e instalaciones, sin producir daños en el resto del componente.

2. La solución planteada, en cuanto a la técnica constructiva, preserva la forma tradicional de colocación de los componentes, pero optimiza el uso del material al disminuir los desperdicios por corte, prever una manera racionalizada de efectuar la consolidación y disminuir en 25% el número de operaciones requeridas para construir cada metro cuadrado de pared.

3. Con relación a la competitividad de costos, los estudios realizados, considerando precios de materiales a nivel del consumidor, demuestran que el bloque de concreto utilizado como cerramiento portante es más económico que las opciones de paredes de arcilla (-13%) y losas de tabelón (-26%), que son las de uso más frecuente.

4. Los estudios preliminares de factibilidad económica indican la conveniencia en las condiciones actuales, de invertir en la producción de los componentes, especialmente bajo la modalidad de adaptación de moldes a maquinarias existentes.

5. Como ya se ha señalado, en el presente trabajo no se plantean innovaciones relacionadas con el diseño de mezclas, ni con el proceso de producción y distribución del producto. Por lo tanto, se recomienda su estudio en futuras investigaciones.

En síntesis, la investigación demostró que la tecnología propuesta incorpora ventajas a la práctica constructiva popular, lo que representa un aporte para la solución del problema de la vivienda, dentro de una línea de investigación que parte de la necesidad de producir técnicas que se puedan incorporar con facilidad a la práctica cotidiana.

## Bibliografía

ACOSTA, Domingo. 1986. "Organización y documentación del proceso de fabricación y ensamblaje del método constructivo Sistema Pared Integral Eternit". Caracas, mimeo.

AGOSTA, Domingo. 1991. "Material clases II Maestría Desarrollo Tecnológico de la Construcción". Caracas, IDEC, FAU, UCV.

CILENTO, Alfredo. 1987. "Después de 1983. Tendencias en la producción de edificaciones". Caracas, mimeo, IDEC, FAU, UCV.

CILENTO, Alfredo. 1990. "Innovación tecnológica, sector construcción y viviendas de bajo costo". Ponencia *1er Simposium Iberoamericano sobre Técnicas Constructivas Industrializadas*. Maracaibo, Venezuela.

DIRECCIÓN INGENIERÍA SANITARIA. 19 BO. *Manual de saneamiento*. Editorial Limusa. México.

GALLEGOS, Héctor. 1985. "Diseño sismorresistente en edificios de albañilería". Ponencia *Taller Normativa y Seguridad en Zonas Sísmicas*. IMME. UCV. Caracas.

## artículos

GALLEGOS, Héctor. 1989. *Albañilería armada*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial.

LÓPEZ, Luis. 1988. "Cartilla del constructor. Tamare 120". Lagoven.

LÓPEZ, Luis. 1991. "Cartilla del constructor popular". Editado por el autor. Maracay.

LÓPEZ, O.; CASTILLA, E. y otros. 1986. "Estudios de mampostería estructural". Ponencia *Expovivienda 86*. Caracas.

MARRERO, Mercedes. 1992. "La mampostería estructural de bloques de concreto". Tesis de Maestría. IDEC/FAU/UCV.

PEROZO, M. y otros. 1987. "Evaluación del comportamiento de muros con bloques de concreto, bajo la acción de carga lateral". Trabajo Final de Grado. Facultad de Ingeniería, UCV.

ROSAS, Iris. 1988. "Construcción y calidad de la vivienda en los barrios". Revista *Tecnología y Construcción*, n° 4. UCV, FAU, IDEC, UCV.

TECNIDEC. 1986. Informe final. Programa de promoción industrial, FAU, UCV.

### Fuentes de imágenes

1 Gallegos (1989).

2 Gallegos (1989).

3 Gallegos (1989).

4 a) Dirección de Ingeniería Sanitaria. *Manual de Saneamiento*. México, 1980. b) López, Luis. *Manual del constructor popular*. Venezuela, 1991.

5 a) López, Luis. *Manual del constructor popular*. Venezuela, 1991. b) Dirección de Ingeniería Sanitaria. *Manual de saneamiento*. México, 1980.

6 Separata sistema Tablibloc.

7 Revista *Escala* n° 104.

8 Catálogo.

9 Elaboración propia.

10 Elaboración propia.

11 Elaboración propia.

12 Elaboración propia.

13 Elaboración propia.

14 Elaboración propia.

15 Elaboración propia.

16 Elaboración propia.

17 Elaboración propia referido al Taller Vivienda.

18 Elaboración propia.

19 Elaboración propia.

20 Elaboración propia.

21 Elaboración propia.

22 Elaboración propia.

23 Elaboración propia.

## VI Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción IDEC/FAU/UCV/2001 Conferencia inaugural "Innovación Tecnológica y Sostenibilidad de la Construcción"

Domingo Acosta

*Estimados colegas, profesores y cursantes de esta nueva edición de nuestro postgrado:*

*Con esta conferencia damos inicio al VI Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. Como ya ustedes saben, señores cursantes, el postgrado busca formar investigadores y profesionales de alto nivel para la innovación tecnológica en la industria de la construcción.*

# E

l Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción del IDEC tiene como objetivo formar investigadores y profesionales de alto nivel para la innovación tecnológica en la industria de la construcción. Nos interesa generar conocimiento sistemático, necesario para resolver problemas reales de nuestra sociedad; para contribuir a cambiar los modelos de producción actuales, haciéndolos más eficientes y sostenibles en el tiempo; y nos interesa también hacer la tecnología más accesible a la sociedad. De esta manera, el desarrollo tecnológico no escapa a la polémica ética, social y política que rodea la toma de decisiones sobre el medio ambiente y la sociedad.

Se presenta una estructura conceptual del desarrollo tecnológico de la construcción como fundamento para la comprensión cabal de los asuntos técnicos, ambientales e, inclusive, éticos y políticos, más cruciales inherentes a la innovación. Se discuten los conceptos de técnica, tecnología, desarrollo tecnológico, innovación, investigación y diseño como elementos permanentes de dicha estructura conceptual.

Se presenta el tema de la sostenibilidad de la construcción relacionado directamente con el de la sostenibilidad de los asentamientos humanos y del medio ambiente, y con la lucha contra la pobreza. Se adopta el concepto de sostenibilidad múltiple: tecnológica, económica, social y ambiental, y como meta se propone resolver los problemas de hoy pensando en mañana.

El postgrado se centra en la identificación, formulación y resolución de problemas alrededor de la problemática de la vivienda y el hábitat, la recuperación y conservación de nuestras ciudades, la reducción de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos, y la reducción del impacto ambiental en el ciclo de vida de las edificaciones. Se propone, además, un conjunto de estrategias para una construcción sostenible, tales como "hacer más con menos recursos", "disminuir el consumo energético", "contribuir a la biodiversidad", "construir bien desde el inicio", y "cero desperdicio", entre otras.

## postgrado

### ¿Porqué nuestro interés en la innovación?

La cuestión que surge inmediatamente es ¿por qué innovamos? ¿Por qué nos interesan la innovación y el desarrollo tecnológico de la construcción?

Hacemos desarrollo tecnológico porque nos interesa generar conocimiento sistemático, necesario para resolver problemas reales<sup>1</sup> de nuestra sociedad. Aquí cabe preguntarse si acaso pensamos que los problemas de la sociedad, como el problema de la vivienda, o el de los barrios pobres, son problemas que pueden ser resueltos aplicando tecnologías constructivas. A pesar de que sabemos que la variable tecnológica y constructiva no es la única ni la de mayor peso, mantenemos la convicción de que la tecnología ha sido importante para el bienestar de la humanidad, y por eso pensamos que el desarrollo tecnológico de la construcción pudiera contribuir a aliviar problemas de nuestra sociedad. Por otra parte, sabemos también que nuestros intentos de resolver problemas como el de la vivienda, la ciudad, la educación, la habilitación de barrios y los servicios públicos, requieren inevitablemente de la aplicación de tecnología, y que dichos intentos generan un impacto ambiental y urbano que debemos conocer para prever cómo va a ocurrir y a evolucionar y para que nuestra intervención sea sostenible en el tiempo. Es en este sentido que el desarrollo tecnológico de la construcción debe, como primera prioridad ética y política, ejercer un rol clave en la reducción de dicho impacto y en el fomento, como tantas veces ha insistido el profesor Cilento,<sup>2</sup> de una sustentabilidad múltiple: tecnológica, económica, social y ambiental, durante el ciclo de vida de las edificaciones, es decir, fomentar la disminución del uso de recursos y la minimización de residuos desde la extracción de materia prima, hasta la demolición final de la edificación, pasando por su construcción y por las subsecuentes modificaciones durante su utilización.

Buscamos innovar por dos razones: la primera es porque nos interesa contribuir a cambiar los modelos de producción actuales; y la segunda, porque nos interesa hacer la tecnología más accesible a la sociedad.

Queremos contribuir a cambiar los modelos de producción actuales para que atiendan y resuelvan problemas reales de la sociedad y del ambiente; buscamos hacerlos más eficientes, en el sentido de producir más con menos recursos. Nos interesa asimismo el aporte de la tecnología a la sociedad: el fomento del crecimiento económico y la generación de actividades productivas y puestos de trabajo. Y nos interesa, además, la sostenibilidad de nuestros modelos de producción. Por una parte, como ya dijimos, la progresiva disminución de su impacto en el medio ambiente; y, por la otra, su contribución a la equidad, a la lucha contra la pobreza y a la disminución de la vulnerabilidad de nuestros asentamientos humanos.

Por otra parte, innovamos porque queremos contribuir a que la tecnología se difunda y logre un mayor alcance y penetración en la sociedad. No hay innovación sin aplicación o puesta en el mercado. Debemos propiciar la difusión no sólo de tecnología en el sentido "duro" —componentes y sistemas constructivos novedosos, maquinarias y equipos más eficientes—, sino también de técnicas de organización, producción e, inclusive, de contratación, innovadoras y al alcance de las comunidades organizadas, de las empresas constructoras, de los productores y hasta de las instancias descentralizadas de la administración pública. Debemos, también, favorecer la mejora y racionalización de las técnicas



de construcción más difundidas en el país, como es el concreto armado y la mampostería frente a la importación indiscriminada de tecnologías y equipos.

Estamos seguros de que en este apresurado recuento hemos omitido algunos problemas importantes, y que entre los aquí propuestos encontraremos mucha discrepancia en su formulación y tratamiento. Sin embargo, esto nos permite adentrarnos en otro aspecto de la innovación: ella no escapa de la controversia y de la polémica ética, social y política. Pero en esto ahondaremos más adelante. Primero examinemos algunos conceptos relacionados con nuestro tema de hoy, el de la innovación tecnológica y la sostenibilidad de la construcción.

#### **Estructura conceptual del desarrollo tecnológico de la construcción**

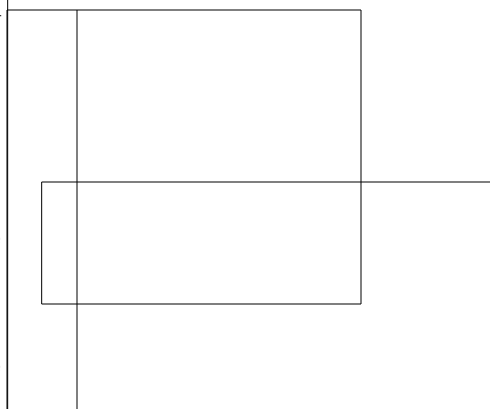
En sus estudios de postgrado, señores cursantes, se verán ustedes en la necesidad de conocer y manejar una serie de conceptos y categorías inseparables de la actividad innovadora que están por comenzar. Considero que dominar una estructura conceptual sólida despeja el camino hacia una comprensión cabal de los asuntos técnicos, ambientales e, inclusive, éticos y políticos, más cruciales inherentes a la innovación. Palabras como técnica, tecnología, desarrollo tecnológico, invento e innovación, son permanentes en esta estructura conceptual.

**Técnica.** Comenzamos este recorrido con el concepto de técnica. La acepción más común de la técnica es muy sencilla: es la forma o método de hacer las cosas a través de ciertos instrumentos. Pero la técnica es algo más que simple práctica usual: es también el proceso de concebir y elaborar los instrumentos, mediante los cuales pueden producirse otros instrumentos. Como dice Fernando Savater (1999), filósofo español, en su hermoso libro *Las preguntas de la vida*, "...hay técnica no simplemente cuando se da uso instrumental a los objetos sino también cuando existen procedimientos para convertir los objetos en instrumentos".<sup>3</sup> No es lo mismo recolectar rocas gruesas en su estado natural, y apilarlas hasta hacer un muro, que tomar una piedra del tamaño apropiado, y trabajarla hasta convertirla en "martillo", que sirva para golpear otras piedras, darles forma y lograr que encajen entre sí hasta fabricar un muro inca.

En este sentido, el concepto de técnica puede visualizarse en tres dimensiones: la primera, la experimental, como método tentativo de acometer la creación de objetos e instrumentos, obteniendo resultados tangibles (como el muro inca) y desarrollando principios para su posterior aplicación; la segunda dimensión, la productiva, es la que se refiere a la creación de artefactos y de lo artificial, de cambiar el mundo (por ejemplo, el muro y su función en la creación de los monumentos incas); y la tercera, la proyectual, de carácter intencional, dirigida a resolver problemas prácticos (como el acarreo de las piedras de la cantera al sitio de obra, la capacidad portante del muro, su estanqueidad).

El carácter intencional caracteriza la técnica como actividad proyectual, es decir, actividad que apunta a realizaciones y a fines determinados.

Prometeo, venerado en la antigua Atenas "...como patrón de la industria, la cerámica y la artesanía...", robó el fuego del Olimpo y se lo entregó a los hombres. Como consecuencia, Zeus lo castigó cruelmente por su crimen. El fuego en el mito representa la habilidad técnica del hombre. El nombre de Prometeo quiere decir literalmente "...el que prevé de antemano...".<sup>4</sup> Prever, proyectar, in-



# postgrado

tencionalidad, son características de la técnica. Pero, aun su previsión no le permitió a nuestro héroe anticipar el castigo por robar el fuego, ni a los hombres evitar la desmesura en su aplicación. La enseñanza que pretende transmitir el mito es que el ejercicio desmedido del saber técnico conlleva a desgracias.

Es evidente que no es sólo por desobediencia o desmesura que la técnica genera desgracia, y aunque no estemos de acuerdo totalmente con la moraleja de la historia, sabemos que gran parte de nuestros problemas ambientales, económicos y sociales, se deben a que la técnica y las acciones humanas se centran con demasiada frecuencia en lograr fines determinados, sin atender otras posibles consecuencias no intencionadas, como las ha llamado el filósofo Karl Popper.<sup>5</sup> A pesar de que los resultados no intencionales de la técnica no necesariamente son siempre negativos, y debemos estar muy atentos a ellos para sacarles provecho, existen demasiadas instancias de consecuencias no deseables de la técnica, que requieren todavía más de nuestra atención.

Por ejemplo, el enorme cambio que significó en la modernidad la invención del bloque de mampostería, con el que se pueden construir muros relativamente delgados, significó un enorme ahorro en peso y área útil en las edificaciones. Pero la antigua técnica de muros gruesos tenía una ventaja económica y ambiental: se "comía" sus propios escombros y los de otras obras y demoliciones en el proceso de construcción. Por otra parte, las construcciones de muros delgados requerían, además, elementos de fachada y entrepisos ligeros no tan duraderos que se dañaban y se tenían que sustituir, generando residuos muy pronto en el ciclo de vida de las edificaciones. No se estaba preparado para lidiar con estos residuos por no haber considerado su reutilización en otras obras o simplemente cómo disponer finalmente de ellos, con el consecuente incremento de costos y enorme impacto ambiental que han significado estas construcciones modernas.

Curiosamente, a pesar del mito de Prometeo y de las conocidas críticas a la técnica, todavía hoy ocurre con demasiada frecuencia la aplicación de técnicas sin valorar sus consecuencias no intencionadas. Como hemos visto, dichas consecuencias no son deletzables sino que pueden tener serias repercusiones que, a su vez, produzcan nuevos y más graves problemas.

Estas reflexiones conducen a un grupo de preguntas ¿Quién produce las técnicas? ¿A quién pertenecen? ¿Quién las aplica? ¿Qué ocurre cuando se aplica una técnica? ¿Qué fines se logran al aplicarla y qué consecuencias tiene? Y la pregunta que quizás cubre el aspecto más importante y a la vez el más difícil: ¿cómo podemos prever las consecuencias no deseadas de la técnica?

**Tecnología.** La técnica no ocurre aisladamente. Más bien, surgen grupos de técnicas que conviven, se complementan, son sustituidas, o desaparecen. La tecnología es el conjunto de técnicas, es decir, el conjunto de formas o métodos de hacer las cosas, de organizar procesos y de crear instrumentos sistemáticamente. En este sentido decimos que la tecnología es conocimiento instrumental sistemático.

Destacan tres aspectos de la definición: 1. La tecnología es conocimiento, no materiales o máquinas; 2. Es conocimiento instrumental, es decir, se crean "instrumentos" y herramientas para que el hombre trabaje, para que transforme su ambiente, para que resuelva problemas; y 3. Es conocimiento instrumental sistemático en el sentido de que es claro, transparente (opuesto a oscuro),

organizado, y de que los pasos que se den sean explícitos, que estén abiertos a discusión y controversia.

Hoy por hoy, la tecnología es más que nunca conocimiento. En el caso de las computadoras, los objetos físicos en sí —artefactos, accesorios, programas— tienen muy poco valor. Si alguien ha visto internamente una portátil, por ejemplo, se dará cuenta de que las partes y tarjetas son simples piezas de plástico y silicona cuyo valor intrínseco es muy bajo. Lo que vale es el llamado *know-how* que está por detrás.

En la construcción, a pesar de que el caso no es tan dramático, encontramos también que la tecnología tiene un peso específico muy alto. Es evidente en el ámbito del *high-tech*, de las estructuras ligeras, de edificios altos, de sistemas “inteligentes”, y de puentes colgantes. Pero también es evidente en las formas de mejorar la sismorresistencia de las construcciones, en los sistemas de producción de componentes y de contratación de obras, y en la coordinación modular. En todos estos casos el elemento que predomina es el conocimiento y no el objeto, el producto o la maquinaria. El no reconocer esta realidad fue lo que llevó en los años setenta a la importación de plantas de prefabricados pesados, financiadas por el Estado, abandonadas demasiado pronto por no corresponder a nuestra realidad productiva y de mercado.

Así surgen nuevas interrogantes sobre lo polémico y controversial de la técnica y la tecnología: ¿De quién es el conocimiento? ¿Cómo surge y se desarrolla el conocimiento tecnológico? ¿Quién lo produce? ¿Quién paga o, más bien, invierte en su producción? ¿Son los instrumentos “neutros”, o son “parcializados” e intencionales? ¿Qué problemas deben resolverse con la tecnología? ¿Cómo podemos prever las consecuencias no deseadas de la tecnología?

**Desarrollo tecnológico.** A partir del concepto de tecnología podemos entonces definir el desarrollo tecnológico como el desarrollo de conocimiento instrumental sistemático. El término desarrollo implica tres ideas: crear, perfeccionar y difundir. En este sentido, el desarrollo tecnológico es la “creación, perfeccionamiento y difusión de conocimiento instrumental sistemático”.

En el caso de la industria de la construcción, el conocimiento instrumental abarca evidentemente los “instrumentos” es decir, maquinaria y equipos, pero también abarca los materiales, las operaciones y procesos de producción, la organización y capacitación de la mano de obra, las formas de licitación y contratación de las obras, y hasta los procesos progresivos de alteración de las edificaciones. En este sentido, el desarrollo tecnológico va más allá de la tecnología “dura” (objetos y máquinas) y abarca también los procesos de producción y el desarrollo institucional.

El *desarrollo tecnológico de la construcción* sería, entonces, la creación, perfeccionamiento y difusión de conocimiento instrumental sistemático, en forma de herramientas, equipos, procesos y productos, con la intención de ser aplicados en la industria de la construcción, en la resolución de problemas económicos, ambientales y sociales.

La creación de conocimiento tecnológico normalmente ocurre con el proceso de invención, cuyo resultado es el invento. El invento puede ser un nuevo producto o proceso, y debe demostrar utilidad futura, así como novedad. Un nuevo bloque para mampostería o una nueva máquina para fabricar los bloques son inventos. El IDEC es también un invento desde el momento en que sus fun-

# postgrado

dadadores lo idearon y le dieron forma en el papel. Los inventos, además, se perfeccionan a través de la investigación, del desarrollo experimental, y de otros procesos que buscan aumentar nuestra visión de su futura aplicabilidad.

Para tener trascendencia los inventos deben proceder a la fase de innovación, es decir, el proceso de llevar una invención a su aplicación en la sociedad. Un invento tiene poca relevancia económica e impacto en la sociedad hasta que se aplica; por esto el innovador juega un papel social clave. Pero como ya nos ha acotado el profesor Cilento, "...la meta final no es... la innovación en sí misma, sino su difusión... como vía... para resolver problemas económicos y sociales concretos".<sup>6</sup> Las innovaciones, por su lado, también se perfeccionan en un proceso de retroalimentación con su implantación en la sociedad y en el mercado. ¿Qué puede ocurrir cuando las innovaciones se difunden?

Retomemos en este punto la idea de Popper acerca de las consecuencias no intencionadas de las acciones humanas. Existen demasiadas instancias de consecuencias no deseables de la técnica, y por consiguiente, lo mismo puede ocurrir con la tecnología y su difusión. Esta consideración nos lleva al siguiente tema.

**El diseño y la investigación en el desarrollo tecnológico de la construcción.** ¿Qué actividad de las que realizan las profesiones que intervienen el medio ambiente es la que específicamente propone en su concepción anticipar las consecuencias, deseadas y no deseadas de las acciones humanas que buscan cambiar el mundo? Por otra parte, ¿cuál es la actividad que ayuda a descubrir cómo funciona el mundo y producir conocimiento confiable que apoye una toma de decisiones responsable? Estas actividades son el diseño y la investigación, conceptos que trataremos a continuación.

Desde los años sesenta, Horst Rittel<sup>7</sup> y muchos otros teóricos del diseño y la planificación, han propuesto y formulado nuevos conceptos y enfoques sistémicos para esta actividad. Rittel propuso una definición de diseño y planificación que, en mi opinión, atiende al problema que Popper formuló de las consecuencias no intencionadas de las acciones humanas:

*El diseño (y la planificación) -dice Rittel- es una actividad que apunta a la producción de un plan, el cual si se ejecuta se espera que conduzca a una situación con propiedades deseadas y la cual permanezca sin efectos colaterales, imprevistos o indeseados.<sup>8</sup>*

Como vemos, diseñar es pensar antes de actuar. El diseño es una actividad, no un producto, que produce planes y proyectos, no obras o construcciones, y que apunta a una situación deseada, unos fines. Pero lo que más destaca en esta definición es su último enunciado: "...la cual permanezca sin efectos colaterales, imprevistos o indeseados". ¿Cómo lograr esta condición? Indudablemente no es fácil.

Conocemos muchas cosas acerca de lo que podemos lograr con el diseño y la tecnología: materiales y procesos innovadores, nuevos sistemas de todo tipo. Pero quizás lo más inquietante de la definición de diseño es que nos obliga a confrontarnos con nuestra ignorancia, con lo poco que conocemos acerca de las consecuencias no deseadas de la ejecución de nuestros planes, como pueden ser su impacto ambiental, el empobrecimiento de la población, o el aumento de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos. Una forma de intentar

disminuir nuestra ignorancia es abrir el proceso de diseño a la argumentación, es decir, al escrutinio público. Estamos conscientes de las dificultades prácticas de aumentar la participación en el proceso de diseño. Pero las ventajas que se pueden ganar seguramente compensarían las dificultades, porque la argumentación minimiza las probabilidades de olvidarse de aspectos importantes del problema y, además, contribuye a hacer explícita la visión de los demás acerca de las posibles consecuencias de las decisiones que se tomen. Abrir el proceso de diseño es importante porque, como sabemos, estos problemas no son sólo científicos ni disciplinarios: su resolución involucra cuestiones clave como quién paga y quién se beneficia y, por lo tanto, deben inevitablemente tener respuestas políticas.<sup>9</sup> El diseño es político. Pienso que si alguna actividad pudiera dar sentido y dirección al desarrollo tecnológico, ésa sería el diseño y la planificación.

La investigación, por su parte, es una actividad que produce conocimiento universal, confiable, es decir, conocimiento que no ha sido posible re-futarlo a pesar de duros intentos.<sup>10</sup> Como decíamos antes, la investigación es la actividad que nos ayuda a descubrir cómo funciona el mundo y producir conocimiento, que nos apoye en una toma de decisiones responsable.<sup>11</sup> Al igual que con la argumentación, con la investigación intentamos disminuir nuestra ignorancia sobre las consecuencias no deseadas de nuestras decisiones en el desarrollo tecnológico.

La innovación, objetivo de nuestro postgrado, acarrea nuevas responsabilidades. Tomemos el caso del desarrollo de un novedoso sistema constructivo para vivienda. Probablemente nuestra propuesta, justamente por ser innovadora, no esté contemplada en ninguna norma de construcción. Nos toca entonces investigar para demostrar que dicho sistema es seguro, por ejemplo, que es sísmorresistente. Dicha demostración involucra desarrollar modelos, prototipos y realizar experimentos que generen el conocimiento necesario para poder lanzar esa innovación al mercado con la certeza de que en el evento de un sismo el sistema se comportará de una forma predecible que nos permita afirmar, dentro de ciertos límites, que el sistema constructivo es "seguro".

Predecir y evaluar las consecuencias futuras de las innovaciones en la sociedad, la economía y el medio ambiente, son tareas del diseño y la investigación. Es a partir de estas reflexiones que quiero ahora introducir el concepto de sostenibilidad de la construcción.

### **Sostenibilidad de la construcción<sup>13</sup>**

El tema de la sostenibilidad de la construcción está directamente relacionado con el de la sostenibilidad de los asentamientos humanos y del medio ambiente, con el objeto de mejorar las condiciones de vida de la gente. El imperativo ético que debe animarnos es que en la búsqueda de soluciones tecnológicas a las apremiantes necesidades actuales de nuestras sociedades, no debemos comprometer la posibilidad a las futuras generaciones de solucionar las suyas. Las tecnologías constructivas no deben considerarse aisladamente de su impacto en el medio ambiente.

**Desarrollo sostenible.** El desarrollo sostenible es aquel "...que atiende a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de atender a sus propias necesidades".<sup>14</sup>

# postgrado

Podemos apreciar que nuestro estilo actual de desarrollo económico no parece atender ninguna de estas dos necesidades,<sup>15</sup> ni las actuales ni las futuras.

Ahora bien, el concepto de desarrollo sostenible no deja de tener sus detractores, desde los economistas ortodoxos, que lo tildan de “ecolatría” y fundamentalismo, hasta los “verdes” que lo acusan de pusilánime, y señalan que lo único que protegerá el medio ambiente de los excesos de la producción industrial es el crecimiento “cero”.<sup>16</sup>

Michael Jacobs en su libro *La economía verde*,<sup>17</sup> propone tres elementos en el concepto de D.S: el primero es la integración de las consideraciones medio-ambientales en la toma de decisiones de la política económica. El segundo es que el D.S. incorpora un compromiso ineludible con la equidad, con las mejoras en los niveles de vida de los pobres, con la justa distribución de la riqueza. La equidad no sólo se refiere a las generaciones futuras, sino a las presentes también. Y el tercer elemento es que el “desarrollo” no debe ser un concepto equivalente a “crecimiento”. El desarrollo incorpora elementos no monetarios de la calidad de vida o bienestar de la población.

**Sostenibilidad de la construcción.** La construcción es una actividad que interviene el medio ambiente, utilizando recursos extraídos de la naturaleza (insumos y energía), modificando el entorno para resolver problemas económicos y sociales y, finalmente, depositando en el ambiente residuos y emanaciones durante y al final de su ciclo de vida. Estas actividades deben ser analizadas en su impacto ambiental, y en sus aspectos social, económico y técnico, en la búsqueda de no comprometer la capacidad de las generaciones futuras de resolver sus propios problemas.

El motivo central que proponemos como meta para perseguir la sostenibilidad de la construcción es muy sencillo: resolver los problemas de hoy pensando en mañana.

En una sociedad como la nuestra tenemos que pensar primero en resolver los urgentes y apremiantes problemas de hoy. Ésa es indudablemente la prioridad. Pero recordemos que buena parte de nuestros problemas actuales —la pobreza, el decaimiento de las ciudades, los barrios urbanos— son resultado de decisiones, acciones, y en buena parte omisiones, emprendidas generaciones atrás para resolver los problemas de aquel momento sin pensar demasiado en un mañana que ahora es nuestro.

Nuestro postgrado, como ya dijimos, se centra en la producción de conocimiento para resolver problemas reales de nuestra sociedad, e intentaremos hacerlo evitando, en lo posible, que nuestros planes produzcan efectos colaterales e indeseados. Para apoyarnos en la consecución de este difícil objetivo, hemos propuesto que a partir de esta edición del postgrado incorporemos como primera prioridad ética y política el concepto de sostenibilidad múltiple (tecnológica, económica, social y ambiental) en nuestra actividad de desarrollo tecnológico. Ilustraré a continuación esta idea con algunos de los problemas y estrategias que proponemos formular y desarrollar en nuestro curso.

**La vivienda y el hábitat.** Resolver los problemas de hoy pensando en mañana implica, por ejemplo, ejecutar los programas anuales de vivienda, urbanizando en entornos geográficos no vulnerables; construyendo “ciudad” y

urbanizando, no simplemente haciendo "casitas"; diseñar las miles de viviendas y la infraestructura a construir para que sean duraderas y de calidad; para que no requieran excesivos recursos y energía para construirlas y para habitarlas; implica que a futuro habrá que mantenerlas; que se puedan adaptar a las necesidades progresivas de las familias; que su ejecución genere cada vez menos desperdicio; que se aumente la productividad de la construcción generando, a su vez, mayor empleo. Todas éstas son acciones tendientes a la sostenibilidad de la vivienda y el hábitat.

**Recuperar y conservar el patrimonio edilicio construido.** Debemos concentrar el grueso de nuestro esfuerzo innovador en recuperar y conservar el patrimonio edilicio construido, tanto en la ciudad formal como en los barrios. Está a la vista que nuestras ciudades están abandonadas. En la ciudad formal, por ejemplo, tenemos el deplorable estado en que se encuentran las reformas urbanas promovidas por el Estado, como fue El Silencio o las primeras urbanizaciones obreras como El Cementerio y Los Rosales. Las urbanizaciones populares del Banco Obrero y del Inavi, de los años sesenta y setenta, en Guarenas, Guatire y muchas ciudades del país, con su generoso equipamiento, espacios comunes y edificios de apropiada escala, acusan ya desde hace algún tiempo los efectos de la falta de mantenimiento, y de la densificación no planificada que agota los servicios y estrangula internamente las viviendas. Éste es un problema fascinante y de enorme interés para nosotros.

**Reducir la vulnerabilidad de nuestros asentamientos humanos.** Más de la mitad de las viviendas existentes en nuestras ciudades están en los barrios pobres, marginadas y aisladas de la estructura urbana de la ciudad, en emplazamientos especialmente vulnerables a fenómenos naturales, como lluvias torrenciales, inundaciones, deslizamientos y terremotos.

Como consecuencia, la reducción de la vulnerabilidad, a través de la habilitación de los barrios urbanos, es tarea prioritaria para mejorar las condiciones de vida de toda la ciudad y su población; y esto es parte de la lucha contra la pobreza. Se trata de lograr el reconocimiento de los barrios en oposición a su desalojo compulsivo, idea que ha sido sustituida por la de su habilitación e incorporación a la estructura urbana de la ciudad.

Reconocer este enorme patrimonio construido, valorarlo, y recuperarlo, son acciones que no sólo otorgarían legalidad a la situación de innumerables familias, sino que además contribuiría a reducir la vulnerabilidad de estos asentamientos y de las ciudades donde se ubican.

**Reducir el impacto ambiental.** Vale la pena insistir en otra tarea importante, la de cómo puede el desarrollo tecnológico contribuir a reducir el impacto ambiental de la construcción. Nuestra meta es que nuestras innovaciones logren disminuir la utilización de recursos naturales, la contaminación y emisiones tóxicas, el consumo energético y la generación de residuos.

**Estrategias para una construcción sostenible.** Nuestra contribución a la resolución de estos problemas requiere de un conjunto de estrategias que desarrollaremos con ustedes en el postgrado. Por ahora, permitanme breve-

mente adelantarles algunas que estaremos aplicando recurrentemente en nuestra labor conjunta aquí en la UCV.

**Hacer más con menos recursos.** Buscar la reducción del consumo de materiales por m<sup>2</sup> de construcción, o como dice Carlota Pérez, investigadora del tema de la innovación tecnológica: "...producir más usando menos materias primas y más 'materia gris';"<sup>18</sup>

**La reducción de la contaminación y los peligros para la salud.** Reducción en general de las emisiones en el ciclo de vida de los materiales; el calor y radiación a la atmósfera y otras emisiones y materiales potencialmente peligrosos para la salud.

**Disminuir el consumo energético.** Durante todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde la producción de materia prima, materiales y componentes, y construcción en sitio, pasando por el uso y mantenimiento de la edificación (habitabilidad), hasta sus modificaciones y su eventual demolición.

**Contribución a la biodiversidad.** Lograr el efecto opuesto al impacto ambiental; reconocer la importancia de la biodiversidad en el planeta; desarrollar innovaciones que se integren en el medio ambiente, con efectos reparadores y restauradores, como el planteamiento de la agricultura urbana y los "árboles para vivir" del arquitecto Fruto Vivas, profesor de nuestro postgrado.

**Construir bien desde el inicio.** Diseñar y construir para una larga vida útil; construir con calidad; con criterios de mantenimiento; diseñar para el desarrollo progresivo; mejorar las prácticas constructivas convencionales, tradicionales y populares.

**Producción y manufactura flexibles y de pequeña escala.** Promover el aprovechamiento de la demanda y los recursos locales; la producción masiva a través de gran variedad y cantidad de plantas y unidades de producción de escala local.

**Cero desperdicio.** Deconstrucción y construcción seca; gestión de residuos y sus tres principios básicos: prevención, es decir, reducción en el origen, desde el proyecto; valorización en la forma de reutilización y reciclaje; y eliminación, o sea, el vertido e incineración legal y controlados.

Hemos intentado en esta conferencia transmitir la idea de que a través del desarrollo tecnológico podemos generar conocimiento para resolver problemas. En este sentido somos optimistas porque creemos que nuestra actividad como innovadores puede y debe ser orientada para ayudar a cambiar favorablemente la sociedad. También insistimos en que el desarrollo tecnológico acarrea compromisos como el de evaluar las consecuencias de nuestras innovaciones en la sociedad, la economía y el medio ambiente. Ya hacia el final, presentamos un conjunto de estrategias para una construcción sostenible con el objeto de orientar nuestra actividad para cumplir con dichos compromisos.



Sin embargo, hemos intentado sembrar en ustedes una serie de interrogantes para que permanezcan en nuestro ánimo. La más importante es que debemos entender que no hay garantía de que podamos rastrear y subsanar definitivamente las consecuencias no deseadas de nuestros planes; y sin embargo, estamos en la obligación ética de intentarlo. Esta afirmación puede resultar abrumadora y paradójica; pero vivimos entre paradojas, como aquella de si permitir tanta libertad de expresión hasta el punto de tolerar expresarse contra ella.

Estimados cursantes, bienvenidos a este postgrado que esperamos que más que darles respuestas, los animará a hacerse preguntas que nos estimulen a todos a entender que no estamos aquí para encontrar dogmas ni corroborar certidumbres, sino más bien para abrir un amplio y respetable espacio a nuestra capacidad de indagación y profundización en el conocimiento de la tecnología.

## Bibliografía

BALDÓ, Josefina, y VILLANUEVA, Federico. 1998. *Un plan para los barrios de Caracas*, Caracas, Consejo Nacional de la Vivienda, Conavi.

BOLÍVAR, Teolinda, coord. 1994. *Densificación y vivienda en los barrios. Contribución a la determinación de problemas y soluciones*. Caracas, Consejo Nacional de la Vivienda, Conavi.

CILENTO, Alfredo. 1999a. "Cambio técnico en la construcción". Conferencia inaugural V Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, IDEC-FAU-UCV, en *Tecnología y Construcción*, 16-I, pp. 63-70.

———. 1999b. *Cambio de paradigma del hábitat*, IDEC-UCV/CDCH-UCV/ALEMO, Caracas.

———. 2000. "Vulnerabilidad y sostenibilidad de los asentamientos humanos", en *Tecnología y Construcción*, 16-I, pp. 93-102.

CURIEL CARIAS, Ernesto C. 2001. "Las construcciones sustentables: de lo general a lo particular", en *Tecnología y Construcción*, 17-II, pp. 35-42.

JACOBS, Michael (1997). *La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*, Barcelona, Editorial Icaria.

PÉREZ, Carlota. 1998. "El cambio de paradigma en los institutos tecnológicos"; ponencia presentada en las *XVII Jornadas de Investigación del IDEC*, Caracas, 2 al 4 de noviembre de 1998.

———. 1999. "Nuevo contexto para el desarrollo sustentable", pp. 16-17; en semanario *Quinto Día*, 11 al 18 de junio de 1999.

POPPER, Karl. 1995a. "Mi concepción de la filosofía", en *En busca de un mundo mejor*, p. 93, Barcelona, Paidós.

———. 1995b "La teoría de la ciencia desde un punto de vista teórico-evolutivo y lógico", cap. 1., en *En busca de un mundo mejor*, Barcelona, Paidós.

## postgrado

PROGRAMA LIFE. 1997. *La enseñanza de la arquitectura y del medio ambiente*. Comisión Europea. Dirección General XI. Medio Ambiente. COAC, Barcelona, Demarcación de Barcelona.

SAVATER, Fernando. 1999. *Las preguntas de la vida*. Barcelona, Editorial Ariel, S.A.

YEANG, Ken. 1999a. *Proyectar con la naturaleza. Bases ecológicas para el proyecto arquitectónico*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A.

—————. 1999b. *The Green Skyscraper. The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings*. Munich, London, New York, Prestel, Verlag.

## Notas

1 Definir un problema real tiene algunas dificultades implícitas como, por ejemplo, definir qué se quiere decir con "problema real"; de quién es el problema, a quién afecta; por qué ocurre; cómo resolverlo; y con qué recursos atacarlo, entre otras interrogantes polémicas.

2 Ver por ejemplo, Cilento (1999a), p. 65.

3 Savater, Fernando (1999), pp. 184-185.

4 *Diccionario de filosofía* en CD-ROM. Barcelona, Editorial Herder S.A.

5 Popper, Karl (1995a), p. 93.

6 Cilento (1999a), p. 65.

7 Horst, Rittel: Publicaciones y charlas de cursos de postgrado en la Universidad de California, Berkeley. Otros autores son Christopher Jones y Geoffrey Broadbent.

8 Horst, Rittel, *ob. cit.* Universidad de California, Berkeley. (De aquí en adelante cuando utilizemos la palabra "diseño" nos estamos refiriendo también a "planificación" como término equivalente, debido a que ambas actividades producen un plan). Ver también Yeang (1999a), p. 23 y (1999b), p. 52.

9 Los enfoques interdisciplinario y transdisciplinario han sido propuestos y aplicados extensivamente para este proceso de toma de decisiones. Pero a pesar de su utilidad, estos enfoques siguen dejando exclusivamente en manos de "expertos" de las disciplinas la resolución de los problemas del medio ambiente y de la sociedad.

10 Ver, por ejemplo, Popper (1995b).

11 Nos interesa en especial producir conocimiento factual y explicativo, especialmente de carácter predictivo, de particular utilidad para la toma de decisiones.

12 El ejemplo anterior es ilustrativo de la investigación en el proceso de diseño y desarrollo tecnológico: formulamos un problema y luego dentro de ese proceso producimos, a través de la investigación, el conocimiento científico necesario para apoyar nuestra toma de decisiones. Pero también podemos hacer investigación para el diseño y desarrollo, es decir, producción de conocimientos en un proyecto de investigación, cuyo producto sería utilizado luego por otros para desarrollar y evaluar innovaciones, como es el caso de los estudios sobre habitabilidad de las edificaciones o sobre resistencia de materiales.

13 Para elaborar este tema se ha utilizado material de las siguientes referencias bibliográficas: Cilento (1999a;b; 2000); Curiel (2001); Jacobs (1997); Yeang (1999a;b); Bolívar (1994); Baldó y Villanueva (1998); Programa LIFE (1997); Pérez (1998; 1999).

14 World Commission on Environment and Development, 1987, p. 43, citado en Jacobs (1999).

15 El concepto de "necesidad" no deja de ser controversial y ambiguo. Fernando Savater (1999), en su *Política para Amador*, pp. 141-143, sostiene que son los animales los que tienen necesidades. El hombre no tiene necesidades porque no sabe lo que quiere. Necesidad es un concepto normalmente asociado a carencia; además, cuando se habla de necesidades humanas se afirma que son cuantificables y universales y se intenta fijarlas con precisión (número de calorías diarias; área mínima de la vivienda; etc.), enfoque que deja poco espacio para la innovación y la libertad en la toma de decisiones.

16 (Curiel, 2001:36), sostiene que la diferencia entre "ecodesarrollo" y desarrollo sostenible es relevante y que "...estaría en el énfasis: en el primero el acento está puesto en los ecosistemas, en el segundo, en el desarrollo y bienestar humano. En el uno el sesgo sería 'ecocéntrico', en el otro 'antropocéntrico'".

17 Ver Jacobs, (1997:125-127).

18 Pérez (1999), p. 17.

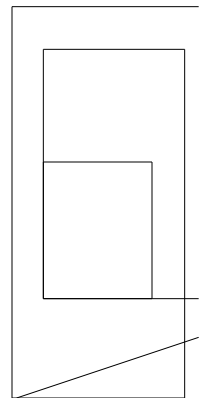
## Una nota sobre la política habitacional

Alfredo Cilento Sarli

**E**l 14 de marzo de 2001 se celebró en el Auditorio del Colegio de Ingenieros de Venezuela un foro convocado por dicho colegio, la Cámara Venezolana de la Construcción y el Colegio de Arquitectos de Venezuela, que fuera llamado PRIMER ENCUENTRO DEL SECTOR VIVIENDA. Al foro asistieron, para sorpresa de muchos, todos los panelistas invitados, incluyendo los presidentes de todos los organismos nacionales del sector vivienda, y otros representantes del sector público, a excepción del Plan Bolívar 2000. También intervinieron como panelistas los distintos presidentes de las cámaras empresariales con vinculación al sector. También fue invitado quien escribe esta nota.

A los panelistas se les formularon las siguientes preguntas para orientar sus intervenciones:

1. ¿Cuáles son los aspectos positivos y los aspectos que impiden el avance de la vigente Ley que regula el Subsistema de Vivienda y Política Habitacional? ¿Qué es lo necesario: normar e instrumentar su aplicación o reformular y promulgar una nueva?
2. ¿Qué es lo prioritario para resolver el problema habitacional: la habilitación física de las zonas de barrios, la construcción de nuevas viviendas, el desarrollo simultáneo de los diversos programas habitacionales que contempla la ley u otras soluciones que puedan ser conciliadas en función de los diferentes estratos de la población que demandan una solución?
3. ¿Cuál debe ser el rol del sector público y del sector privado? ¿Qué es lo conveniente: un Estado planificador, promotor, constructor, o un Estado facilitador? ¿Reflejan los precios de las viviendas ejecutadas por los sectores públicos y privado sus verdaderos costos?
4. ¿Debe darse accesibilidad a todos los venezolanos para adquirir y reconstruir su vivienda y que ellos realicen individualmente el máximo esfuerzo para pagar? ¿Subsidio a las tasas de interés o subsidio directo a la demanda? ¿Crédito ajustado al salario o crédito lineal?
5. ¿Cuál debe ser la estrategia para alcanzar un desarrollo sostenible del espacio urbano, donde la vivienda y los servicios fueran parte activa de su consolidación? ¿Es la actual estructura del sector vivienda la adecuada para impulsar y llevar a cabo esa tarea? ¿Cómo impulsar la descentralización de los sectores público y privado?



Mi intervención, basada directamente en el cuestionario mencionado, se transcribe a continuación con algunas modificaciones y precisiones, necesarias para pasar de una intervención oral a un texto escrito.

1. Desde 1986, cuando fui consultado sobre la Ley de Política Habitacional (LPH), señalé lo que he sostenido en múltiples escritos y en mi libro *Cambio de paradigma del hábitat* (CDCH-IDEC/UCV, 1999). Esto es, que una política de vivienda no se puede establecer mediante una ley, que las políticas públicas son políticas de gobierno y que no deben ser políticas rígidas que requieran traumáticas discusiones y decisiones legislativas para su implementación. Cada gobierno debe tener la potestad de establecer su propia política. La cuestión de la continuidad de los planes, que se supone es lo que se busca con la ley, no puede ser establecida mediante una tal ley, pues no hay forma de castigar el incumplimiento, por parte del Ejecutivo, de metas o las modificaciones y ajustes a las mismas. Además, he sostenido que fijar un porcentaje del presupuesto para vivienda, o cualquier otro sector o sectores (el 5% del presupuesto ordinario que fija la LPH) rigidiza aún más al presupuesto (ya severamente afectado por el servicio de la deuda pública, los pasivos laborales y otras asignaciones recurrentes) y limita, e inclusive impide, la gestión presupuestaria como instrumento estratégico para orientar las políticas y el desarrollo.

El Ahorro Obligatorio, como lo planteé desde entonces, ha debido ser establecido en la Ley del Trabajo como un aporte patronal para el desarrollo de políticas de alojamiento para los trabajadores. Así fue establecido en México cuando se crearon el Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores y el Infonavit, en 1972.

La LPH ha sido tan inefectiva que no sólo ha generado un limitadísimo número de "soluciones" (en total no más de 40.000 unidades por año) sino que cada uno o dos años aparecen intenciones y decisiones de modificarla. De hecho, nunca una ley ha sido modificada tantas veces en tan corto plazo. Esto indica que aun existiendo la ley la continuidad no está garantizada, y que se requiere más claridad, cultura política y concertación con todos los sectores involucrados, para garantizar el cumplimiento de planes de largo plazo.

Dejar al Congreso o Asamblea la potestad de cambiar las políticas de gobierno no es muy saludable. Ya hemos vivido esa experiencia cuando el Congreso dictó aquel esperpento llamado Ley del Deudor Hipotecario, con mucha razón bautizado como "Ley del Deudor Parlamentario".

2. También desde hace mucho tiempo he insistido en que el problema de alojamiento de la población de un país (cada vez más) pobre no se resuelve construyendo nuevas viviendas. Es como si quisiéramos resolver el problema del hambre o la subalimentación construyendo automercados. El verdadero problema es el del alojamiento y se debe fundamentalmente a la falta de condiciones para el desarrollo de un hábitat adecuado: accesibilidad a tierra urbanizada y correctamente localizada, acceso a créditos afrontables por las familias de bajos ingresos, transporte y servicios públicos eficientes, asentamientos respetuosos del ambiente, acceso a la educación y la salud... Si estas condiciones se crean, la gente se proveerá de alojamiento adecuado de manera progresiva, que es la única manera de construir un hogar sin desperdicio de recursos y según las propias necesidades y expectativas de las familias. El problema no es el déficit

de viviendas, sino el déficit de condiciones para el logro de un alojamiento adecuado de toda la población.

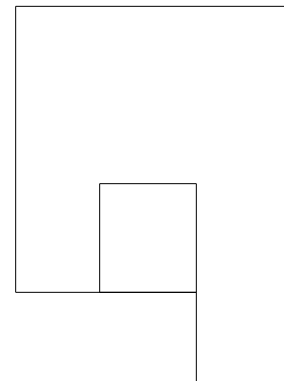
Por otra parte, si casi el 50% de la población de Venezuela vive en barrios pobres urbanos, no hay que ser un iluminado para entender que éste es el problema central de nuestras ciudades, máxime si la pobreza continúa creciendo. O si, aunque disminuya levemente el deterioro del ingreso, las familias tienen que continuar por quince años o más ganando, en términos reales, mucho menos de lo que obtenían quince o veinte años atrás. Por ello la rehabilitación de los barrios y su plena incorporación a la estructura urbana de nuestras ciudades tiene una prioridad tan alta como el desarrollo de tierras con urbanismo básico.

Se dice que el 80% de la población venezolana es pobre. Aparte de la discusión maniquea sobre la confiabilidad de las encuestas y estadísticas, la realidad es que si un médico en un hospital, un alto funcionario público o un profesor universitario, devengan poco más 1.000 dólares mensuales y, cuando el salario mínimo es de poco más de 200 dólares, mientras la canasta básica supera los 600 dólares, no se necesitan más datos para entender que la mayor vulnerabilidad de los venezolanos es la pobreza. Por lo tanto, el problema de alojamiento no puede ser resuelto únicamente construyendo nuevas viviendas "completas e instantáneas". La contratación a precios irrisorios de "viviendas completas", maquilladas con acabados ridículamente llamados "dignos", sólo produce corrupción y empeoramiento de la calidad. No es una casualidad el impresionante número de "viviendas dignas" recién terminadas que ya están convertidas en escombros. Hace casi cuarenta años señalé que regalar una vivienda a un desempleado o damnificado era lo mismo que "vestir con un frac a un limosnero".

Lo que quiero decir es que hay que concentrarse en los pobres, pero creando empleos para combatir la pobreza, dotándolos de tierra y créditos accesibles, mejorando las viviendas y los servicios públicos del **stock** existente, ya sea en barrios como en urbanizaciones populares. Para construir viviendas completas y satisfacer las otras necesidades de salario, infraestructura, educación y salud, no alcanzan los recursos del Estado, ni que se mantengan muy altos los precios del petróleo.

3. El papel del sector público, con relación al alojamiento de la población, debe ser el de facilitador, y la mayor "facilitación" es la de desarrollar tierras que permitan mejorar la ocupación del espacio urbano, creando más y mejor ciudad, y garantizando un alojamiento en condiciones que permitan mejorar la calidad de vida de la población. Satanizar las ciudades, donde vive más del 90% de la población y se concentra el empleo, la educación y la cultura no es un buen negocio en las actuales circunstancias. Sin embargo, si la desconcentración se convierte en una prioridad del desarrollo territorial, entonces, con muchísima más razón el refuerzo de la estructura urbana de los centros de desconcentración y la habilitación masiva de tierras deben ser las máximas prioridades gubernamentales.

Con relación a si las viviendas ejecutadas por los sectores público y privado reflejan sus verdaderos costos, debo decir lo siguiente. La vivienda que no es gestionada por la propia familia es una mercancía que se adquiere como cualquier otra, incluso, con el tiempo, aquella también se transforma en mercancía. El precio no tiene que reflejar los costos: si la mercancía es escasa se encarece, si es abundante los precios serán accesibles. Si la produce el sector público seguramente será subsidiada. El punto es que se subsidie a quien lo requiera y que



los subsidios no sean regresivos. O que la producción de viviendas-mercancía no sea un mero pretexto para otorgar contratos a cambio de coimas y comisiones, práctica que ha enriquecido a funcionarios, sindicalistas, contratistas y gestores de contratos (civiles, militares y hasta curas) desde siempre. Hay que romper con los esquemas que fueron perniciosos en el pasado y también los son en el presente. Poco ha cambiado.

4. Como he señalado antes, creo que el esfuerzo debe concentrarse en facilitar a la gente la gestión de la construcción y mejoramiento de su alojamiento. Para ello deben utilizarse la figura del subsidio directo, el crédito de corto plazo e, incluso, crédito en materiales y servicios técnicos. Es imprescindible el desarrollo de programas de asistencia técnica con participación de las instituciones de educación superior y las organizaciones no gubernamentales y cooperativas.

Con relación a las tasas de interés es necesario señalar que la "tasa activa de interés del mercado" no refleja una tasa de "equilibrio", pues cobra las graves ineficiencias de los bancos, deseconomías de escala, el elevado encaje en el Banco Central y otros factores (algunos perniciosos como las rifas, sorteos y regalos) que no deben ser cargados a las familias de menores ingresos. Tampoco se deben subsidiar o regalar los intereses sin considerar otros factores que encarecen la mercancía-vivienda y el riesgo de evaporación de los fondos prestados. El gobierno debe apostar al control de la inflación colocándola en un dígito, entonces la tasa de interés dejará de ser un factor crítico. Si la gente gestiona su hábitat de manera progresiva puede obtener y afrontar créditos sucesivos de corto plazo con tasas un tanto por encima de las tasas pasivas. Porque lo que más encarece al crédito, cuando las tasas están por encima de dos dígitos, es el largo plazo.

5. El objetivo principal de las instituciones públicas envueltas en el desarrollo de los asentamientos humanos, es decir, del desarrollo, mejoramiento y conservación del medio ambiente construido, debería ser el de actuar con una estrategia básica de desarrollo sostenible del hábitat. Éste fue un compromiso adquirido y suscrito por Venezuela, y otros doscientos y tantos países, en la Conferencia de Naciones Unidas Hábitat II, celebrada en 1996 en Estambul, Turquía. Todos los actores públicos y privados que les concierne esta materia deberían haber leído la Agenda de Hábitat II. Estoy seguro de que muy pocos lo han hecho.

La estructura del sector público en materia de desarrollo urbano y vivienda colapsó hace muchos años, probablemente desde 1975 cuando se dividió el Ministerio de Obras Públicas. Luego, la diversidad de instituciones en el área de desarrollo urbano que se han creado, y largos años de actuaciones dispersas, descoordinadas e ineficientes han deteriorado severamente las condiciones de alojamiento de la población, mermando la calidad de vida en las ciudades. Además, la descentralización en materia de construcción y mantenimiento de obras públicas es "chucuta" e inoperante. Se debería reestructurar todo el sector poniendo el énfasis en una descentralización efectiva y eficiente, eliminando las tendencias centralistas que surgen por la creencia en que desde Caracas se pueden resolver mejor los problemas. Nada más lejos de la verdad, y el deterioro de la propia capital es el mejor ejemplo.

*julio 2001*

## Eventos en la RED

Portales de arquitectura



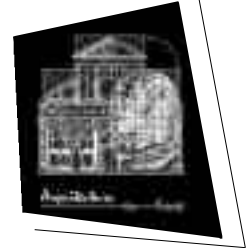
**Arq-links**  
www.arq-links.com

En Venezuela, lamentablemente, es poca la información que llega o se comparte a nivel nacional, sobre todo desde la capital hacia el interior, cosa que nos preocupa enormemente, sabiendo que es excelente e interesante lo que se está haciendo en este sentido en el país.

Nuestros propósitos son:

- Llevar a estudiantes y profesionales, a nivel nacional, el acontecer de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, a través de conferencias, seminarios, charlas, exposiciones, cursos, intercambios, etc. Promoviendo por medio de estos eventos el trabajo de arquitectos, ingenieros, grupos de investigación, empresas de diseño y/o construcción, etc.
- Fomentar y proteger la continua interacción entre la práctica y la enseñanza de la arquitectura.
- Ser promotor de la creación de una red nacional e internacional (latinoamericana primordialmente), para el intercambio de información, profesional-estudiante, a fin de promover el común entendimiento y elevar el nivel general de la formación en arquitectura.
- Convertirse en medio de globalización, fomentando nuestra identidad latinoamericana.

**Arquitectura en Línea**  
www.arquitectura.com



Arquitectura en Línea es una empresa editorial dedicada a la publicación especializada en arquitectura, arte y diseño dentro de Internet. Sus principales publicaciones son: arquitectura.com, Semanario en Línea, y E-Studio®.

Este conjunto de herramientas interactivas de información actúan en el ámbito de la Web, desarrollando temas de actualidad que interesan a los arquitectos y diseñadores.

Línea editorial e ideas de contenido:

- \* Seleccionar y presentar las obras de aquellos arquitectos que, a nuestro entender, representan los mejores ejemplos del pensamiento arquitectónico.
- \* Reflejar y analizar la actualidad con un profundo nivel de desarrollo informativo.
- \* Mantener siempre vivo el interés por el debate de ideas y estimular la participación.
- \* Informar y desarrollar la intensa relación que existe hoy entre la informática, el diseño digital y la arquitectura.
- \* Brindar un espacio abierto, no excluyente, que dé lugar a temas en función de las necesidades e intereses de nuestros lectores.

**Arqui Perú**  
www.arquiperu.com

ArquiPerú recibe la visita de miles de "arquonautas" de más de 50 países y se registra en más de 35 de los mejores buscadores en español e inglés, así como en web sites de arquitectura reconocidos internacionalmente, representando, inclusive, a toda Sudamérica en varios de ellos.

Debido al éxito obtenido, los creadores de ArquiPerú deciden convertirlo en un *site* profesional en forma de "Portal", que no sólo aporte información y enlaces a las mejores páginas mundiales de arquitectura, sino que se constituya en un medio para ofrecer servicios más completos a los profesionales del área de la arquitectura, ingeniería, construcción y decoración, aprovechando los avances de la tecnología digital. De igual modo, se orienta al público en general que desee enterarse de este fascinante mundo y requiera ubicar a profesionales, servicios y productos afines.



## Premios nacionales del Día Mundial del Hábitat

Teniendo como telón de fondo la frase CIUDADES INTEGRADAS ¡HACIA UN HÁBITAT DIGNO!, el día lunes 01 de octubre de 2001, en la sede de la Cinemateca Nacional, se hizo entrega de los premios nacionales del Día Mundial del Hábitat 2001.

En 1990, el Consejo Nacional de la Vivienda, Conavi, fue designado como "punto focal" en Venezuela del Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, CNUAH. Una de las tareas derivadas de esta responsabilidad es organizar en nuestro país la celebración del Día Mundial del Hábitat, durante el cual se otorgan premios a los profesionales y las instituciones cuyo desempeño haya contribuido al desarrollo de un hábitat digno, y que en esta oportunidad se adjudicaron de la siguiente manera:  
PREMIO NACIONAL DE "INVESTIGACIÓN EN VIVIENDA"

El jurado integrado por el Soc. **Omar Hernández** (Presidente) y los arquitectos **Antonio Conti** y **Mercedes Marrero**, acordó por unanimidad, otorgar los siguientes premios:

### Primer Lugar (compartido)

Trabajo de Investigación "Código Nacional de Habitabilidad para la Vivienda y su Entorno", realizado por un equipo de investigadores constituido por:

**Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC):**

María Elena Hobaica

María Eugenia Sosa

Alfredo Cilento

Luis Rosales

Geovanni Siem (coordinador)

Trabajo de Investigación "Urbanismo y Patrimonio: La Conservación de los Centros Históricos", del profesor Lorenzo González Casas, de la Universidad Simón Bolívar

**Instituto de Urbanismo (IU)**

Carmelita de Brandt

Marta Vallmitjana

Lindolfo Grimaldi

Investigadores invitados

Carlota Pascuali (USB)

Armando Rodríguez (Escuela de Derecho, UCV)

Jacobo Sarevnik (Consultor privado)





### Segundo Lugar

Trabajo de investigación "Propuesta de Fórmulas Gerenciales para la Habilitación de Tierras Urbanas (HABITUR)", del equipo de trabajo del Instituto de Estudios Regionales y Urbanos (IERU) de la Universidad Simón Bolívar, coordinado por la profesora María Josefina Flórez Díaz.

### Tercer Lugar

Trabajo de investigación "Todos con la Esperanza: Continuidad de la Participación Comunitaria" del profesor Euclides Sánchez.

### Premio Nacional del Hábitat "Leopoldo Martínez Olavarría"

El jurado integrado por los arquitectos: *Vidal Cisneros* (Presidente), *Iris Rosas Meza*, *Andrés Echeverría*, *Aurora Zapata*, *Fernando Ramos*, *Gladys Melo Solórzano* y la socióloga *Iria Cova*, acordó por unanimidad, otorgar este premio de manera compartida a:

Sr. Crisanto Rojas  
Soc. Roberto Briceño León  
Menciones especiales  
Arq. Aquiba Alfredo Roffé  
Arq. José Adolfo Peña

### Premio Nacional "Comunicación, Comunidad y Desarrollo Habitacional"

El jurado, integrado por la licenciada *Nervis Teresa Morán* (Presidenta), el Sociólogo *Antonio González*, el arquitecto *Jesús Yépez* y el señor *César Castro*, acordó por unanimidad otorgan este premio a:

Lic. María Luisa Pérez Jiménez  
Menciones especiales:  
Lic. Diana González  
Asociación Civil "AQUÍ ESTAMOS"

Como corolario de este importante evento se incluye el siguiente texto, el cual acompañó la entrega de los premios:

*"Los Jurados hacen constar el alto nivel de todos los participantes y postulados a los Premios Nacionales del Día Mundial del Hábitat 2001, por su trayectoria y sus valiosas contribuciones a la solución de los problemas del hábitat y al mejoramiento de las condiciones de vida de la población de menores recursos".*

Ing. Giovanni Siem



## X\_bienal de arquitectura de caracas

El domingo 30 de septiembre en el Museo de Arte Contemporáneo Sofía Imber, se llevó a cabo la inauguración de la X BIENAL DE ARQUITECTURA DE CARACAS, la cual llega a llenar el vacío que desde julio de 1998, cuando se realizó la IX BIENAL DE ARQUITECTURA en el Museo de Bellas Artes. Han pasado tres años sin que se realice este encuentro, el cual es termómetro para evaluar el producto que se está generando en el quehacer de la arquitectura contemporánea venezolana.

Este año el Colegio de Arquitectos de Venezuela, con el aval de la Regional de Arquitectos, el Grupo Andino, la Federación Panamericana y la Unión Internacional de Arquitectos, fue el motor que impulsó la realización de esta exposición, en donde se muestran las obras construidas de los últimos tres años del siglo XX y el primer trimestre del año 2001.

Es de esta manera como se nos presenta una plataforma que nos da la oportunidad para conocer la calidad de la producción, las tendencias, oportunidades demandas y necesidades, que actualmente nos está exigiendo el hecho arquitectónico.

En esta edición el comité preseleccionador integrado por Jorge Francisco Liernur, Jurado Internacional designado por el Comité Asesor, Silvia Hernández de Lasala, como representante del Museo de Arte Contemporáneo Sofía Imber, Jorge Rigamonti, nombrado por el Núcleo de Decanos, de las escuelas de arquitectura nacionales, Peter Albers, designado por las filiales del Colegio de Arquitectos del interior del país, Joel Sanz, elegido por los concursantes, y José Rosas Vera, del Comité Asesor, a quienes se les felicita, por su interés de seleccionar dentro de parámetros de máxima calidad, los trabajos que se presentaron a través de las carpetas que se entregaron al momento de la inscripción.

Ésta es una oportunidad que se aprovecha para difundir y valorar las mejores expresiones de la arquitectura venezolana en este período, de manera que sirva como referencia a los colegas y público en general, y sobre todo que sirva de ejemplo a las nuevas generaciones de arquitectos.

Esta muestra nos revela, no sólo los trabajos de las obras construidas, sino que también expone proyectos de los concursos más importantes, las ideas presentadas para la rehabilitación de barrios, el caso del estado Vargas, y otros ejemplos. También es importante destacar el aporte invaluable por buena parte de los jóvenes arquitectos, expresadas en las tesis de grado, lo cual nos habla muy bien del ímpetu y la voluntad de estos nuevos arquitectos para afrontar los diferentes campos de la profesión.

De acuerdo con los criterios por los cuales se rígeron los miembros del jurado preseleccionador se decidió seleccionar por unanimidad los siguientes trabajos, en cada una de las siguientes categorías:

### 1. Obra arquitectónica

Edificio administrativo Cementerio del Este (comercio - oficinas) • Casa en Los Naranjos (vivienda unifamiliar) • Casa Hernández (vivienda unifamiliar) • Oficina Principal (arquitectura interior) • Edificio de Telecomunicaciones (transporte - servicios) • Primer Frente Ciudad Miranda (vivienda multifamiliar) • Casa Comunal de La Vega (cultural-social-religioso)



## 2. Obra urbanística

Habilitación física Condominio I (desarrollo y rehabilitación urbana) • Ciudad Miranda (espacio público) • Plan de Rehabilitación para Vargas (desarrollo y rehabilitación urbana)

## 3. Obra de conservación de la arquitectura

Ampliación de una vivienda (reciclaje) • Restauración del Teatro Baralt (restauración)

## 4. Obra de arquitectura efímera

Cubierta portátil.

## 5. Publicaciones de arquitectura y urbanismo

Ensayos de cultura urbana (libros de teoría, historia y crítica) • *Medio Informativo* (revistas especializadas) • *La ciudad* de Jorge Luis Borges (libros de teoría, historia y crítica) • *El vértigo horizontal* (libros de teoría, historia y crítica) • *Sucre I* (libros de teoría, historia y crítica) • *La Ciudad Universitaria de Caracas* (libros de teoría, historia y crítica) • *El Palacio Federal Legislativo* (libros de teoría, historia y crítica) • Sitio web Centenario de Villanueva (páginas web de arquitectura) • Valores perennes de la arquitectura (libros de teoría, historia y crítica) • Planificación ambiental contemporánea (trabajos de investigación)

## 6. Publicación en prensa sobre arquitectura y urbanismo

Entorno urbano (artículos seriados) • Bisagra (artículos seriados)

## 7. Tesis de grado

• Vivienda unifamiliar (pregrado) • Aplicación de las estructuras transformables en la arquitectura (pregrado) • Sistema dominó. Versión IV (pregrado) • Vivienda suburbana auto-construible de madera (pregrado) • Viviendas en zonas necesitadas de Caracas: las quebradas (pregrado) • Abismos espúreos (pregrado) • Venezuela y el problema de su identidad arquitectónica (postgrado) • Estudio de situaciones intersticiales en el 23 de Enero (pregrado) • Tres viviendas, distintos materiales (pregrado) • Revalorizando corredores urbanos. Caso Avenida Francisco de Miranda (postgrado) • Casa Saltamontes (pregrado)

La ocasión es oportuna para destacar que la revista *Medio Informativo* fue elegida en el renglón de revista especializada, siendo este otro reconocimiento que se le hace a esta publicación que hasta su octava edición tuvo a cargo de la Arquitecto Marianella Mora, como coordinadora editorial y al profesor Martín Padrón como director del Centro de Información y Documentación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Una de las recomendaciones hechas por el jurado al Colegio de Arquitectos fue el de premiar también los concursos de ideas, que particularmente en esta Bienal tuvo un gran peso gracias a la voluntad política que han tenido los entes públicos, sobre todo las alcaldías, de llevar a concurso nacional de ideas, todos los proyectos de rehabilitaciones, acondicionamientos, etc. que estos organismos han querido llevar a cabo. También el separar la categoría de Publicaciones e Investigación en Libros y Artículos para que de esta manera se le de más importancia a la invaluable labor de los articulistas.

Esta X Bienal de Arquitectura de Caracas otorgó el Premio Nacional de Arquitectura, a través del Jurado conformado por los arquitectos José Rosas Vera, Enrique Hernández, Silvia Hernández de Lasala, Enrique Larrañaga y Jorge Castillo, al arquitecto Joel Sanz, por la calidad del trabajo presentado por este profesional ante el jurado de la Bienal, siendo un orgullo para la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela el tenerlo como miembro del cuerpo docente de la Escuela de Arquitectura "Carlos Raúl Villanueva". También es importante destacar el Premio Nacional de Cine otorgado al profesor Alfredo Roffé, en cual se le premia por su incanzable labor en pro del cine venezolano.

Sin duda, esta oportunidad que tenemos para ver el producto que ha generado la arquitectura venezolana en estos últimos años, es propicia para evaluar las demandas, las exigencias, las fallas, y las virtudes del trabajo presentado por los colegas, ante el Consejo Nacional de la Cultura.

Arq. Ronald J. Pérez



Gordon, J. E.  
**Estructuras o  
por qué las cosas  
no se caen.**  
Madrid: Celeste  
Ediciones, 1999,  
472 p.

El autor nos presenta una obra elemental sobre estructuras afirmando que "solamente cuando se despoja a esta disciplina de su aparato matemático, se puede uno dar cuenta de lo difícil que es aislar y describir esos conceptos estructurales que a menudo se describen como "elementales"; aunque supongo que queremos decir: "básicos" o "fundamentales".

El libro nos explica con un estilo ameno y desenfadado la importancia y las propiedades de las distintas estructuras, demostrando cómo la necesidad de ser fuerte y de soportar distintas cargas ha influido en el desarrollo de todos los tipos de seres vivos y artefactos, incluyendo al hombre.

Vivaz e informativo, este libro describe los elementos estructurales en la naturaleza, la técnica y la vida diaria desde puntos de vista modernos.  
(TH845/G656)

La Sociedad Colombiana de Arquitectos (SCA) ha promovido una reflexión sobre los últimos cien años de arquitectura en Colombia, de la cual este libro pretende ser el inicio y, a la vez, la ocasión que suscite un debate más amplio y permanente sobre el significado del oficio en el ámbito nacional.

Revisar la historia de la arquitectura y de las ciudades a lo largo del siglo es, simultáneamente, examinar los logros y desaciertos en su gestión.

La obra se presenta en seis capítulos:

1. Cien años de arquitectura colombiana
2. Lo urbano y la ciudad
3. Arquitectura, modernidad y ciudad
4. El patrimonio y la ciudad
5. Pensamiento y ciudad
6. Lo técnico

Además, incluye los proyectos presentados en la XVII Bienal y un homenaje al arquitecto Rogelio Salmona.  
(NA680. 170/C48)



**Cien años de  
arquitectura en  
Colombia.  
XVII Bienal de  
Arquitectura 2000.**  
Bogotá: Sociedad  
Colombiana de  
Arquitectos, 2000,  
384 p.



Asensio Cerver,  
Francisco.  
**La arquitectura de  
aeropuertos y  
estaciones**  
España: s.c., 1997,  
187 p.

La obra nos presenta una arquitectura de metaedificios o ciudades construidas a una escala que la mente humana es capaz de controlar, como centros que provocan solapamiento de redes de comunicación, escalas y movimientos en un mismo punto, la concentración. En un mundo que se extiende y se dispersa, se pretende que ese tipo de edificios actúen como centros efectivos.

El libro muestra las obras más importantes en aeropuertos como: aeropuerto de Denver, aeropuerto de Hamburgo, aeropuerto de Point á Prite, entre otros. Estaciones de tren como: Estación de Solana Beach, estación del TGV del aeropuerto de Lyon-Sotôlas y el módulo de intercambio del aeropuerto de Charles de Gaville, y estaciones de transporte urbano: metro, tranvía y autobús: metro de Bilbao, estación del metro y puente Alameda, paradas de autobuses.

Cada una de las obras están acompañadas de fotografías en sus diferentes ángulos y al finalizar el libro proporciona una pequeña biografía de los arquitectos que desarrollan los proyectos.  
(NA 6300/A27)

Esta obra se nos presenta como un recorrido que sigue el rastro de los dos principales cinturones sísmicos; primero el transasiático (España, Francia, Turquía), para enlazar después con el circunPacífico (Nueva Zelanda, Chile, Nicaragua, México, Estados Unidos, Japón y China).

Los 25 proyectos incluidos tienen en común su relación con los fenómenos sísmicos. Ahora bien, ésta varía según los casos: edificios que han sufrido terremotos durante su diseño, construcción o uso; otros que están en zonas de cierto o muy elevado riesgo sísmico y deben cumplir con las normativas sísmorresistentes vigentes; también algunos que, por su función, deben seguir en funcionamiento tras un terremoto; viviendas en emergencia para gente que se queda sin casa tras un movimiento sísmico; construcciones que, por su enorme altura, suponen un desafío al diseño sísmico convencional... una visión poliédrica de gran riqueza que ofrece a cualquiera que sienta curiosidad por el tema un primer contacto con un mundo terrible y apasionante a la vez.

La necesidad de prepararnos física y psicológicamente, para algo tan inevitable e impredecible como un terremoto, nos recuerda por un momento que ante la naturaleza lo único que no tenemos que perder nunca de vista es el profundo respeto que le debemos. Siempre estaremos a su merced.  
(QE539/G165)



García, Belén, ed.  
**Arquitectura sísmica:  
prevención  
y rehabilitación**  
Barcelona:  
Loft publications,  
2000, 208 p.

14/I 1998

- Los planos y la tecnología de la construcción  
*Luis F. Marcano González*
- Los olvidados. Fernando Salvador y la arquitectura sanitaria en Venezuela  
*Juan José Martín Frechilla*
- La mampostería estructural de bloques de concreto: una aproximación tectónica a la vivienda social

*Mercedes Marrero*

**Documentos:**

- El Programa de Estimulo del Investigador (PEI) y las políticas implícitas de investigación de la UCV.  
*IDEC-FAU-UCV*

**Postgrado:**

- Curso de Ampliación de Conocimientos: Diseño de Estructuras Transformables

*Carlos H. Hernández / Nelson Rodríguez*

14/II 1998

- La biografía proyectual: ¿una posibilidad de encuentro entre investigación y diseño arquitectónico?

*Carmen Dyna Guitián*

- Confort térmico de las edificaciones públicas de atención médica ambulatoria

*Sonia Cedrés de Bello*

- Ventana de paletas de madera, una propuesta.

*Ana Isabel Loreto*

- El desarrollo integral de los asentamientos rurales.

*Ernesto C. Curiel Carías*

- Sitech: una propuesta de techo en lámina metálica para la vivienda de bajo costo

*Beatriz Hernández Santa - na*

**Documentos:**

- Las consecuencias de publicar en revistas escritas en español en España

*Javier García Guinea/*

*José de la Sota Rius*

**Postgrado:**

- El doctorado ¿para qué?, ¿en qué universidad?, ¿en qué país?

*Claudio Bifano*

15/I 1999

- Desarrollo de estructuras transformables: ESTRAN 1  
*Carlos Henrique Hernández*
- Casas de eneas, mampostería y bahareque. Vivienda en Maracaibo colonial

*Alexis Pirela Torres*

- Algunos aportes sobre la pertinencia y la factibilidad de aplicación de tecnologías constructivas

*Mercedes Marrero*

- La calidad en la edificación: las reglas técnicas de calidad

*Milena Sosa G./*

*Ma. Eugenia Sosa G.*

**Documentos:**

- Sobre la organización del proceso de trabajo de las obras de construcción

*Gladys Maggi Villarroel / Carlos Angarita*

**Postgrado:**

- Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción

*Comisión de Estudios de Postgrado*

15/II 1999

- Edificios (muy) altos: los rascacielos

*Alfredo Cilento Sarli*

- Lucernarios y protección solar

*P. Oteiza C./Brito I./Prieto*

- Ensayos de laboratorio en pastas de cemento reforzadas con fibras plásticas

*Gladys Maggi Villarroel*

- Importancia del simbolismo en los programas de vivienda de bajo costo en Venezuela

*Beatriz Hernández S.*

- Proyecto 4. Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo

*UCV; LUZ; ULA; UNET*

**Documentos:**

- La vivienda para los pobres no puede resolverse con ideas pobres  
*Alemo*

**Postgrado:**

- V Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. Conferencia inaugural «Cambio tecnológico en la construcción». IDEC-FAU-UCV/1999

16/I 2000

- El centro de educación inicial en establecimientos laborales

*Ute Wertheim de Romero*

- La mampostería de bloques de suelo-cemento: ¿tecnología apropiada para la producción masiva de viviendas de interés social?

*Domingo Acosta*

- Sistema de información automatizada sobre materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo. Proyecto 4-convenio Conavi-LUZ-UCV -UNET-ULA

*Ricardo Cuberos Mejía*

- Proyecto 4. Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo  
*UCV; LUZ; ULA; UNET*

**Documentos:**

- Los aludes torrenciales del litoral y Caracas, de diciembre de 1999

*Conavi*

- Vulnerabilidad y sustentabilidad de los asentamientos humanos

# Índice acumulado

*Alfredo Cilento Sarli*

- La producción académica de la UCV, como agente reductor de la vulnerabilidad ante desastres siconaturales.

El proyecto COMIR

*Mercedes Marrero*

**Postgrado:**

- Curso de Ampliación de Conocimientos. Postgrado IDEC

*Comisión de Estudios de Postgrado*

**16/II** 2000

- Puentes y puentes colgantes

*Alfredo Cilento Sarli*

- Análisis de la calidad y proceso productivo de bloques huecos de concreto de producción informal. Zona norte de Maracaibo

*Ana Cristina Díaz /*

*Ignacio de Oteiza*

- Proyecto 4. Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo

*UCV; LUZ; ULA; UNET*

**Documentos:**

- La reconstrucción y revalorización de Vargas: ¿un problema de gestión y de gobernabilidad?

*Marta Vallmitjana*

**Postgrado:**

- Curso de ampliación de conocimientos. Postgrado IDEC. La sostenibilidad de la construcción

*Comisión de Estudios de*

**Postgrado**

**16/III** 2000

- La madera: una línea de investigación

*Ana Loreto / Ricardo Molina / Virginia Vivas/ Argenis Lugo / Antonio Conti*

- El techo en la vivienda de bajo costo en Venezuela. Importancia de lo cultural

*Beatriz Hernández S.*

- Techos en las viviendas informales de Maracaibo. V Encuentro Nacional de Vivienda

*I. Oteiza / M. González de K. / M. E. Ortigoza /*

*J. Millán / A. Jaraba /*

*k. Castro*

- Proyecto 4. Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo

*UCV; LUZ; ULA; UNET*

- Sistema de Información Espacial Funcional (SIEF) Sistema de Información Constructivo (SIC)

*Diana Bracho de*

*Machado / María Paredes de López*

**Documentos:**

- La vivienda en el desarrollo social

*Salvador Gomila*

**Postgrado:**

- Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción. Trabajos de la V Maestría

*Postgrado IDEC*

**17/I** 2001

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

*Beatriz Meza*

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

*Mariana Gatani*

- El efecto de columna corta o columna cautiva

*L. Teresa Guevara /*

*Luis E. García*

- Mortero reforzado con fibras de polipropileno

*Gladys Maggi Villarroel*

- Límites de eficiencia en el trazado urbano. Análisis y aplicación

*Marina González de*

*Kauffman / Sonia Aranda / Carmen Villamediana*

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

*María Helena Hobaica /*

*Rafic Belarbi / Luis Rosales*

**Documentos:**

- La vivienda de bajo costo en Venezuela

*Beatriz Hernández S.*

**Postgrado:**

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

*Postgrado FAU-UCV*

**17/II** 2001

- Determinación de la energía plástica que puede disipar una estructura durante un terremoto

*Miguel F. Cruz A. / Oscar López*

- Construcción por pabellones. Vivienda antillana en Maracaibo

*Alexis Elena Pirela Torres*

- Revisión de las normas venezolanas sobre exigencias térmicas, acústicas y de iluminación bajo una perspectiva de sostenibilidad

*Geovanni Siem/*

*María Eugenia Sosa*

- Las construcciones sustentables: de lo general a lo particular

*Ernesto C. Curiel Carías*

- Costos y precios de construcción para la habilitación de barrios en Venezuela

*Luis F. Marciano González/*

*Daniel Valero*

**Documentos:**

- La cuarta dimensión de la universidad

*Marcos Duarte Galvis*

**Postgrado:**

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

*Postgrado FAU-UCV*



# 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**

## 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.



Sección de Objetivos

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





# 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 teóricas y metodológicas aplicables a la investigación y a la generación de propuestas habitacionales.
- Favorecer la interdisciplinariedad en el campo de la vivienda, con el propósito 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.

## Título que otorga

Magister Scientiarum en Vivienda  
Especialista en Vivienda

## Apoyos Institucionales

Estos cursos de post-grado cuentan con el apoyo económico de Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI), a través de un convenio.



El Comité Editorial someterá los trabajos enviados 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 de 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 disquete 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 disquete (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 e 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) anejar 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 y Diseño (IFAD), 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

**Directora 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**

José Francisco Cantón

**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

Gaspare La Vegas

Andrés Azpúrua

Virgilio Urbina

Carlos H. Hernández

Milena Sosa

**Miembros suplentes**

Nayib Ablan

Ricardo Molina

Ana Isabel Loreto

Tomás Páez

Ignacio Ávalos

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