

**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
<http://bolivar.funmrd.gov.ve/listado.html>
- REDINSE. Caracas
- PERIODICA Índice Bibliográfico. Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
<http://www.dgbiblio.unam.mx/periodica.html>
- Latindex <http://www.latindex.org/>

Suscripciones

Tres números anuales (incluido envío)
Venezuela: Institucional Bs. 18.000
Personal Bs. 15.000

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

Costo unitario: Institucional Bs. 6.000
Personal Bs. 5.000

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

Apartado Postal 47.169
Caracas 1041-A, Venezuela
Telfs/Fax: (58-212) 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.: (58-261) / 759 85 03
Fax: (58-261) 759 84 81
Maracaibo, Venezuela.
Enviar cheque a nombre de:
IFAD Facultad de Arquitectura LUZ

Planilla de suscripción

Nombre y Apellido: _____

Profesión: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

Apartado Postal: _____

Teléfono/Fax: _____ E-mail: _____

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

correspondiente a los números:

Venezuela: Institucional Bs. 18.000 Personal Bs.15.000

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

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

Déposito a nombre de: 3 Universidad Central de Venezuela F. Banco Provincial, Cta. Cte. N° 0108-0033-0100035278

Favor enviar esta planilla a:

- IDEC/UCV Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela. Fax:(58-0212) 605.20.48 / 605.20.46 ó
- IFAD/LUZ Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela. Fax: (58-0261) 759.84.81.

Página en el Internet: <http://www.arq.luz.ve/tyc/> **e-mail:** tyc@idec.arq.ucv.ve **e-mail:** revista_TyC@luz.ve



Volumen 19. Número II
 Mayo-agosto 2003
 Depósito Legal: pp.85-0252
 ISSN: 0798-9601

Portada:
Isometría proyecto para el edificio sede de SINCOR
 Arq. Domingo Acosta.

Tecnología y Construcción

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

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

Tecnología y Construcción

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

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

Comité Consultivo Editorial Internacional:

Alemania

Hans Harms

Argentina

John M. Evans

Silvia Schiller

Brasil

Paulo Eduardo Fonseca de Campos

Gerardo Gómez Serra

Carlos Eduardo de Siqueira

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.

Gaudy Bravo

Michela Baldi

Consejo Editorial

Alfredo Cilento

Irene Layrisse de Niculescu

Juan José Martín

Luis Marcano González

Eduardo González

Carlos Quiros

Melín Nava

Virgilio Urbina

Editor

Alberto Lovera

Coeditor

José Indriago

Coordinación editorial

Michela Baldi

Diseño y diagramación

Rozana Bentos

Corrección de textos

Helena González

Impresión

L+N XXI Diseños c.a.

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



CONSEJO NACIONAL
 DE INVESTIGACIONES
 CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

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



notas biográficas

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

Carlos H. Hernández

Licenciado en química (UCV, 1984). Master of science in architecture studies (Massachusetts Institute of Technology MIT, USA, 1987). Profesor Agregado del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC/FAU/UCV desde 1987. Investigador en el área de Desarrollo Experimental de estructuras transformables, tensadas y textiles.
e-mail: chhm@alum.mit.edu

Mercedes Marrero

Profesor asociado e investigador de la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva y del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela (FAU / UCV).
e-mail: mmarrero1@tutopia.com

Augusto Márquez

Profesor asociado e investigador de la Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva y del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Central de Venezuela (FAU / UCV).
e-mail: amarquez53@hotmail.com

Karenia Córdova

Geógrafo, Universidad Central de Venezuela. M.Sc. en Planificación de Sistemas Energéticos, Universidad de Campinas (Brasil), Candidata a Doctor de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UCV. Investigadora adjunta a la oficina de coordinación del Programa Hidrológico Internacional, MARNR/UNESCO/PHI, 1989-1994. Profesora del Instituto de Geografía y Desarrollo Regional de la Facultad de Humanidades (UCV) (1994-).
e-mail: kareniak@etheron.net

Rosana Gaggino

Arquitecta y Magister en Diseño Arquitectónico y Urbano, de la Universidad Nacional de Córdoba, República Argentina. Investigadora en el área técnica de CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Económica de Córdoba). Investigadora de CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas).
e-mail: rgaggino@hotmail.com
areatecnica@ceve.org.ar

Alexis Mercado

Licenciado en Química, Universidad Central de Venezuela. MSc en Política Científica y Tecnológica, Universidad de Campinas (Brasil). Ph.Sc en Estudios Sociales de la Ciencia, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Profesor investigador del Centro de Estudios del Desarrollo Cendes, UCV. Investigador Nivel II Programa de Promoción al Investigador (Conicit). Coordinador del Programa de Maestría y Especialización en Política y Gestión de la Innovación Tecnológica del Cendes (1994-1998).
e-mail: amercado@cantv.net

Pablo Testa

Estadístico, Universidad Central de Venezuela. MSc en Planificación del Desarrollo, mención Ciencia y Tecnología, Cendes, UCV. Profesor investigador del Centro de Estudios del Desarrollo Cendes, UCV. Autor de diversas publicaciones nacionales e internacionales sobre indicadores de ciencia, tecnología e innovación. Asesor de instituciones nacionales e internacionales en indicadores de CyT.
e-mail: ptesta@cantv.net

editorial

Making way to a new housing paradigm

Abrirle paso a un nuevo paradigma habitacional
Alberto Lovera

67

artículos

Towards a sustainable architecture and construction: the winning proposal of the competition of ideas for the headquarters of SINCOR, (Barcelona, Anzoátegui)

Hacia una arquitectura y una construcción sostenibles: el proyecto para el Edificio sede de SINCOR (Barcelona, estado Anzoátegui)
Arq. Domingo Acosta

97

Construction feasibility of thin plate pliable covers

Factibilidad constructiva de cubiertas plegables de láminas delgadas
Arq. Carlos H. Hernández

237

Technologies for the prevention and mitigation of disasters in high risk areas

Tecnologías para prevenir y mitigar desastres en zonas de alto riesgo
Arq. Mercedes Marrero / Arq. Augusto Márquez

437

Construction elements with recycled PET

Elementos constructivos con PET reciclado
Arq. Rosana Gaggino

517

postgrado

Alban Program. Scholarships from the European Union to Latin America

Programa Alban. Becas de alto nivel de la Unión Europea para América Latina
Arq. Milena Sosa

657

documentos

Productive transformation and sustainability

Transformación productiva y Sustentabilidad
Alexis Mercado / Pablo Testa

677

Environment in the scope of development dynamics

El ambiente en la dinámica del desarrollo
Alexis Mercado / Karenia Córdova

757

reseñas

Magazines and books

Revistas y Libros
Carmen Barrios

887

Normas para autores y árbitros

917

Abrirle paso a un nuevo paradigma habitacional

Alberto Lovera

En nuestro editorial anterior reseñábamos cómo ha logrado persistir como lógica dominante la óptica tradicional con la cual se ha venido atendiendo el problema habitacional en nuestro país, a pesar de que ella ha mostrado signos evidentes de inviabilidad. Por eso queremos insistir en esta ocasión en la urgencia de abrirle paso a un nuevo paradigma habitacional, sobre el cual tanto ha preconizado entre nosotros el Arq. Alfredo Cilento (cf. Cilento, 1999, *Cambio de paradigma del hábitat*, IDEC/CDCH-UCV, Caracas), mostrando con numerosas evidencias que para atender con éxito la demanda habitacional, particularmente la de los sectores de bajos ingresos que son la mayoría, es necesario abordar el asunto con otra óptica.

Resulta verdaderamente paradójico que se haya insistido en un camino que conduce a una calle ciega aunque han sido muchos los esfuerzos consagrados a hacer entender a quienes toman decisiones políticas y económicas que todo un ciclo de producción habitacional ha llegado, desde hace rato, a su fin. No sólo la investigación científica ha mostrado y demostrado hasta la saciedad que no se puede persistir en una ruta agotada. Han sido recurrentes los fracasos a que han conducido los esfuerzos voluntaristas pasados y presentes de seguir abordando el problema habitacional mediante una orientación que no es capaz de dotar a la mayoría de la población venezolana de un alojamiento adecuado, con las consecuencias sociales, económicas y culturales que tal déficit comporta.

Sin embargo, si queremos hacer realidad el derecho a la vivienda que consagra la Constitución de la República y que es necesario para construir un país próspero y equitativo, tenemos que construir un camino viable para que esta aspiración sea algo más que un discurso.

Es necesario impulsar un gran acuerdo consensuado entre las distintas fuerzas sociales y políticas que otorguen un piso sólido para sobre él levantar un nuevo paradigma de la producción habitacional, con la conciencia de que no puede dotarse de inmediato a todos los ciudadanos de una vivienda completa y de calidad pero que a ello se puede llegar mediante un proceso evolutivo si la trayectoria cuenta con políticas e instrumentos adecuados. Es así como, en vez de dotar de viviendas completas a algunas pocas familias, dejando en la espera a una inmensa mayoría de ciudadanos, podremos garantizar a todos que llegarán a contar con un alojamiento

digno por el esfuerzo mancomunado del Estado y las familias, en consonancia con el principio constitucional de co-responsabilidad en la ejecución de las políticas públicas. No es otra cosa lo que podemos aprovechar de las enseñanzas que derivan de la producción de viviendas en los barrios populares por iniciativa de los pobladores, sólo que desde una perspectiva que trata de evitar las consecuencias que perpetúan un hábitat precario para las familias más pobres.

Durante un largo período que ya alcanza varias décadas Venezuela ha sufrido un proceso de deterioro en las condiciones de vida y de trabajo de las mayorías nacionales. Frente a este hecho incontrovertible no se puede pretender reproducir soluciones del pasado. Y para hacer viable una economía y una sociedad próspera y equitativa hay que revertir esta situación. Ningún modelo político-económico es viable con los niveles de exclusión que muestra la sociedad venezolana. Pero, igualmente, los retos sociales reclaman soluciones innovadoras: la huida hacia atrás no nos permitirá responder a problemas nuevos y más complejos. Esto vale también para las políticas y acciones habitacionales entendidas en el amplio espectro de vivienda y desarrollo urbano, vale decir: garantizar condiciones adecuadas al alojamiento familiar y a su entorno urbano.

Un nuevo paradigma habitacional debe permitir en las condiciones actuales que se coloque a las familias en la perspectiva de llegar a tener un alojamiento adecuado y de calidad. El camino es largo, pero tiende a evitar que se perpetúe el hábitat precario, resultado simultáneo de políticas públicas que sólo atienden a una fracción minoritaria de la población mientras deja a la mayoría librada a un esfuerzo titánico de sacrificios y privaciones. Lo que propone un nuevo paradigma de producción habitacional es canalizar y apoyar el esfuerzo popular con instrumentos de políticas que aseguren que la vivienda construida será de calidad en cada etapa y en su culminación, que los pobladores contarán con el apoyo técnico y financiero, que estas construcciones estarán emplazadas en un tejido urbano adecuado, y que los habitantes de la ciudad, todos, pueden ejercer su ciudadanía democrática plenamente, sin que unos tengan más o menos derechos y deberes que otros.

Las resistencias son variadas pero hay que encontrar las formas de construir el camino que le abra paso a ese nuevo paradigma habitacional.

Publicaciones 2002 / 2003

CDCH/UCV

Bravo, Francisco
TEORÍA PLATÓNICA DE LA DEFINICIÓN (2da. edición)
Coedición con la Facultad de Humanidades y Educación

Croce P., Nelson
EL FINANCIAMIENTO DEL SECTOR SALUD Y LA MODERNIZACIÓN TRIBUTARIA EN VENEZUELA

De Venanzi, Augusto
LA SOCIOLOGÍA DE LAS PROFESIONES Y LA SOCIOLOGÍA COMO PROFESIÓN
(2da. Edición)

Esteva-Grillet, Roldán (Compilador)
FUENTES DOCUMENTALES Y CRÍTICAS DE LAS ARTES PLÁSTICAS VENEZOLANAS: SIGLOS XIX Y XX. Vol. I y Vol. II.

Dembo, Nancy
LA RELACIÓN FORMA-FUNCIÓN EN EL LENGUAJE ESTRUCTURAL DEL SIGLO XX

González Abreu, Manuel
AUGE Y CAÍDA DEL PEREZJIMENISMO: el papel del empresariado (2da. edición)

Hernández M., Dimas E.
LA INFECCIÓN POR EL VIRUS DE INMUNODEFICIENCIA HUMANA (VIH): estudio descriptivo y experimental del compromiso de órganos y sistemas, infecciones y neoplasias

Marcano, Dearna y Masahisa Hasegawa
FITOQUÍMICA ORGÁNICA (2da. Edición)

Mato, Daniel
CRÍTICA DE LA MODERNIDAD, GLOBALIZACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE IDENTIDADES (1ra. Reimpresión)

Puigbó, Juan José
LA FRAGUA DE LA MEDICINA CLÍNICA Y DE LA CARDIOLOGÍA
Patrocinado por la Fundación Polar

Sato, Alberto
ARQUITECTO GALIA
Coedición con el Instituto de Urbanismo y la Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Torres Fernández, Alfredo
ANATOMÍA DE LA MÉDULA ESPINAL, DEL TRONCO DEL ENCÉFALO Y DEL CEREBELO

Wertheim de Romero, Ute
GUÍA DE PROGRAMACIÓN Y DISEÑO PARA EDIFICACIONES PREESCOLARES

• Las versiones electrónicas de las Publicaciones Periódicas financiadas por el CDCH, pueden ser consultadas en: <http://revele.ing.ucv.ve>



Nuestras publicaciones pueden ser adquiridas en el Departamento de Relaciones y Publicaciones del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, ubicado en la Av. Principal de La Floresta, Quinta Silenia, La Floresta. Caracas.
Teléfonos: 284-7222 - 2847077 - 284-7666. Fax: 285-9457.
E-mail: publicac@telcel.net.ve

Hacia una arquitectura y una construcción sostenibles: el proyecto para el Edificio sede de SINCOR (Barcelona, estado Anzoátegui)

Arq. Domingo Acosta, Ph.D.
IDEC / FAU / UCV

Resumen

En este trabajo se presenta la propuesta ganadora del concurso de ideas para el edificio sede de la empresa petrolera SINCOR convocado –según se expresaba en las bases del concurso– para producir propuestas que “además de demostrar excelencia en el diseño, también contemplen su sustentabilidad y viabilidad técnica y económica... [así como] la disminución del consumo energético”. Nuestra propuesta se centra en cinco ideas para una arquitectura sostenible: El techo como filtro ambiental; El patio interior: ventilación e iluminación naturales; Vegetación y ciclo del agua: la incorporación de los procesos naturales al entorno del edificio sede; Estructura flexible y de rápido montaje; y Construcción seca y por componentes modulares, todo ello bajo la premisa que encierran las siguientes estrategias: hacer más con menos recursos: reducción del consumo energético; reducción de la contaminación y de los peligros para la salud; construir bien desde el inicio; cero desperdicio, y producción local, flexible y de pequeña escala.

Abstract

We present here the winning proposal for the competition of ideas for the headquarters of the oil company SINCOR. This company invited a group of architecture firms to advance proposals that “besides demonstrating excellence in design, also contemplate their sustainability and technical and economic viability...and significant energy savings...” Our proposal focuses in five ideas for a sustainable architecture: 1) “The roof as an environmental filter”; 2) “The courtyard: natural ventilation and lighting”; 3) “Vegetation and water cycle: the integration of natural processes to the setting of the headquarters”; 4) “Flexible and rapidly assembled structural system”; and 5) “Dry and modular component construction”.

En febrero de 2002 fuimos invitados a participar en un concurso privado de ideas para el Proyecto Sede de SINCOR¹ en Barcelona, estado Anzoátegui. En la introducción a las bases del concurso se explicaba que “El carácter e importancia de las actividades que realiza SINCOR en el estado Anzoátegui amerita que su edificio sea emblemático para la empresa y la arquitectura nacional”. Desde las primeras líneas de la documentación que nos fue entregada, la empresa dejaba claro su compromiso con una arquitectura sostenible, de calidad y trascendencia internacional, en particular al acotar que “...el jurado... calificará y premiará las propuestas presentadas que además de demostrar excelencia en el diseño, también contemplen su sustentabilidad y viabilidad técnica y económica.”. Hacia el final de las bases, la sección “La arquitectura que queremos” es aún más explícita en el compromiso de la empresa con los valores ambientales de la arquitectura: “Queremos una arquitectura nacional, que enfatice los contenidos de su localización regional–tropical... (que combine) el uso de tecnologías apropiadas y materiales constructivos locales con un lenguaje global acorde al nivel de nuestras exigencias como empresa multinacional y multicultural... Requerimos una arquitectura sostenible, con vista a nuestras actividades en los próximos 35 años en el lugar, que valore los aspectos de redunden en la disminución del consumo energético, sin menospreciar las ventajas de los sistemas de control ambiental” (Sincor, 2001, cap. 4: “Criterios y Condicionantes de Diseño”).

En este trabajo presentaremos en primer lugar una Introducción donde se exponen los conceptos y las estrategias para una arquitectura y construcción sostenibles que hemos venido investigando desde la academia e incorporando a nuestra actividad profesional. Seguidamente, presentamos el texto y los gráficos correspondientes a la Memoria Descriptiva y a las láminas entregadas para

Descriptorios:

Construcción sostenible; Estructuras flexibles; Componentes modulares.

TECNOLOGIA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 19-II, 2003, pp. 09-22.
Recibido el 29/12/02 - Aceptado el 25/11/03

cumplir los requisitos de participación en este concurso. Las "Cinco ideas para una arquitectura sostenible" desarrolladas en nuestra presentación destacan los criterios para una arquitectura y construcción sostenibles que proponemos desarrollar para la sede del edificio SINCOR². En las Conclusiones, trataremos de mostrar cómo nuestras ideas y propuestas para este concurso pueden significar una contribución que señale algunas vías que, en nuestra opinión, permiten abordar el trabajo académico y el profesional desde una perspectiva complementaria en la búsqueda de los objetivos de una arquitectura y construcción sostenibles.

Introducción: arquitectura y construcción sostenibles

La arquitectura y la construcción son actividades que contribuyen al desarrollo social y económico de un país. Problemas como el de la vivienda y el hábitat, la infraestructura y el desarrollo inmobiliario en nuestras ciudades, y la recuperación del patrimonio edilicio construido son característicos de la contribución que estas actividades pueden dar a la sociedad. Pero al mismo tiempo, la arquitectura y la construcción a través de la ocupación del espacio y del paisaje, de la extracción de recursos, y de la generación de residuos y contaminación generan un impacto en el ambiente, la economía y la sociedad durante todo el ciclo de vida de la edificación u obra construida. De ahí que pensemos que, desde la academia, existen alternativas conceptuales y estrategias prácticas que podemos proponer y desarrollar para formular y enfrentar los problemas que derivan de las actividades de la arquitectura y construcción.

En lo conceptual se trata de entender que estas actividades, que contribuyen a resolver nuestros urgentes problemas, deben ser examinadas con respecto a su impacto ambiental, y en sus aspectos social, económico y técnico. El imperativo ético que debe animarnos es que en la búsqueda de soluciones a las apremiantes necesidades actuales de nuestras sociedades no debemos comprometer la posibilidad de las futuras generaciones de solucionar las suyas. Nuestras intervenciones en el ambiente y las tecnologías constructivas no deben pues considerarse aisladas de su impacto en el medio ambiente. 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" ³. En este sentido, nuestra actividad profesional y académica debe estar comprometida en primer lugar a atacar las urgentes necesidades de nuestra sociedad, pero debemos hacerlo *sin comprometer la capacidad de las generacio-*

nes futuras de resolver sus propios problemas es decir, con el objetivo de lograr una arquitectura y construcción sostenibles.

Por otra parte, podemos desarrollar y aplicar estrategias prácticas y concretas, tanto en el campo profesional como en el académico, para formular y enfrentar los problemas y los impactos que derivan de las actividades de la arquitectura y construcción. Dichas estrategias deben apuntar directamente a minimizar los impactos ambientales de la construcción, así como a contribuir con la mejora y recuperación del medio ambiente de manera múltiple, tanto en el aspecto social como en el económico y ecológico. El cuadro 1 y los párrafos que siguen resumen las estrategias de sostenibilidad de la construcción, tal como las hemos ordenado a partir de distintos trabajos y publicaciones (cf. Cilento, 1995, 1998, 1999b; Acosta 2002; Acosta y Cilento, en preparación; Yeang, 1999; Programa LIFE, 1997). Dichas estrategias son:

- E1. Hacer más con menos recursos
- E2. Reducción del consumo energético
- E3. Reducción de la contaminación y peligros para la salud
- E4. Construir bien desde el inicio
- E5. Cero desperdicio
- E6. Producción local, flexible y de pequeña escala.

E1. Hacer más con menos recursos.

La reducción del consumo de recursos y del gasto energético en la fabricación de materiales y componentes, en su puesta en obra así como en la utilización y disposición final de las edificaciones, contribuyen a disminuir el impacto ambiental y económico de la construcción, así como a promover la reducción del consumo de materia prima proveniente de recursos no renovables y procurar un mayor uso de materiales provenientes de recursos renovables. Se trata de estimular la reducción del consumo de materiales por metro cuadrado de construcción, enfocándose no sólo en la disminución del uso de recursos vírgenes sino en un esfuerzo hacia la reutilización y el reciclaje.

E2. Reducción del consumo energético.

Debe privar como criterio durante todo el ciclo de vida de las edificaciones, desde la producción de materia prima, materiales y componentes, la energía incorporada y la construcción en sitio, pasando por el uso y mantenimiento de la edificación, su habitabilidad, hasta sus modificaciones y su eventual demolición. Debemos estimular en los profesionales e investigadores la comprensión de consideraciones básicas del comportamiento ambiental de la envolvente externa de las edificaciones con el obje-

tivo de ahorrar energía: así, por ejemplo, la adecuación de los cerramientos verticales y ventanas, la incorporación de elementos de protección solar, la adaptación de la cubierta a las condiciones climáticas locales.

E3. Reducción de la contaminación y peligros para la salud.

Se debe fomentar la reducción en general de las emisiones en el ciclo de vida de los materiales, el calor y la radiación a la atmósfera y otras emisiones y materiales potencialmente peligrosos para la salud. Ya desde la eta-

pa de proyecto se debe, y se puede, prever la magnitud de la producción de desechos contaminantes que la actividad de la construcción y la edificación misma producirán. Igualmente, se deben identificar y cuantificar las emisiones y productos de todo tipo que se generan, evaluar la trascendencia de su impacto y determinar qué medidas se deben y pueden tomar para mitigarlo durante todo el ciclo de vida del material, componente, proceso o edificación en estudio. Por otra parte, se deben evitar los materiales que representan un peligro para la salud, como el plomo, el asbesto, el PVC y otros.

Cuadro 1
Estrategias para una arquitectura y construcción sostenibles

Estrategias de sostenibilidad de la construcción	1. Reducción del consumo de recursos. Reducir consumo de materiales x m ² de construcción	1. 1. Recursos no renovables 1. 2. Recursos renovables	a. Racionalizar b. Reciclar	
	2. Reducción del consumo energético	2. 1. Sistemas pasivos 2. 2. Energías alternativas 2. 3. Buenas prácticas de diseño y construcción		
	3. Reducción de la contaminación y peligros para la salud	3. 1. Reducir emisiones en el ciclo de vida de los materiales 3. 2. Evitar materiales tóxicos (asbesto, plomo, etc.)		
	4. Construir bien desde el inicio	4. 1. Diseñar y construir para una larga vida útil 4. 2. Mejorar las prácticas constructivas	a. Calidad, durabilidad b. Mantenimiento c. Desarrollo progresivo a. Del sector formal b. Del sector informal	
	5. "Cero desperdicio". Reducción y gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)	5. 1. Reducción de residuos 5. 2. Gestión de residuos	a. Prevención b. Valorización c. Eliminación a. Caracterización b. Acciones operativas en la construcción c. La normativa d. Programa de formación y educación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Desde el proyecto • Construcción seca • Coordinación modular • En las obras • Reutilización • Reciclaje • Vertido • Incineración • Identificación • Cuantificación • Origen • Separación y clasificación selectiva • Reciclaje • Reutilización • Deconstrucción • Disposición controlada
	6. Producción local y flexible	6. 1. Plantas de pequeña escala 6. 2. Manufactura flexible 6. 3. Recursos y demanda locales		

E4. Construir bien desde el inicio.

Diseñar y construir para una larga vida útil; construir con calidad, a menor costo; diseñar con criterios de mantenimiento; diseñar con criterios de flexibilidad, con miras al desarrollo progresivo, la facilidad para la transformación y la reutilización; mejorar las prácticas constructivas convencionales, tradicionales y populares; todas éstas son acciones que contribuyen a aumentar la durabilidad y calidad de las edificaciones y, por lo tanto, su vida útil.

E5. Cero desperdicio.

El concepto de cero desperdicio implica una actitud por parte del innovador de evitar a toda costa el diseño de edificaciones que, durante y al final de su ciclo de vida, obliguen a arrojar residuos y desechos al medio ambiente. En este sentido, la arquitectura y la construcción se ven obligadas a incorporar criterios como el de la construcción seca, es decir, aquella que se realiza en gran medida sin adhesivos, morteros y pegas, con la intención última de facilitar la desconstrucción al final del ciclo de vida de las edificaciones, y de esta forma estimular la reutilización y el reciclaje de materiales y componentes en lugar de generar residuos. Para ello, la *prevención*, o diseño preventivo es decir, la reducción del desperdicio desde el origen, en la fase de diseño, aplicando criterios de coordinación modular y dimensional, y en los sitios de obra, mejorando las prácticas constructivas; y la *valorización*, bajo la forma de reutilización y reciclaje son dos principios esenciales⁴ que guían la búsqueda de soluciones constructivas hacia el ideal de " *cero desperdicio*".

E6. Producción local, flexible y de pequeña escala.

Por último, una estrategia de producción local, flexible y de pequeña escala, promueve la descentralización y el aprovechamiento de los recursos y habilidades locales, con la consecuente reducción de los gastos de transporte y sus efectos sobre la disminución del consumo energético y de los niveles de contaminación ambiental. Se trata de 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, más que la producción masiva de grandes plantas industrializadas de prefabricación, las cuales exigen normalmente una alta inversión de capital y centralización de actividades.

De acuerdo con estos principios, el trabajo que a continuación presentamos pretende ilustrar cómo el marco conceptual y las estrategias para un desarrollo sostenible –desarrollados e incorporados en nuestro trabajo pro-

fesional desde la actividad académica– determinaron en gran medida los criterios y objetivos que fundamentan la propuesta para el edificio sede de SINCOR, y pretende demostrar, así mismo, cómo las actividades académica y profesional pueden retroalimentarse para proponer y desarrollar experiencias que contribuyan a lograr una arquitectura y una construcción sostenibles.

Criterios y objetivos que fundamentan la propuesta para el edificio sede de SINCOR

El edificio sede de SINCOR, C.A. en Barcelona debe ser representativo de los valores de la empresa que puedan ser reflejados en la arquitectura propuesta. En particular pensamos que la sede y su entorno deberían expresar el " alto sentido de responsabilidad con el ambiente y la seguridad", valores de la visión estratégica de SINCOR (SINCOR, S/F) que están en estrecha relación con la sostenibilidad de la arquitectura, cuyos objetivos centrales son la reducción del impacto ambiental y la reducción de la vulnerabilidad del medio ambiente construido, en virtud de que el desarrollo sostenible busca atender las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de atender a sus propias necesidades.

La sede de SINCOR, es decir, el edificio y su entorno inmediato intervenido, deben responder como primera prioridad a las necesidades y demandas de la empresa y su gente, y resolver los problemas funcionales, de seguridad, confort y de viabilidad técnica y económica, entre otros. Estos objetivos deben resolverse dentro de la visión estratégica mencionada, teniendo como meta hacia la sostenibilidad el resolver los problemas de hoy pensando en mañana.

La reducción del impacto ambiental implica:

- Reducción del consumo energético
- Reducción del consumo de recursos
- Reducción de generación de residuos y desechos
- Reducción de la contaminación

Por su parte, la reducción de la vulnerabilidad del medio ambiente físico construido implica:

- Seguridad frente a eventos sísmicos
- Seguridad de las edificaciones y su entorno: previsiones de seguridad del personal y de las instalaciones.

Las " intervenciones urbanísticas", y las " ideas para una arquitectura sostenible" que se presentan a continuación, ilustran la forma como proponemos resolver los objetivos ambientales y de reducción de vulnerabilidad del proyecto.

1. Condiciones ambientales e intervenciones urbanísticas

Condiciones urbanas y ambientales

El sitio seleccionado, un lote de 43.000 m², es lugar plano, físicamente muy homogéneo, sin mayor relevancia del paisaje, dentro de un contexto urbano de bajo perfil: deprimido y sin mayor interés (figura 1). El contexto urbano inmediato a la parcela presenta ruido, polvo y contaminación que originan un fuerte deterioro de la calidad ambiental y urbana.

Otra característica del lugar es la alta velocidad y el fuerte flujo de vehículos en la avenida J. A. Anzoátegui que da acceso a la parcela. La avenida está limitada por dos dispositivos viales: la Redoma de los Pájaros en el extremo norte, y un distribuidor de forma triangular en el extremo sur, que no permite al flujo vehicular regresar (dar la vuelta en "U"). Esta circunstancia obligaría a los conductores que deseen acceder al edificio desde el canal norte de la avenida a realizar un recorrido adicional que originaría enormes inconvenientes.

Por otra parte, la zona y la parcela presentan escasa vegetación, alta humedad relativa, temperaturas fuera de la zona de confort y alta radiación solar todo el año. Sin embargo, la velocidad del viento, más moderada que fuerte, se presenta como factor potencial de alivio a las condiciones del clima tropical cálido húmedo. Adicionalmente, la cota topográfica del terreno está por debajo de los 4.00 msnm, lo que agrega la restricción de un nivel freático inmediato.

Intervenciones urbanísticas

Es razonable asumir que la mayoría de los vehículos que vendrán a la sede lo harán desde Barcelona y Puerto la Cruz. Sin embargo, la avenida J. A. Anzoátegui no presenta cruce al sur frente a la parcela. Se propone modificar el patrón de circulación de la avenida para lograr un acceso fluido y seguro a la sede de SINCOR. Para ello se plantean las siguientes intervenciones:

1. Producir un cruce en dirección sur (a la izquierda) desde la franja norte de la avenida, que conduzca al acceso propuesto a la sede. Para este fin se propone ampliar la isla central manteniendo dos canales en la franja norte y dos en la sur, y crear un refugio de protección y espera en el lado norte de la isla que permita a los vehículos el cruce a la izquierda con seguridad (ver Plano de Conjunto, figura 2).

2. Para lograr lo anterior se propone construir la ampliación de la avenida J. A. Anzoátegui a todo lo largo del retiro de frente de las parcelas previsto para este fin.

3. Para controlar y regular el tránsito se propone así mismo la ubicación de un semáforo en el nuevo cruce.

4. Se plantea ubicar un reductor de velocidad y refugio antes del acceso al conjunto.

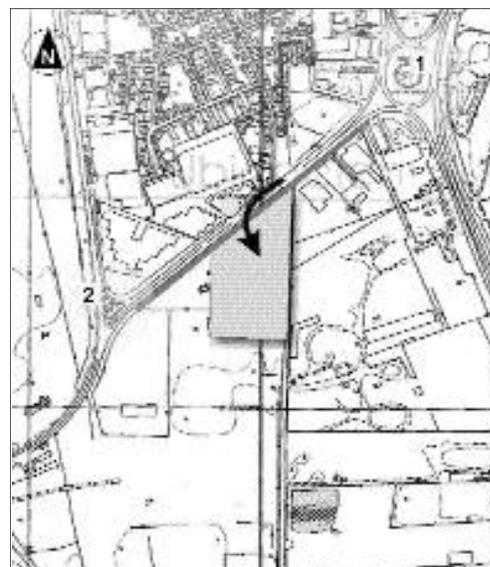
5. Se debe cerrar la isla que actualmente da acceso desde el lado norte de la avenida a la calle Vía El Edivial (lindero este de la parcela), en virtud de que el nuevo sistema vial propuesto prevé el acceso a dicha calle por la esquina noreste de la parcela de SINCOR.

6. Se plantea diseñar un programa de paisajismo y arborización intensiva de la avenida.

Figura 1
Ubicación Barcelona



Figura 2
Intervenciones urbanísticas propuestas



Las intervenciones urbanísticas que proponemos deben ser coordinadas con los organismos correspondientes, y conseguir su cooperación. Pensamos que el aporte que brindaría al entorno urbano estas propuestas ayudará a fomentar un proceso de mejoramiento del contexto urbano inmediato a la sede de SINCOR que redundará en beneficios para la comunidad local y para la empresa.

2. Ideas para una arquitectura sostenible

Los argumentos que a continuación presentamos ilustran la forma como proponemos resolver los objetivos ambientales y de reducción de vulnerabilidad del proyecto para lograr una arquitectura sostenible. Nuestra propuesta arquitectónica se centra en "cinco ideas para una arquitectura sostenible":

"El techo como filtro ambiental" se refiere al concepto del doble techo con vegetación, un sistema pasivo de control ambiental ideal para moderar las fuerzas del clima:

"El patio interior: ventilación e iluminación naturales" propone el patio interior como lugar fresco y lleno de vegetación para proteger de la excesiva radiación solar y de la lluvia, y permitiendo la ventilación natural en las áreas comunes del edificio, para así lograr significativos ahorros de energía:

"Vegetación y ciclo del agua: la incorporación de los procesos naturales al entorno del edificio sede" establece que la vegetación y el agua son los grandes protagonistas del enfoque ecológico de nuestra propuesta como contribución a mejorar los deteriorados procesos ambientales del entorno urbano:

"Estructura flexible y de rápido montaje" responde a los principios de flexibilidad del espacio exigidos por los usos de la sede: y,

"Construcción seca y por componentes modulares" intenta lograr el ideal de "cero desperdicio" a través de procesos de construcción y ensamblaje de componentes de estructura y cerramiento guiados por los principios de la "construcción seca" y de la "desconstrucción".

1. El techo como filtro ambiental

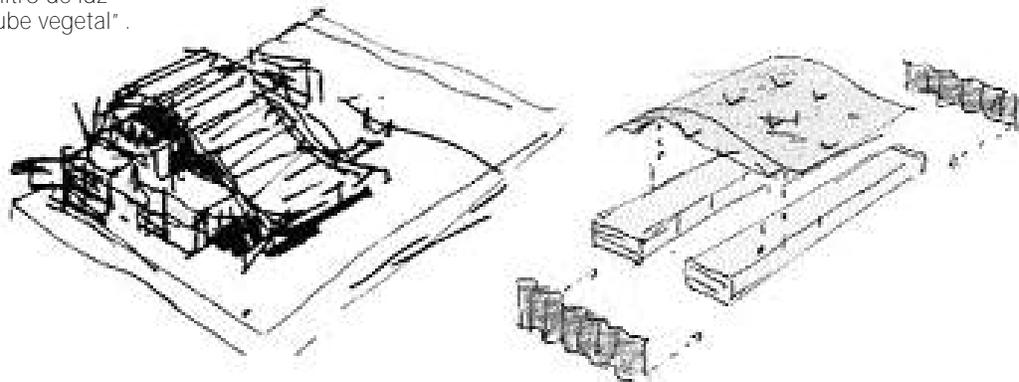
En los lugares de clima tropical húmedo, en las edificaciones extendidas y de baja altura, como es el caso de la que nos ocupa, el techo es el elemento que más radiación solar recibe y, por consiguiente, el que mayor ganancia térmica transmite a los ambientes interiores del edificio. En consecuencia, el control de la radiación solar sobre el techo se convierte en un elemento clave del diseño ecológico, en la búsqueda de ahorro energético y confort de los ocupantes.

El concepto del doble techo con vegetación, o la "quinta fachada" que proponemos (ver figura 3), se convierte entonces en un sistema pasivo de control ambiental ideal para moderar las fuerzas del clima. El techo pasa a convertirse en un escudo climático, una "nube vegetal" que completa la envoltura verde, que actúa como filtro contra el sol, el viento excesivo y polvoriento y la lluvia, y provee de sombra a los espacios internos y paredes exteriores, creando espacios interiores frescos, minimizando la necesidad de aire acondicionado en todos los ambientes y reforzando un concepto alejado del edificio totalmente sellado cuyo control depende exclusivamente de sistemas activos (aire acondicionado).

El techo propuesto es una superficie permeable, tamizada, que funciona como una gran pérgola que sirve de soporte a la vegetación que sube y se enreda desde las terrazas y jardines de las azoteas. Este "paisajismo elevado" permite la circulación del viento hacia las áreas comunes, y mantiene fresco el volumen construido en virtud de

Figura 3

El techo como filtro ambiental
La "quinta fachada", escudo climático contra el sol, viento excesivo y la lluvia.
Superficie permeable, filtro de luz
Paisajismo elevado: "nube vegetal".



que la evaporación producida por las plantas resulta en mayor frescura.

El techo se ha previsto con elementos principales de acero fabricados en taller, y se sustenta en pirámides estructurales que surgen de la azotea de los módulos de oficina; la superficie propiamente dicha se ha previsto con rejilla metálica (*grating*), el clásico acabado de pisos industriales. Toda la construcción del techo sería galvanizada para garantizar una larga vida útil libre de mantenimiento.

2. El patio interior: ventilación e iluminación naturales

Quizás el concepto de sistemas pasivos de control ambiental más utilizado en las edificaciones del trópico húmedo es el del patio. Lugar fresco y lleno de vegetación, el patio protege de la excesiva radiación solar y de la lluvia, permitiendo la ventilación natural en las áreas comunes y de circulación del edificio, y, en consecuencia, significativos ahorros de energía.

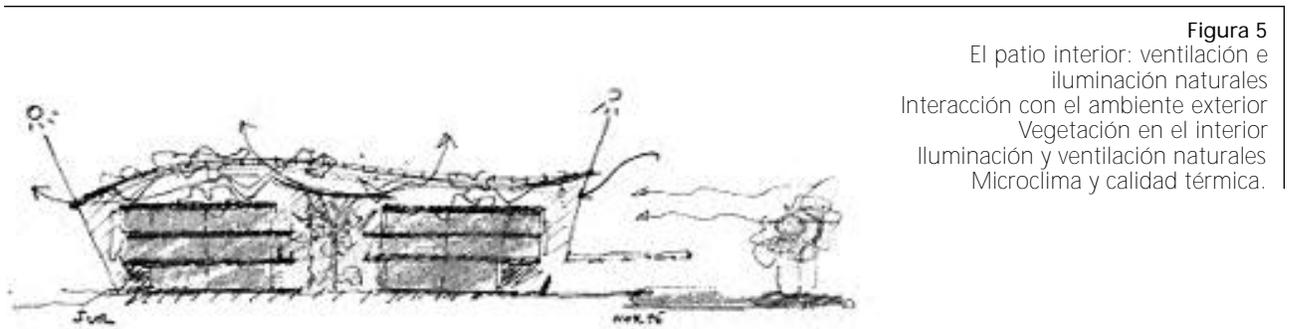
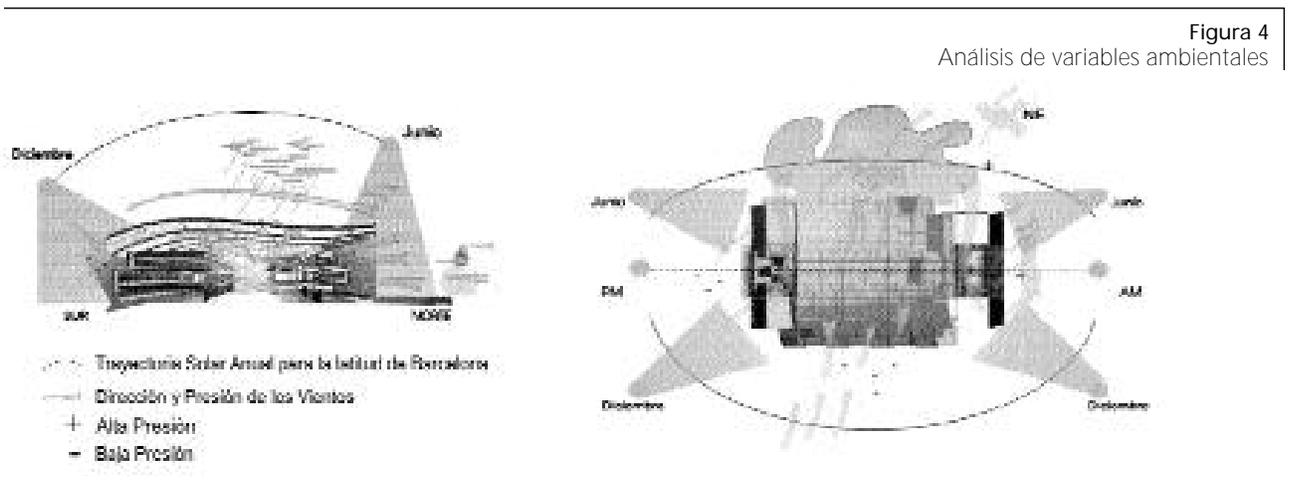
Por otra parte, la orientación del edificio toma ventaja de los vientos predominantes para ventilar el patio con el efecto de tiro vertical (ver figuras 4 y 5). La geometría abierta y permeable del techo, la fachada calada de triple altura en el acceso, las superficies alabeadas caladas que actúan como amortiguadores solares en las fachadas este y oeste, y la terraza que cruza transversalmente el ala

sur del piso 2, estimulan y refuerzan la presencia de las brisas frescas en las áreas comunes del edificio ventiladas naturalmente.

Adicionalmente, la propuesta contempla la adopción de consideraciones básicas del comportamiento ambiental de la envolvente externa de las edificaciones con el objetivo de ahorrar energía: la adecuación de los cerramientos verticales con materiales de baja absorción térmica, como la arcilla, y la incorporación de elementos de protección solar de las ventanas en las fachadas.

3. Vegetación y ciclo del agua: la incorporación de los procesos naturales al entorno de la sede de SINCOR

La vegetación y el agua son los grandes protagonistas del enfoque ecológico de nuestra propuesta para la sede de SINCOR (figura 6). Como estrategia se trata de que el tema central de la propuesta de conjunto sea la contribución a mejorar los deteriorados procesos ambientales del entorno urbano. Promover la diversidad como la base para recuperar la salud del medio ambiente, haciendo evidentes y visibles los procesos que sustentan la vida, es un enfoque que –apoyado por una campaña educativa– estimularía en el personal de SINCOR y en los visitantes la importancia de los valores medioambientales (Hough, 1998).



La vegetación es una parte fundamental del escenario urbano y desde la perspectiva ecológica forma parte, junto con el ciclo del agua, de un proceso natural indivisible. El propósito de crear una laguna es consolidar este vínculo e integrar el proceso urbano de control del agua a los valores ambientales de ahorro de este recurso y disminución de desechos, y como proceso urbano, propiciar la biodiversidad en virtud de que en ella se generará un ecosistema entre agua, peces, plantas acuáticas y rebalseras, generando un equilibrio que garantice su estabilidad sin la necesidad de altos costos de mantenimiento. Se trata de conjugar los problemas medioambientales de la ciudad con las necesidades de la empresa: disminución del consumo, disminución de la dependencia del acueducto público, aumento de la capacidad de almacenamiento para riego y disfrute estético.

4. Estructura flexible y de rápido montaje

La dinámica empresarial moderna impone la necesidad de contar con amplios espacios libres de columnas para el uso flexible de oficinas y áreas relacionadas. Se propone lograr espacios internos modulares de 15 m x15 m, libres de columnas para satisfacer los requisitos de flexibilidad en del espacio exigidos por los usos de la sede (ver figura 7). El módulo estructural incluye columnas intermedias en la periferia, reduciéndose en estos ejes la luz libre a 7,50 m, con lo cual se disminuyen notablemente las cargas generadas sobre la estructura.

La construcción será aporticada con vigas y columnas de acero estructural. Se propone el uso de este material tanto por sus características de resistencia como por la rapidez y limpieza en la ejecución de la estructura. La construcción sería plenamente prefabricada en taller y empernada en el sitio. Esta técnica constructiva redundará en rapidez y limpieza en el montaje, evita el almacenamiento masivo de materiales y minimiza el manejo y la remoción de desechos, asunto de prioritario interés en una construcción sostenible.

La amenaza sísmica en el sitio de ubicación de la estructura es significativa, de manera que la atención al aspecto sismo-resistente se ha considerado un criterio de importancia primordial en la concepción estructural con el objeto de garantizar un adecuado nivel de confiabilidad en caso de eventos extremos de esta naturaleza. Este es un aspecto de especial importancia en la seguridad y reducción de la vulnerabilidad del edificio sede de SINCOR.

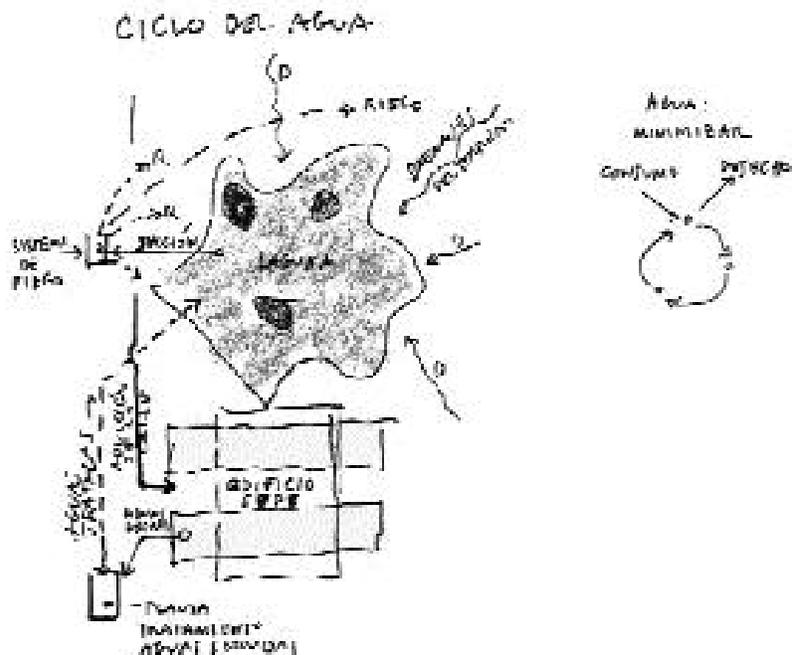
5. Construcción seca y por componentes modulares: "cero desperdicio" (figura 8)

Los procesos de construcción y ensamblaje de componentes del edificio sede de SINCOR estarán guiados predominantemente por los principios de la " construcción seca" y de la " desconstrucción" (Cilento, 1995 y 1998).

El concepto " cero desperdicio" implica evitar a toda costa que las obras de la sede de SINCOR arrojen residuos y desechos al medio ambiente durante y al final de

Figura 6

- Vegetación y ciclo del agua
- La vegetación: gran protagonista
- El agua: minimizar consumo y desecho
- Laguna:
- Receptora de drenajes y aguas tratadas
- Depósito de agua para riego e incendio
- Moderador climático
- Valor estético
- Fomentar la biodiversidad



su ciclo de vida. En este sentido proponemos incorporar el criterio de la construcción seca, es decir, la que se realiza en gran medida sin adhesivos, morteros y pegas, con la intención última de facilitar la desconstrucción durante y al final del ciclo de vida de las edificaciones. Esto se logra a través de la adopción de componentes modulares y formas de construcción y de unión entre dichos componentes que permitan la desconstrucción (en lugar de la demolición) para facilitar las transformaciones y la flexibilidad interior de las edificaciones y de esta forma estimular la reutilización y el reciclaje de materiales y componentes evitando así la generación de desechos y escombros y su consecuente impacto sobre el medio ambiente.

Por estas razones proponemos la construcción con elementos modulares y ensamblados tanto de la estructura, como ya se mencionó, como de los cerramientos. En las fachadas se tiene previsto el uso de paneles ensamblados en marcos metálicos prefabricados que se fijarían mediante pernos a la estructura terminada. El cerramiento de dichos paneles será de piezas de arcilla cocida perforadas longitudinalmente, de mediano formato (rectangulares de 0,60 m de largo), diseñados especialmente para este edificio y producidos por una alfarería industrial local o regional. Las ventanas, elementos de protección solar, el

grating de la pérgola del techo y los paneles de cerramientos interiores serán también flexibles y desmontables.

El proyecto de la sede de SINCOR deberá contemplar los principios más arriba mencionados de prevención (diseño preventivo) –es decir reducción del desperdicio desde el origen, en la fase de proyecto, aplicando criterios de coordinación modular y dimensional– y de valorización, bajo la forma de reutilización y reciclaje.

3. Propuesta de desarrollo e implantación de los elementos del conjunto

Accesos y vialidad

Como ya se mencionó, se propone construir el acceso al conjunto sobre la avenida J.A. Anzoátegui. El primer punto de seguridad y control de acceso (ver figura 9) se ubica al comienzo de la vialidad interna que conduce hacia el acceso del edificio y a los estacionamientos ubicados en los linderos este y sur de la parcela. Se propone crear una zona de estacionamiento techado para 50 puestos, que cubre la calle y sirve también como acceso cubierto para visitantes, con una caminería techada que

Figura 7

Estructura flexible y de rápido montaje. Flexibilidad del espacio interior. Crecimiento modular. Componentes de acero estructural prefabricados en taller.

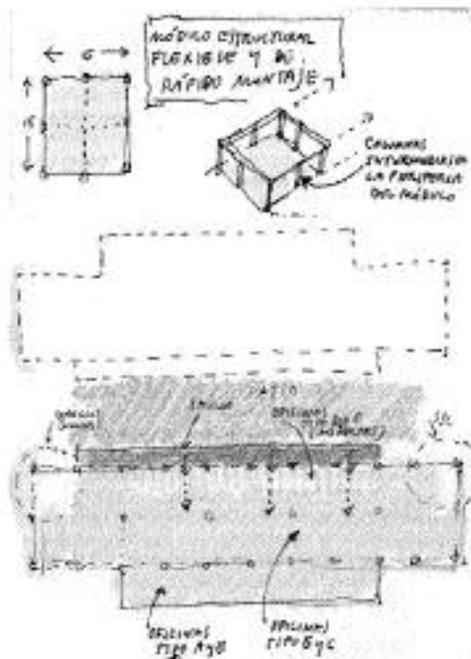
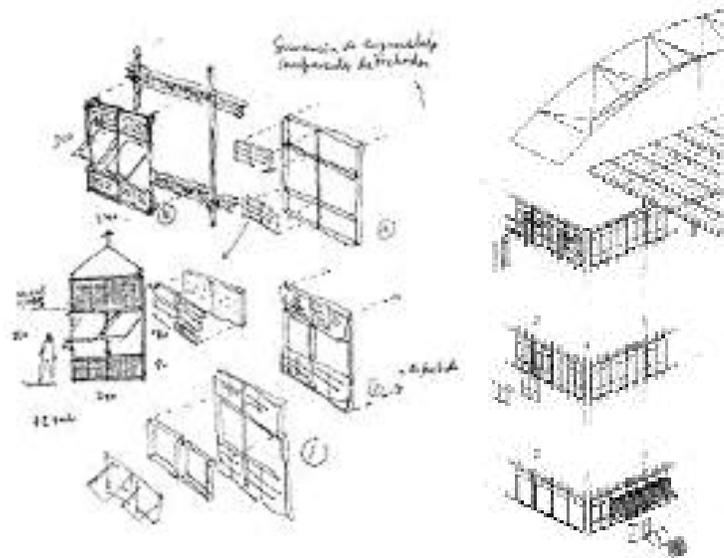


Figura 8

Construcción seca: despiece de los elementos de fachada



lleva directamente al acceso del edificio. Para reducir el impacto de la radiación solar se propone que el pavimento de la vialidad interna sea de adoquines y grama.

Adicionalmente, se prevé un acceso de servicio ubicado en el extremo sureste de la parcela, con una vialidad auxiliar que conduce a la zona de instalaciones del edificio, y que servirá para las unidades de recolección de basura, servicio de mantenimiento, etc.

Este acceso reviste particular interés en las horas pico de llegada y salida de empleados, cuando se habilitaría este acceso auxiliar para aliviar el flujo de vehículos en la entrada principal.

Las adversas condiciones urbanas y ambientales ya mencionadas estimula la generación de ideas para crear nuevas condiciones que contribuyan a establecer un paisaje para el conjunto y mejorar las condiciones de confort ambiental.

Implantación y paisajismo

Se propone implantar la edificación en el tercio posterior del lote, con la intención de concentrar la mayor cantidad de áreas libres en el frente y evitar la segregación del terreno en áreas verdes marginales. Los espacios abiertos de nuestra propuesta son el preámbulo y el envolvente de la edificación.

El elemento principal de los espacios abiertos es la laguna, protagonista y foco de atención de visitantes y usuarios, que se adosa al edificio acompañando la entrada hasta el vestíbulo y penetra hasta el patio marcando el límite entre lo construido y lo natural. Esto favorece la aparición de las áreas nobles de la planta baja: áreas de contacto sociocultural. Esta laguna, una vez desprendida de la edificación, toma nuevamente sus formas naturales: ese carácter orgánico que serpentea y moldea la sinuosidad expresada en los planos reforzando su papel por la incorporación del ciclo natural del agua en el entorno de la sede ya que actúa como receptora del drenaje superfi-

cial y de las aguas servidas tratadas y almacena agua de riego para la sequía. Siendo un moderador climático de importancia también podría servir como reserva de agua en caso de incendios.

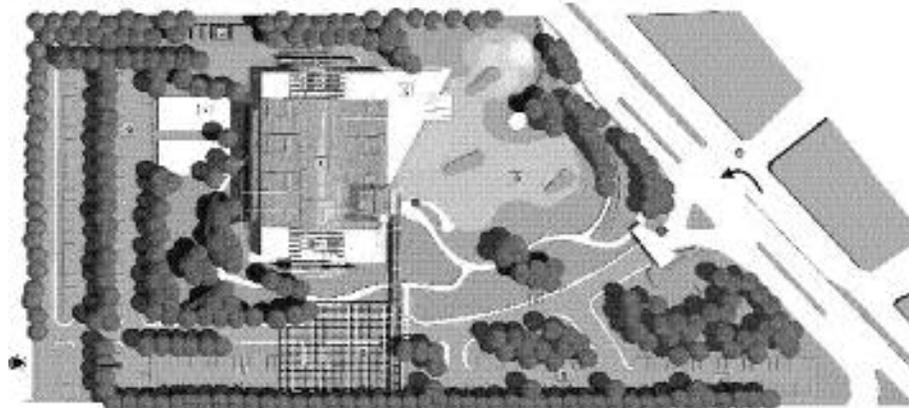
La vegetación propuesta y su disposición tienen las siguientes características: en primer lugar, y reforzando el concepto de crear un paisaje inmediato a la edificación, se propone levantar la cota de terreno y generar una gran masa de árboles sobre la avenida J. A. Anzoátegui, de manera de producir un límite topográfico y verde que se superponga a la calle y los linderos vecinos que pueda servir como barrera protectora contra el ruido y otros agentes contaminantes. En el borde noreste, perpendicular a la dirección predominante del viento, se genera un bosque con la intención de que filtre el polvo y convierta ese viento continuo y caliente en suaves y frescas brisas para mantener una ventilación adecuada.

El resto del terreno será arborizado según sea su función. Así, en los estacionamientos serán colocados árboles para producir sombra, en los linderos se colocarán especies que con sus copas escondan los cerramientos límites, y la vegetación cercana a la edificación buscará compensar la presencia de las estructuras y elevar el paisajismo hacia las fachadas y techos del edificio en forma de terrazas, azoteas sembradas y balcones. En los caminos la vegetación generará sombras que acompañen al peatón y será dispuesta de manera que acompañe al usuario desde su ingreso hasta el lugar de trabajo en las oficinas. Esta secuencia no sólo proporcionará placer estético al peatón, sino también mayor confort y un lugar con verdadera calidad ambiental.

Áreas deportivas

Se propone crear áreas deportivas integradas al paisajismo: dos canchas múltiples ubicadas al sur del edificio, y una pista de trote combinada con las caminerías exteriores.

Figura 9
Planta de conjunto



Servicios

Los servicios del edificio se ubican en la franja prevista en el lindero oeste; allí se encuentran la subestación eléctrica de transformación, la planta de electricidad de emergencia, los *chillers* del aire acondicionado, los contenedores de basura clasificada y la planta de tratamiento de aguas servidas.

Futuras ampliaciones

La disposición de los elementos del conjunto prevé la posibilidad de futuro crecimiento de las áreas de oficina y servicios comunes que pudieran ubicarse al sur del edificio sede. El nuevo edificio de oficinas tendría un área de implantación de 3.000 m², con una altura de dos o tres plantas. Se propone además aumentar la capacidad de estacionamientos construyendo un estacionamiento estructural orientado norte - sur. Las canchas deportivas podrían reubicarse en el techo de dicho estacionamiento.

El edificio sede

El edificio sede, con un área neta de construcción de 7.500 m², se compone de cinco elementos principales (ver figuras 10, 11 y 12):

1) *Dos bloques modulares* de tres niveles más una azotea con jardines. Los bloques están orientados en dirección este-oeste para reducir la radiación solar sobre las fachadas principales norte y sur; los pasillos de circulación longitudinal se proyectan en voladizo hacia el patio interior el cual, con vegetación abundante y techado parcialmente con material traslúcido, integra los dos volúmenes alargados.

2) *El techo - pérgola*, lleno de enredaderas que vienen desde la azotea, une estos dos volúmenes con el patio para crear un microclima que provea de calidad térmica a las áreas comunes del edificio.

3) *Los elementos verticales alabeados* calados de arcilla protegen las fachadas este y oeste.

4) *La terraza arborizada* ubicada en planta baja frente al comedor de empleados, integra el interior del edificio a la laguna.

El edificio es permeable al viento, tanto en el techo como en los bloques modulares, por lo que las áreas comunes disfrutarán de acondicionamiento pasivo aprovechando la ventilación natural con los vientos del noreste. Como se puede apreciar, la vegetación está presente en todos los planos del edificio: patio, terrazas, azotea y techo.

Figura 10
Despiece del edificio

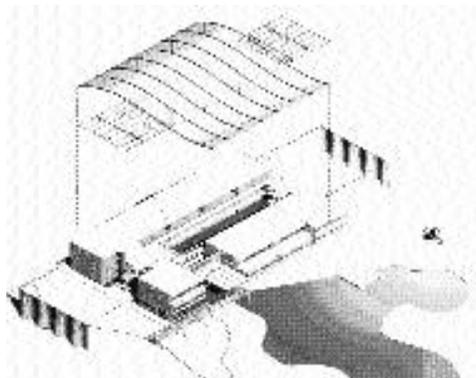


Figura 11
Vista fachadas Norte y Este

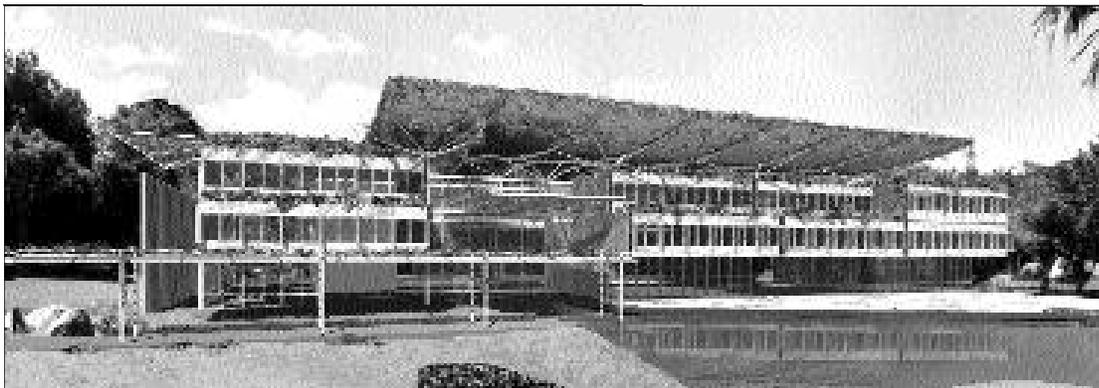
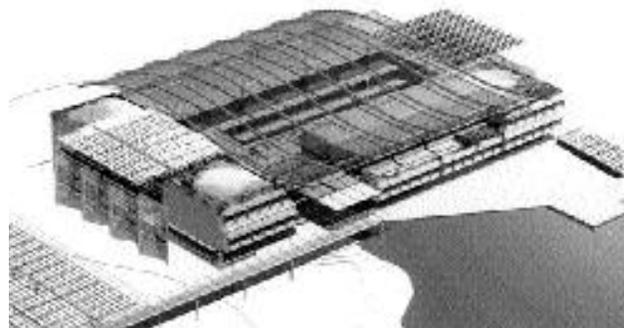


Figura 12
Vista
fachada Norte

La circulación vertical se encuentra en los extremos este y oeste del edificio: la del lado este incluye dos ascensores de tipo hidráulico.

El edificio sede tiene su acceso en el lado este de la fachada norte (figura 13). En este punto se ubica el siguiente nivel de seguridad y acceso en la recepción. Una marquesina a doble altura conduce de la caminería techada al vestíbulo, desde donde se distribuye la circulación hacia los servicios al público (cafetín, sala de exposiciones, correspondencia, etc.), la sala de espera y la sala de prensa. El siguiente nivel de control de acceso se ubica en el *hall* de ascensores y escaleras que conduce a las oficinas de los pisos superiores.

En el ala sur de la planta baja se ubican las oficinas de la gerencia de Finanzas y la de Servicios Propios y Compartidos, con acceso controlado desde el vestíbulo. Los servicios comunes como sala de reuniones, baño y *kitchenette*, así como el cuarto de nodos se ubican en el extremo este de esta ala, cerca del ducto vertical.

La zona de servicios, mantenimiento e instalaciones se encuentra hacia el lado oeste del ala sur: incluye control de acceso, cuarto de cambio, cuarto de electricidad, cuarto de basura, oficina de mantenimiento, conserjería y montacargas. El acceso del personal y de vehículos a esta zona se produce desde la vialidad de servicio cuyo acceso está ubicado en el extremo sur-este del conjunto.

Los pisos 1 y 2 (figuras 14 y 15), presentan una distribución similar. Los pasillos de circulación se desprenden en dirección este-oeste de los núcleos verticales de ascensores y escaleras. En los extremos de los bloques se ubican los servicios comunes (*kitchenette*, lavamopas, baños) para los cuales se prevén cuatro ductos verticales para las instalaciones necesarias, así como áreas de archivo y depósito adicionales para las oficinas en el extremo oeste del ala sur. En el extremo este del ala sur se ubica el cuarto de nodos. En el módulo noreste se ubican las salas de reuniones.

En el piso 1 se ubican las oficinas de la Gerencias de Producción: Proyectos y Perforación se ubican en el ala norte; Petróleo, Planificación y Explotación en el ala sur.

Figura 13
Planta Baja
del Edificio Sede

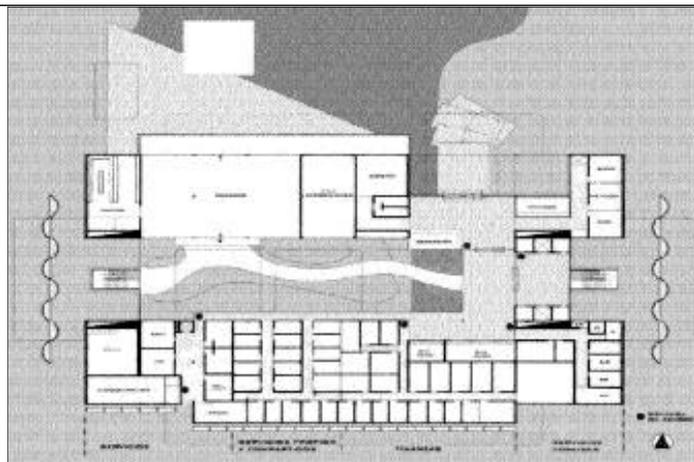


Figura 14
Piso 1 del Edificio Sede. Gerencias de Producción.

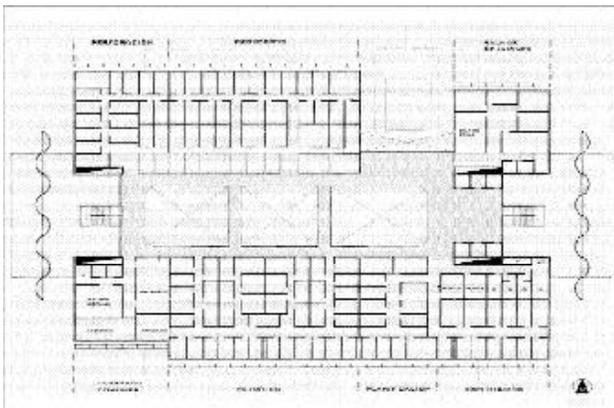
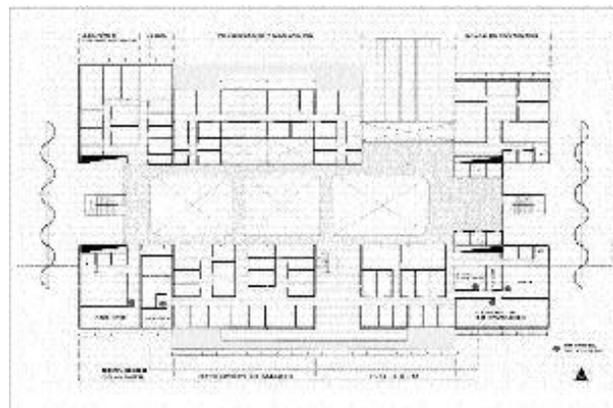


Figura 15
Piso 2 del Edificio Sede. Presidencia y Gerencias.



En el piso 2, último nivel, se disponen por una parte las oficinas de Presidencia, así como las gerencias que deben ubicarse junto con la Presidencia: Negocios, HSE, Mercadeo y Planificación, con su respectivo personal de apoyo.

Por otra parte, en este nivel se ubican también las oficinas de la Gerencia Legal, Asuntos Corporativos, Recursos Humanos e IT/Telecom, esta última adyacente al centro de control, centro de computación, y cuarto de data, los cuales requieren acceso restringido.

Desde este piso se puede acceder a la terraza ubicada en la azotea a través de una escalera de caracol ubicada en el ala sur entre las gerencias de RRHH e IT/Telecom. Esta terraza ocurre bajo la pérgola vegetal, acompañada de los jardines de la azotea. Aquí se propone ubicar unas áreas de descanso y esparcimiento pasivo, zona de fumadores y un gimnasio con un techo liviano bajo la pérgola.

Conclusiones

En nuestra propuesta para el edificio sede de SINCOR son explícitos los planteamientos de una arquitectura y construcción sostenibles que responden al marco conceptual y a los criterios del desarrollo sostenible expuestos en la Introducción, los cuales hemos venido proponiendo desde nuestra actividad académica.

El cuadro 2, resumen de la aplicación de las estrategias para una arquitectura sostenible en el proyecto de la sede de SINCOR, presenta en la columna central los diversos elementos arquitectónicos y constructivos correspondientes a las cinco ideas para una arquitectura sostenible, y cómo dichas ideas y elementos responden a las seis estrategias de sostenibilidad de la arquitectura aplicadas en el proyecto.

Cuadro 2

Ideas, Elementos arquitectónicos y estrategias de sostenibilidad aplicadas en la propuesta para el Edificio Sede de SINCOR

Ideas para una arquitectura y construcción sostenibles	Elementos arquitectónicos y constructivos para una arquitectura sostenible	Estrategias de sostenibilidad aplicadas
El techo como filtro ambiental	<ul style="list-style-type: none"> El doble techo: pérgolas, "nube vegetal" Paisajismo elevado: vegetación en las azoteas invade las pérgolas 	E1: "Hacer más con menos recursos": <ul style="list-style-type: none"> Racionalización de los componentes estructurales y de cerramiento E2: "Disminuir el consumo energético" <ul style="list-style-type: none"> Énfasis en confort ambiental El doble techo como elemento pasivo de acondicionamiento ambiental El patio interior contribuye a disminuir requerimientos de iluminación artificial y acondicionamiento mecánico La incorporación de la vegetación en la pérgola ("nube vegetal"), en el patio y el conjunto, contribuyen a refrescar el ambiente
El patio interior: ventilación e iluminación naturales	<ul style="list-style-type: none"> Patio interior permeable a los vientos Pasillos y escaleras protegidos de las lluvias 	E3: "Reducir la contaminación y los peligros para la salud" <ul style="list-style-type: none"> El techo-pérgola como filtro ambiental del edificio La vegetación en el paisajismo como filtro de la contaminación por ruido y polvo en el entorno inmediato de la sede E4: "Construir bien desde el inicio" <ul style="list-style-type: none"> Toda la estructura a la vista, en especial la del doble techo, será galvanizada Se prevé en el diseño la flexibilidad y adaptación a cambios futuros Ductos de fácil acceso para mantenimiento
Vegetación y ciclo del agua: la incorporación de los procesos naturales al entorno de la sede de SINCOR	<ul style="list-style-type: none"> Crear laguna que consolide el vínculo de la vegetación y el agua al entorno de la sede y para control del ciclo del agua Vegetación abundante en el paisajismo: caminerías, estacionamientos, laguna 	E5: "Cero desperdicio" <ul style="list-style-type: none"> Minimización de la generación de residuos de la construcción Construir para la "desconstrucción" Laguna para disminuir consumo y desecho de agua Gestión de residuos sólidos generados en el edificio: basura orgánica, papel, vidrio. E6: "Producción flexible y en pequeña escala" <ul style="list-style-type: none"> Empresas locales Talleres metalmecánicos locales para la estructura y cerramientos de paneles.
Estructura flexible y de rápido montaje	<ul style="list-style-type: none"> Espacios libres de 15 m x 15 m permiten flexibilidad Coordinación modular de la estructura y demás elementos Estructura de elementos prefabricados modulares apertados 	
Construcción seca y por componentes modulares.	<ul style="list-style-type: none"> Estructura de elementos prefabricados modulares apertados Cerramientos exteriores: paneles de fachada, ventanas y elementos de protección solar fijados a la estructura mediante pernos y tornillos Cerramientos interiores flexibles y desmontables Elementos de la pérgola fijados con ganchos 	

No pretendemos proponer que los conceptos y las estrategias del desarrollo sostenible sean la única variable a considerar en nuestra actividad académica y profesional en la arquitectura y la construcción. Consideramos más bien que dichos conceptos y estrategias deberían integrarse al conjunto de variables y consideraciones típicas de nuestro oficio: aspectos funcionales, de costos, estéticos y de imagen, constructivos, inmobiliarios e históricos, entre otros. El peso que se le asigne a esta variable dependerá de los agentes involucrados, del contexto del problema y, sobre todo, del interés y la convicción de los profesionales.

No proponemos que el enfoque del desarrollo sostenible prevalezca sobre otros, sin embargo, sostenemos la idea de que la sostenibilidad es un concepto ético, y como tal, debemos intentar asumirlo en su justo peso y dimensión. Se trata de un enfoque que contribuye con herramientas conceptuales y prácticas a enfrentar los problemas que se derivan de las actividades de la arquitectura y construcción, y su objetivo central es la protección del medio ambiente y la disminución de la vulnerabilidad del medio ambiente construido con el fin de resguardar la sostenibilidad presente y futura de nuestros asentamientos humanos.

Notas

1 En la introducción de las Bases del Concurso (SINCOR, 2001) se explica que "Sincrudos de Oriente C.A. es una sociedad mercantil integrada por las empresas Total Venezuela, S.A., filial del grupo Totalfinaelf (Francia); PDVSA Sincor S.A. (Venezuela) y Statoil Sincor, A.S. (Noruega)." La empresa participa en el desarrollo de la faja petrolífera del Orinoco.

2 El equipo interdisciplinario de trabajo que participó en el concurso estaba conformado por los siguientes profesionales: Arq. Responsable: Domingo Acosta. VAV Proyectos y Construcciones, C.A. Fruto Vivas, Domingo Acosta, Efraín Vivas; Colaboradores: Arq. Mauricio Espina, Arq. Erick Vivas, Arq. Ariel Donoso; Paisa-

jismo: Ing. Enrique Blanco; Estructura: Ing. Antonio Güell, Ing. Enrique Castilla, Ing. José Jácome; Gestión de residuos: Ing. Marisa Sosa; Inst. Eléctricas: Ing. Henry Alvarado; Inst. Mecánicas: Ing. Giuseppe Nediani; Habitabilidad y Factores Ambientales: Arq. María Eugenia Sosa, Ing. Geovanni Siem. Automatización: Ing. José Alonso.

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

4 Estos principios están enunciados en la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1991, No. L 78/32, Art. 3).

Referencias bibliográficas

Acosta, Domingo (2002) *Arquitectura y construcción Sostenibles: propuestas y experiencias profesionales y académicas*. Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Asociado. IDEC - FAU - UCV, septiembre 2002.

Acosta, Domingo y Alfredo Cilento (en preparación) *Ciclo de vida, sostenibilidad e innovación en la construcción de los asentamientos humanos*. IDEC - FAU - UCV.

CE-Comunidad Europea (1997) *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*. Dictamen del Comité Económico y Social sobre el tema Desarrollo sostenible en materia de construcción y vivienda en Europa, (97C355/05). N° C 355 (1997), pp. 16-21.

CE-Comunidad Europea (1991) *Directiva del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos*, (91/156/CE). N° L 78 (1991), pp. 32-36.

Cilento, Alfredo (1995) «Sincretismo e innovación tecnológica en la producción de viviendas», en *Tecnología y Construcción I*, vol. 12, Caracas.

Cilento, Alfredo (1998) «Tendencias tecnológicas en la producción de viviendas», *Interciencia 1*, vol. 23, enero-febrero 1998, pp. 26-32, Caracas.

Cilento, Alfredo (1999a) «Cambio técnico en la construcción», en *Tecnología y Construcción 16 - I*, pp. 63 - 70. Conferencia Inaugural, V° Postgrado en Desarrollo Tecnológico de la Construcción, IDEC - FAU - UCV.

Cilento, Alfredo (1999b) *Cambio de paradigma del Hábitat*. IDEC-UCV/CDCH-UCV/ALEMO, Caracas.

Hough, Michael (1998) *Naturaleza y ciudad. Planificación urbana y procesos ecológicos*. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona.

Jacobs, Michael (1997) *La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*. Editorial ICA-RIA, Barcelona.

Programa Life (1997) *La enseñanza de la arquitectura y del medio ambiente*. Comisión Europea. Dirección General XI-Medio Ambiente. COAC, Demarcación de Barcelona. Barcelona, 1997.

SINCOR (2001) *Bases del Concurso de Ideas para la Sede Corporativa de SINCOR, C.A.* en Barcelona, estado Anzoátegui. Documento interno. Caracas.

SINCOR (s.f.) *Misión y Visión de la empresa SINCOR, C.A.* Caracas.

UNEP-United Nations Conference on Environment and Development (1992) «Promoting Sustainable Human Settlement Development», AGENDA 21, Chapter 7.

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

Yeang, Ken (1999b) *The Green Skyscraper. The basis for designing sustainable intensive buildings*. New York: Prestel Verlag.

Factibilidad constructiva de cubiertas plegables de láminas delgadas

M Sc. Carlos H. Hernández
IDEC/FAU/UCV

Resumen

En este trabajo se estudia la factibilidad constructiva de producir un módulo de cubierta transformable de láminas rígidas con capacidad para soportar cargas por sí misma, como un paso hacia la combinación de cubiertas metálicas con sistemas estructurales transformables de barras. Para ello se desarrolla una Cubierta Plegable de Láminas de Aluminio donde el componente estructural es a su vez la membrana de protección. Se utiliza la capacidad portante que adquieren las láminas delgadas cuando se doblan en determinadas geometrías para asumir los compromisos estructurales. De igual forma se utiliza la geometría de la lámina para lograr la estanqueidad de la cubierta, sin necesidad de compuestos sellantes o juntas flexibles y se demuestra la factibilidad técnica de la utilización de láminas delgadas para la construcción de cubiertas transformables donde la lámina asume los compromisos estructurales.

Abstract

In this essay, we study the construction feasibility of producing a module with a transformable cover made of rigid plates able to support freights. This is a step towards the combination of metal covers together with transformable structural bar systems. A pliable cover, whose structural component is the protection membrane as well, is being developed. The carrying capability that thin plates acquire when folded in a specific geometric form is also used in order to face the structural demands. At the same time, the geometry of the plate is used to obtain the cover's watertightness, with no need of sealer components or pliable junctures. It is also demonstrated the technical feasibility of thin plates for the construction of transformable covers in which the plates face the structural demands.

Cuando se trabaja con estructuras transformables de barras, donde la estructura resultante es una malla permeable, es necesaria la adición de una membrana que complemente la cubierta. En la mayoría de los casos se utilizan membranas textiles por su ligereza y por la posibilidad que tienen de plegarse junto con la malla. Para estructuras de ciclos de uso cortos ésta es una solución adecuada, en cambio, cuando se trata de estructuras permanentes, el uso de materiales de mayor duración en la membrana de cerramiento ampliaría el campo de aplicación de estas estructuras.

Varios autores han propuesto la idea de incorporar láminas rígidas a mallas estructurales transformables (cf. Pérez Valcárcel, en *Arquitectura transformable*, 1993; Hoberman, 1992, pp. 35-53; Pérez Piñero, 1992). Entre ellos cabe destacar al arquitecto Emilio Piñero en su desarrollo de una "vidriera hipercúbica desplegable": un sistema que combina una malla estructural transformable con láminas de vidrio que se pliegan en conjunto, partiendo desde una superficie plana hasta una forma cúbica.

Por otra parte, si a estas membranas rígidas se les imprimen ciertas cualidades ellas pueden desempeñar funciones estructurales y pueden cubrir luces sin la necesidad de elementos estructurales adicionales (Engel, 1979, pp. 143-231). Estas superficies estructurales pueden construirse de manera que sean, en sí mismas, estructuras transformables. En este trabajo se estudian estas posibilidades a través del diseño de una cubierta transformable de láminas delgadas.

Descriptores:

Cubiertas transformables; Conexiones móviles.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 19-II, 2003, pp. 23-41.
Recibido el 16/12/02 - Aceptado el 15/03/03

Se desarrolla una Cubierta Plegable de Láminas de Aluminio donde el componente estructural es a su vez la membrana de protección. Se utiliza la capacidad portante que adquieren las láminas delgadas cuando se doblan en determinadas geometrías para asumir los compromisos estructurales. De igual forma se utiliza la geometría de la lámina para lograr la estanqueidad de la cubierta, sin necesidad de compuestos sellantes o juntas flexibles. Se demuestra la factibilidad técnica de la utilización de láminas delgadas para la construcción de cubiertas transformables donde la lámina asume los compromisos estructurales.

Se diseña una cubierta de 853 m² conformada por seis módulos independientes de 24 m de longitud x 5,56 m de ancho. Cada módulo se pliega desde una dimensión inicial de 24 m, hasta una posición final de 4,60 m (figuras 2 y 3) utilizando un sistema de guayas de arrastre accionadas por un motor. La geometría escogida produce un movimiento oscilante durante los procesos de pliegue y despliegue y, para contrarrestarlo, se desarrolla un sistema de arrastre y de guías capaces de absorber movimientos de rotación dentro del movimiento de desplazamiento de las láminas.

Se desarrollan así mismo dos tipos de juntas móviles: una, para las aristas altas, provista de una bisagra continua tipo engranaje que a su vez produce una junta estanca; otra para las aristas bajas, provista de bisagras independientes, logra la estanqueidad a través de una canal generada por un doblado en la lámina que guía las aguas fuera de la junta.

Objetivo

Estudiar la factibilidad constructiva de producir un módulo de cubierta transformable de láminas rígidas con capacidad para soportar cargas por sí misma, como un paso hacia la combinación de cubiertas metálicas con sistemas estructurales transformables de barras.

Alcance

El alcance del presente trabajo es diseñar, construir y ensayar un módulo de cubierta donde se resuelvan los siguientes problemas:

- Dar capacidad estructural a láminas delgadas para cubrir luces específicas.
- Diseñar juntas que permitan la movilidad, que a su vez sean estancas y permitan la transmisión de los esfuerzos.
- Estudiar el proceso de plegado para la geometría escogida.

Antecedentes

Entre los autores que han abordado este tema se cuenta el arquitecto español Emilio Pérez Piñero (1992, p. 26) quien en los años setenta diseñó para el pintor Salvador Dalí un vitral plegable, formado por 84 láminas de vidrio de 1 m x 1 m montadas sobre una malla estructural plegable basada en una geometría cúbica (ver figuras 4 y

Figura 1
Detalle techo.
Foto de C.H.
Hernández.

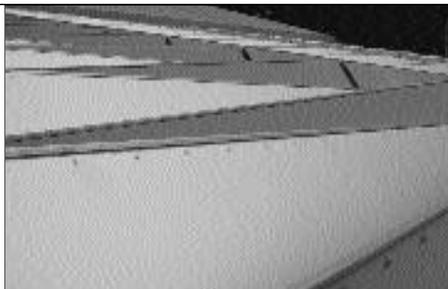


Figura 3
Maqueta
techo plegado.



Figura 2
Maqueta
techo plegado.

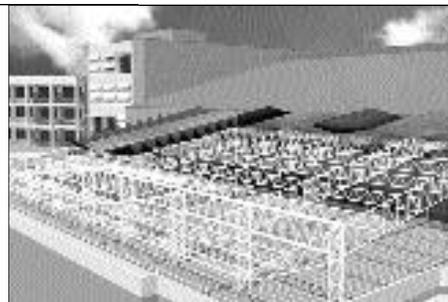


Figura 4
Vidriera
hipercúbica.
Piñero, 1992, p. 26.



5). Esta es una de las primeras propuestas donde se muestra la posibilidad de una cubierta rígida integrada a la estructura transformable. Pérez Piñero proponía lograr la impermeabilización colocando un textil previa o posteriormente o con láminas metálicas montadas con la estructura abierta.

Más recientemente Pérez Valcárcel (1993, p. 150), quien estudia este tipo de cubiertas de láminas rígidas, estableció que hay tres estrategias para combinar elementos rígidos con las mallas transformables. La primera es colocar las láminas una vez desplegada la estructura; la segunda es colocarlas en un punto intermedio del proceso de despliegue, cuando el acceso es más fácil ya que la estructura no ha comenzado a elevarse (sistemas de tijera para bóvedas y cúpulas). La tercera estrategia consiste en que las láminas se plieguen junto con la malla. En este último caso estudia diferentes sistemas de malla encontrando que los más adecuados son los sistemas más regulares como las mallas planas o cilíndricas con un módulo cuadrado. Las mallas trianguladas también se pueden utilizar pero tienen el inconveniente de que por incompatibilidades geométricas en las diferentes etapas de

la transformación la malla no puede plegarse por completo. El trabajo de Pérez Valcárcel muestra algunas propuestas teóricas (ver figura 6) pero, a diferencia de Pérez Piñero, en éstas no hay una propuesta constructiva.

Otra propuesta es la del ingeniero Charles Hoberman (1992) quien plantea un sistema de techos que denomina *Techo Retráctil Iris*, debido a que el sistema se inspira en el funcionamiento del ojo humano. En este caso, un conjunto de láminas rígidas fijas sobre una estructura transformable se mueven con la estructura hacia el centro del círculo que define el apoyo de ésta, produciéndose una expansión radial (Robbin, 1996) (cf. figura 7). La figura 8 muestra otra propuesta de Hoberman: se trata de una concha que utiliza el sistema de tijeras para la malla transformable, la cual lleva incorporados paneles rígidos. En ninguno de los casos se llega a desarrollar la fase constructiva.

Hoberman trabaja también en estructuras de planos plegados como se muestra en la figura 9, donde con láminas de cartón plegado se pueden obtener refugios estables. Otras propuestas de este tipo las presentan Sim der Ryn y Stanford Hirshen, quienes desarrollan viviendas plegables para trabajadores migratorios en

Figura 5
Vidriera desplegada.
Piñero, 1992, p. 13.

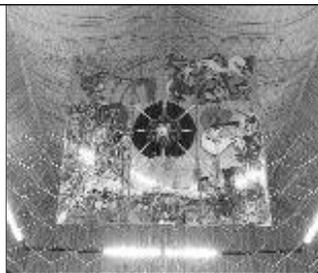


Figura 6
J.P. Valcárcel,
en *Arquitectura transformable*,
1993.

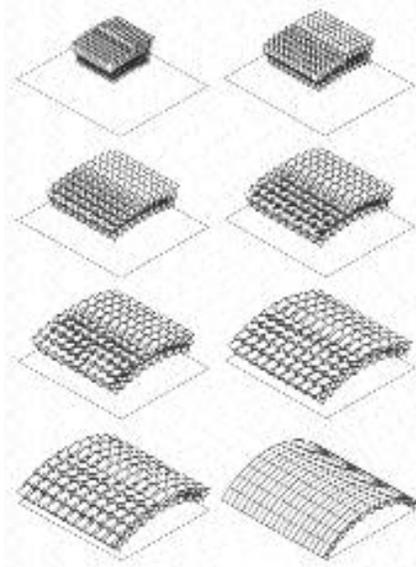


Figura 7
Domo Iris.
Hoberman,
1992.

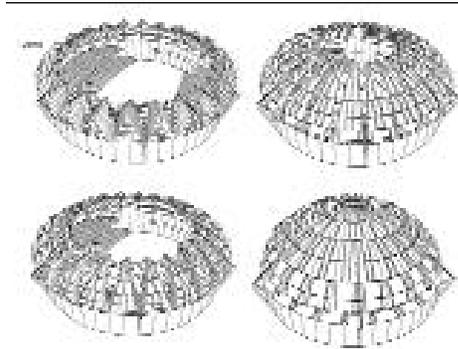
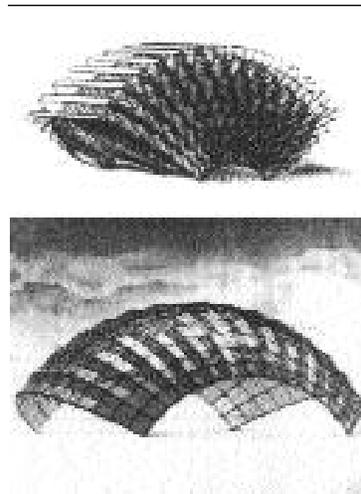


Figura 8
Concha plegable.
Hoberman, 1992



California, construcciones realizadas en láminas predo-
bladas de poliuretano de 9 mm (figura 10). Otro ejem-
plo de este sistema es un refugio en forma de domo có-
nico diseñado por B. Benjamín el cual, a diferencia de
las propuestas anteriores, muestra estructuras con pa-
neles de poliuretano unidos con una cinta flexible con la
que se crea la junta (figura 11). La figura 12 muestra dos
conceptos desarrollados por la International Structures
Inc.: se trata de pequeñas estructuras tipo acordeón he-
chas de láminas de espuma de poliuretano y reforzadas
con teipe aluminizado.

Otra propuesta la hace Koryo Miura del Instituto
de Ciencias Aeroespaciales de Japón, al combinar sofis-
ticados métodos matemáticos con el milenario arte de
Origami y desarrollar un sistema desplegable plano
–concebido para un colector de energía solar en el es-
pacio– que se caracteriza por tener dos acordeones en
la misma superficie, lo que le permite desplegarse en
dos direcciones al tirar diagonalmente pero cuya super-
ficie, una vez desplegada, no tiene tendencia de repl-
garse debido a la presión que ejercen los mismos planos
entre sí (figura 13).

Figura 9
Refugios de
cartón. Hoberman,
1992.

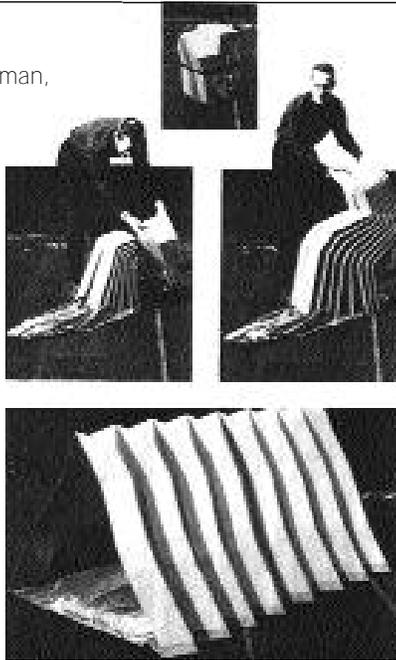


Figura 11
Domo plegable. B. Benjamín, en Hernández, 1987.

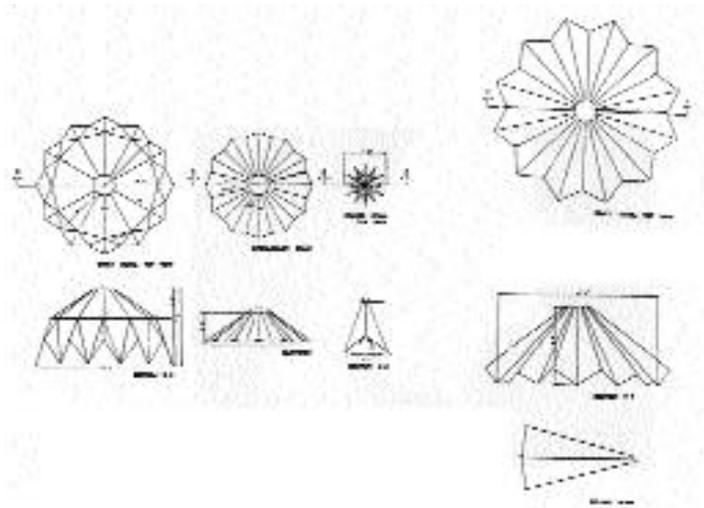


Figura 10
Refugio plegable. Sim Der Ryn, en Hernández, 1987.

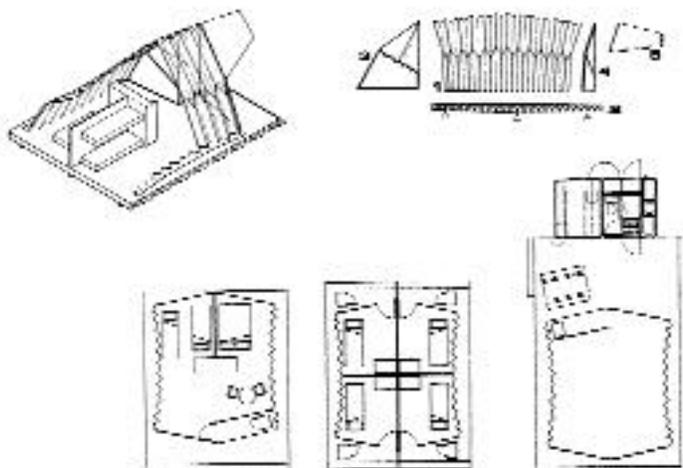
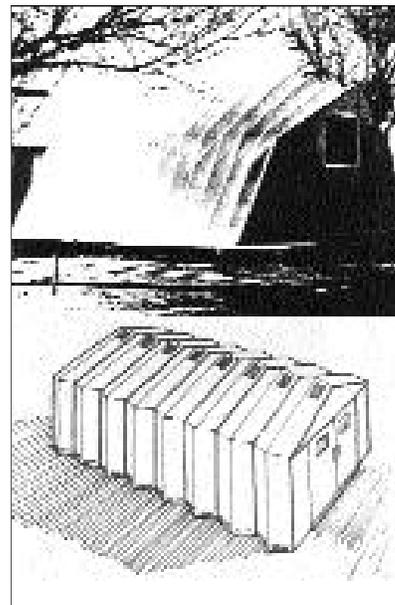


Figura 12
Refugio
plegable, en
Hernández,
1987.



En relación con la capacidad estructural de los techos de lámina Koryo Miura realizó un trabajo de construcción de un techo que cubre una luz de tres metros sin necesidad de elementos estructurales adicionales a las propias láminas (figura 14). Para ello utilizó láminas galvanizadas C20 (0 mm), las cuales se plegaron en una dirección formando una canal baja y un solape en la cumbre. Las secciones se conectan entre sí sólo en algunos puntos del solape y se alejan una de la otra con secciones de tubo para permitir el paso de luz y el escape del aire caliente (figura 15).

Propuesta

En el año 1998 se determinó que el edificio sede del Centro Internacional de Educación y Desarrollo-CIED, localizado en la Urbanización Las Esmeraldas en Caracas, requería de una cubierta para el área de terraza y piscina, pero ésta no podía tener carácter permanente debido a que las ordenanzas municipales no lo permitían. Se hicieron varias propuestas de cubiertas transformables, con elementos textiles y con láminas metálicas, resultando seleccionadas estas últimas en gran medida debido al factor durabilidad de la lámina metálica.

Se requería cubrir un área de 853 m² condicionada a la utilización de una estructura existente en el área a cubrir conformada por siete cerchas paralelas de acero de 20 m de longitud separadas 5,5 m entre ellas (figura 16).

La cubierta diseñada consiste en seis módulos independientes de 24 m de longitud x 5,56 m de ancho, que utilizan como soporte las cerchas de acero existentes añadiéndoles una extensión para cubrir la totalidad del área. Cada módulo está conformado por 33 pares de láminas trapezoidales de aluminio, en cuya posición desplegada forman prismas cónicos que se alternan para generar un movimiento geométrico en el techo (figura 17).

Estos conjuntos de láminas se pliegan en forma de acordeón en un mismo sentido, desde una dimensión inicial de 24 m hasta un ancho final de 4,60 m. Las láminas se apoyan sobre ruedas que se desplazan sobre un riel que actúa también como canal. Para impulsar el movimiento de los módulos se utiliza un sistema de guayas de arrastre accionadas por un motor que se ubica detrás de la pantalla de la fachada del edificio (figura 18 y 19).

Desarrollo

Los tres problemas fundamentales de diseño a resolver fueron los siguientes:

1. Dar capacidad estructural a la cubierta con elementos muy livianos.
2. Investigar cómo producir el movimiento de transformación.
3. Desarrollar conexiones móviles para permitir el plegado de la cubierta, la transmisión de los esfuerzos y a la vez la estanqueidad de la junta.

Figura 13
Panel desplegable.
Koryo Miura, en
Robbin, 1996.

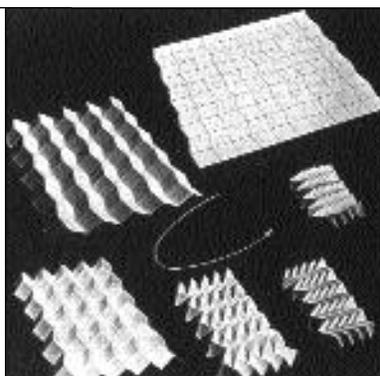


Figura 14
Techo de Láminas plegadas,
vista arriba.



Figura 15
Techo de láminas
plegadas,
vista inferior.

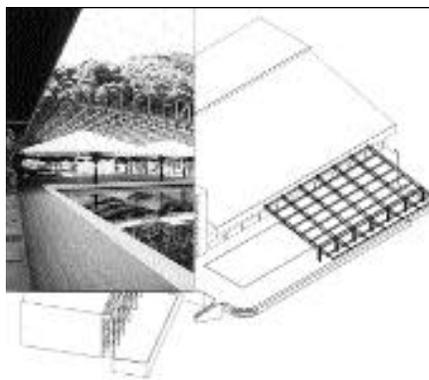


Figura 16
Estado de la
terracea del
Edificio Sede del
CIED antes de la
intervención.

Estos problemas, todos vinculados entre sí, se revisan a continuación de forma separada sólo para simplificar su descripción.

Estructura y geometría

Para lograr un techo muy liviano se partió de la idea de utilizar láminas delgadas planas que, como "una hoja de papel", son incapaces de cubrir una luz por pequeña que ésta sea, pero que logran una rigidez asombrosa cuando se le producen plegaduras. Jugando con la altura del plegado y el espesor del material se pueden cubrir diferentes luces (figura 20).

Si al material se le hacen pliegues en un solo sentido sucede que, en el sentido perpendicular a éstos, la resistencia es mucho menor y con poca fuerza, por ende tenderá a plegarse y de esta forma obtendremos un acordeón.

Hay infinidad de combinaciones de dobleces que permiten obtener láminas muy rígidas en un sentido y plegarse como acordeones en el sentido contrario.

En el caso de una hoja de papel o cartón, las juntas móviles son formadas por el mismo material; en el caso de láminas metálicas se requiere de juntas mecánicas (bisagras) en cada arista.

En nuestro caso se exploró una combinación con el menor número de aristas, la máxima altura de plegado y el máximo aprovechamiento de la lámina.

Se utilizó una lámina de aluminio para reducir el peso de la cubierta y procurar un mínimo mantenimiento. En experiencias anteriores (techo de láminas, casa C. Hernández) se había trabajado con láminas galvanizadas de 0,6 mm para luces similares pero, por ser el aluminio un material con menor módulo de elasticidad que el acero y dado que el conjunto sería sometido a cargas y deformaciones cinéticas, se optó por utilizar láminas de aluminio de 1,6 mm de espesor.

Las láminas comerciales se producen en bobinas con un ancho de 1,22 m; la longitud está limitada sólo por las máquinas de corte y de doblaje. En este caso, se utilizaron piezas continuas de 5,56 m de longitud.

Se estudió una combinación entre geometría y dimensiones de los componentes para aprovechar la lámina al máximo (mínimo desperdicio) y a las vez obtener el máximo de altura al ensamblar el conjunto.

La geometría escogida fue la resultante de la combinación de un prisma cónico que se origina al extruir un triángulo equilátero de mayor dimensión hacia uno de menor dimensión separados entre sí 5,56 m. La relación de altura entre los triángulos equiláteros se determinó equilibrando el aspecto formal de la cubierta, la altura promedio del doblé y el efecto de ésta sobre la cinemática de la cubierta, obteniéndose una relación de 2:1 (figura 21).

El resultado de la combinación de los prismas cónicos se puede apreciar en el conjunto (ver figura 22) que

Figura 17
Vista desde el techo. Prismas Cónicos.

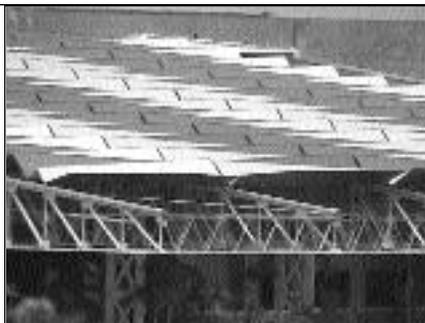


Figura 19
Vista general arriba.



Figura 18
Vista general lateral.



Figura 20
Al doblar las láminas delgadas se logra una resistencia.



es una sucesión de secciones de rombos que se desplazan de fila en fila, efecto que se acentúa pintando la mitad de los prismas de azul (color distintivo de la empresa); la otra mitad de las láminas fueron anodizadas y mantienen su color natural para obtener un acabado plateado mate.

Cada prisma está formado por dos tipos de láminas que se producen al realizar un corte diagonal sobre la lámina de 1,22 m x 5,56 m (figura 23). Una de las láminas recibe adicionalmente un "doblez" en uno de los extremos, el cual, dependiendo de la ubicación de la lámina en el conjunto, puede ir a la izquierda o a la derecha (hay un número igual de láminas con "doblez" en cada sentido) (figura 24).

A las láminas, en su borde superior, se les fija una bisagra continua formada por dos perfiles de aluminio con remaches de golpe de $\text{Ø}1/8$ " colocados cada 103 mm. Esto refuerza los dos bordes superiores de las láminas que no tienen dobléz y por consiguiente no tienen mayor resistencia al pandeo.

En el extremo inferior de la lámina sin "doblez" se fija el perfil de aluminio que corre de manera continua en todo el borde de la lámina y se fija con remaches de golpe de $\text{Ø}1/4$ " cada 103 mm, con la misma finalidad que en el borde superior. Sobre este refuerzo se fijan las bisagras inferiores.

Juntas y estanqueidad

Uno de los problemas fundamentales en el diseño de una cubierta rígida transformable se origina por el hecho de que la superficie de cubierta está formada por numerosos componentes relativamente pequeños articulados entre sí. ¿Cómo hacer entonces que la cubierta sea estanca pero permitiendo a la vez la articulación que la transforma?

Una de las primeras ideas fue la posibilidad de utilizar materiales flexibles (goma, membranas textiles, gomas de silicona, láminas delgadas de metal, etc.) que permitieran la movilidad de la junta y a la vez producir una junta cerrada que impidiese el paso del agua. Pero estos materiales no transmiten adecuadamente los esfuerzos entre los diferentes componentes de la cubierta por lo que no se produce un comportamiento estructural de conjunto. Por otro lado, este tipo de juntas tienden a fatigarse con el uso repetido y, en el caso de las gomas o materiales plásticos, la radiación UV rompe los enlaces poliméricos acelerando aún más el proceso de fatiga del material. Esto derivó al uso de bisagras rígidas para permitir la transmisión de los esfuerzos y realizar los movimientos entre láminas. La estanqueidad se logra con dobleces en la misma lámina que generan solapes y canales cuando el

Figura 21
Unidad básica del techo.



Figura 23
Corte diagonal de la lámina.

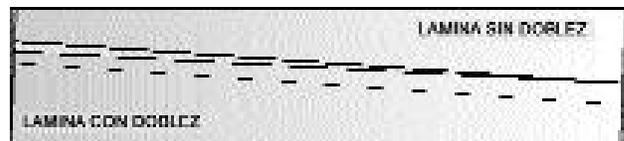


Figura 22
Combinación de prismas cónicos.



Figura 24
Lámina con dobléz.



conjunto de láminas está desplegado y dirigen de las aguas hacia los lugares de recolección. Al estudiar las bisagras se encontró una solución ingeniosa con una bisagra que se produce con dos perfiles de aluminio cuyo borde es la sección de un engranaje y en la cual, a diferencia de la mayoría de las bisagras, el efecto no se produce por rotación.

Esta bisagra sólo pudo utilizarse en la juntas de cumbrera dado que en las juntas inferiores el polvo y los sedimentos acumulados afectarían el mecanismo; en todo caso, la junta colocada en forma invertida no es estanca.

En las juntas inferiores un doblé de 10 cm (figura 26) en una de las láminas produce una canal en posición desplegada con capacidad para recoger el agua de las dos láminas adyacentes bajo precipitaciones de 400 mm/m². Las bisagras están separadas del fondo de la canal por un perfil de aluminio en "L", para evitar que el polvo penetre el mecanismo de la bisagra y que ésta no represe la salida del agua y de los sedimentos acumulados.

Estas canales inferiores arrojan el agua lateralmente sobre un canal que recorre perpendicularmente las láminas recogiendo el agua y arrojándola fuera del área cubierta. Las bisagras inferiores se fabrican a partir de segmentos de 60 mm de un perfil de aluminio que se maquina para obtener la bisagra.

Las bisagras se unen con un eje de acero inoxidable que se fija con un retén. Entre el eje y la bisagra de aluminio se colocan bocinas de nylon grafitado que reducen la fricción, el desgaste del aluminio y el par galvánico que podría formarse entre el eje de acero y el aluminio. De igual forma se colocan dos arandelas de nylon grafitadas para evitar el contacto entre las caras de los componentes de aluminio.

El movimiento

Al utilizarse un sistema de plegado cónico, sólo las aristas superiores de la cubierta son paralelas. Las aristas inferiores forman un ángulo entre ellas provocando que el movimiento –durante el proceso de plegado o desplegado– sea de rotación sobre el punto de intersección (f) de los ejes imaginarios que se obtienen al prolongar las aristas fuera de las láminas. Esto conduce a que el extremo más cercano al eje de rotación recorra una menor distancia que el extremo más alejado. Estas longitudes diferentes de recorrido se alternan en el plegamiento del siguiente par de láminas, donde el punto de giro cambia de signo de manera que el extremo que antes recorrió una menor distancia ahora recorrerá la mayor. El resultado es un movimiento de oscilación (figuras 27 y 28) donde hay desplazamientos laterales en los apoyos que deben ser absorbidos necesariamente por el canal guía. Los cambios de velocidad en los extremos opuestos de cada par de láminas deben ser absorbidos por el mecanismo de arrastre.

El movimiento de las láminas se efectúa usando un sistema de dos cables que se mueven alternadamente en sentido opuesto para halar o empujar el primer par de láminas de cada conjunto, y éstas, a su vez, "halan" las otras láminas utilizando los cables perimetrales de restricción, o empujan utilizando los topes (figura 29) colocados en el borde inferior de la canal de las láminas. Ambos cables parten de un tambor (1), accionado por un motor DC reversible con caja reductora. Uno de los cables entra por la cara superior del tambor mientras que el otro sale por la inferior, de manera que si el motor gira a la derecha uno de ellos será recogido mientras que el otro será

Figura 25

Bisagra de cumbrera.

1. Remaches. 2 Perfil de cierre. 3 Perfil tipo engranaje Izq. 4 Perfil tipo engranaje Der. 5 Lámina A-D Funcionamiento.

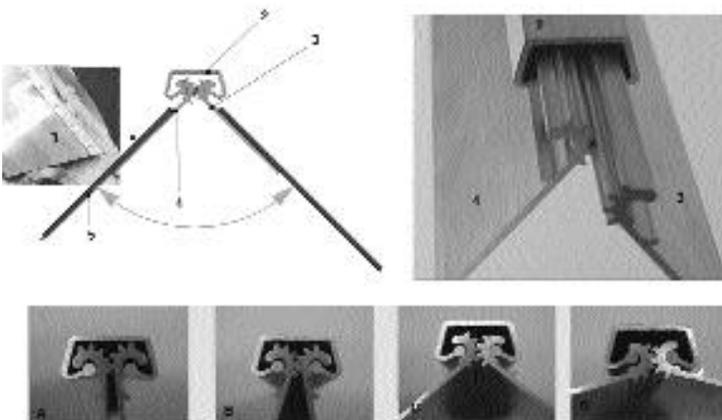
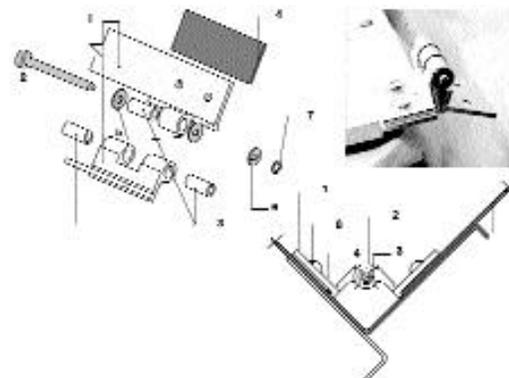


Figura 26

Bisagra inferior.

- 1 Perfil de bisagra. 2 Eje Inoxidable. 3 Bocinas de nylon. 4 Pletina de refuerzo. 5 Arandelas de nylon. 6 Arandela inoxidable. 7 Retén. 8 Remache de golpe.



liberado; cuando el motor gira en sentido contrario –a la izquierda– se alternarán los cables que son recogidos o liberados. Los cables salen del tambor (colocado detrás de la pantalla de la fachada del edificio) y suben hasta colocarse dentro de la canal de aluminio cambiando para ello de dirección dos veces en las poleas (2 y 3). Uno de los cables continúa hasta el final de la canal donde se regresa sobre la polea de retorno (4). Ambos cables se encuentran en la primera polea de arrastre (5) fija sobre el apoyo del primer par de láminas, cambian de dirección y se dirigen hacia la segunda polea de arrastre (6) ubicada en el extremo opuesto de este primer par de láminas, de allí toman direcciones opuestas para fijarse una en un punto fijo (7) en el extremo de una segunda canal y la otra hacia un contrapeso de compensación (8) fijo a la pared (figura 30).

Este sistema permite absorber las variaciones de velocidad al desplazarse las poleas de arrastre sobre los cables, ajustando las diferencias de recorrido entre cada extremo. Cuando el sistema arranca ambas poleas A y B (figura 31) se mueven a la misma velocidad hasta que la polea A, colocada en el extremo corto del prisma ($L_a = L_b/2$) topa con la siguiente lámina en un tiempo $t/2$ antes que B, ya que el recorrido de B es el doble que el de A. Cuando esto ocurre, la polea A tiene que mover la siguiente lámina, lo cual suma peso (roce) a A; en este momento A se mueve más lentamente que B, quien mantiene su velocidad inicial hasta que haga tope con la siguiente lámina siendo aquí donde las fuerzas se equilibran; A y B se mueven a igual velocidad hasta que, en este caso, B se tope con la siguiente lámina antes que A y el proceso se repita.

Figura 27
Esquema de plegado.

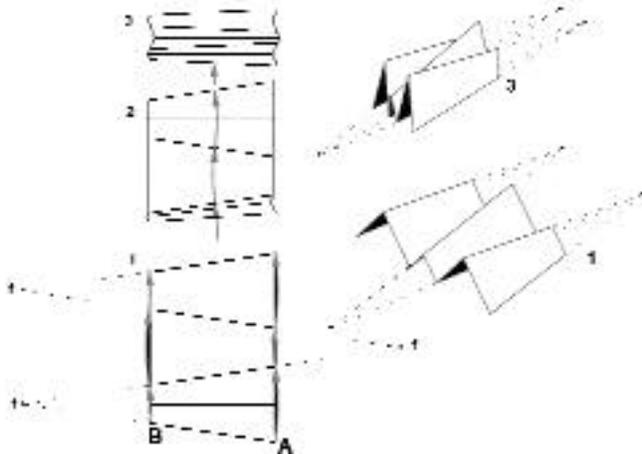


Figura 28
Esquema de plegado. Movimiento lateral.

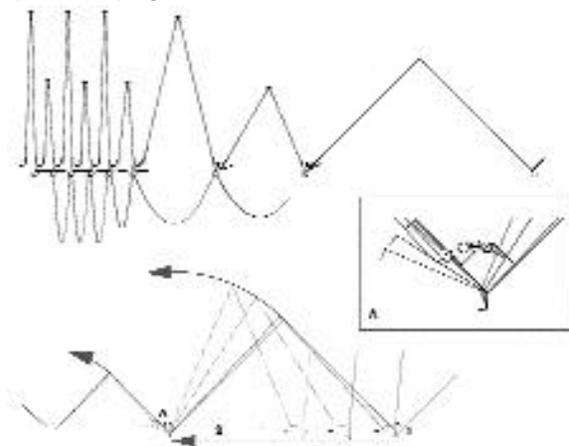
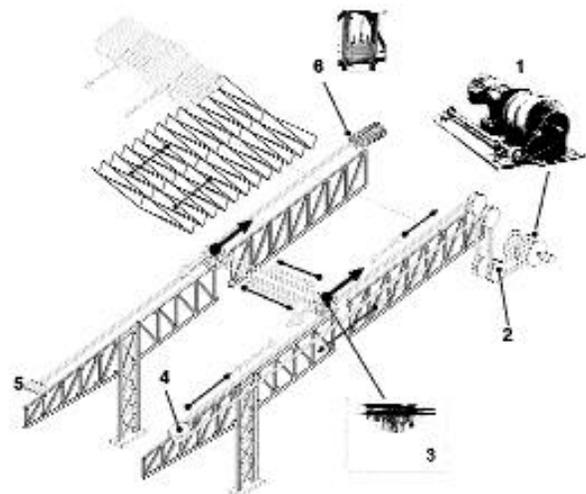


Figura 29
Vista (abajo).
Topes.

Figura 30
Esquema del sistema de arrastre.



El contrapeso permite compensar la diferencia de velocidad en las salidas de las guayas (figura 32) dado que se utiliza el mismo tambor para ambas guayas (salida y retorno). Tenemos una situación inicial donde una guaya está totalmente enrollada en el tambor mientras que la otra está totalmente afuera (la guaya totalmente enrollada requiere de tres capas sobre el tambor). Esto genera una diferencia en los diámetros sobre los que se enrollan o desenrollan las guayas. Por cada vuelta del motor la guaya que se enrolla se recogerá $L1=2 R1$ y la que se desenrolla saldrá $L2=2 R2$, donde $R1 < R2$ por lo que el contrapeso bajará recogiendo guaya del sistema para compensar la diferencia de longitud $L1 < L2$. En un punto intermedio $R1$ se hace igual a $R2$ por lo tanto no es necesaria ninguna compensación (el contrapeso no se mueve). Cuando se cubre la segunda capa de guaya sobre el tambor la situación se invierte $R1 > R2$ por lo que se recoge más guaya de lo que se desenrolla por tanto el contrapeso subirá aportando guaya al sistema.

El sistema motriz debía estar provisto de un sistema de control para establecer el principio y el final del re-

corrido de las láminas y de esta manera evitar que el motor continúe funcionando cuando las láminas llegan a su posición final o que el operador se equivoque en el sentido de operación (accidentes que podrían dañar gravemente el sistema). Después de revisar varios sistemas existentes en el mercado (sistemas electrónicos), se optó por uno mecánico más sencillo que tiene la ventaja de "recordar" siempre la posición del sistema no importando si ocurren fallas eléctricas. El sistema diseñado (figura 33) consiste en un tornillo sin fin milimétrico que se conecta al eje del motor a través de una cadena. Sobre el tornillo se coloca una pieza roscada que se desplaza sobre el tornillo a la izquierda o a la derecha dependiendo del sentido de rotación del motor; en las posiciones extremas se colocan dos *limiswiches* que al ser accionados por esta pieza cortan la corriente al motor (figura 34).

La guía de desplazamiento y de soporte de las láminas debía permitir los desplazamientos horizontales que se generan durante el pliegue y despliegue del conjunto, por ello se escogió como guía un canal abierto sobre el cual se mueven las ruedas que soportan la cubierta (figura 35).

Figura 31
Movimiento de las poleas.

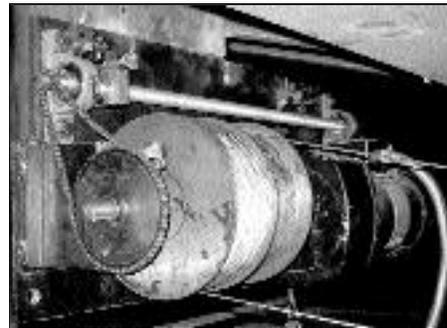
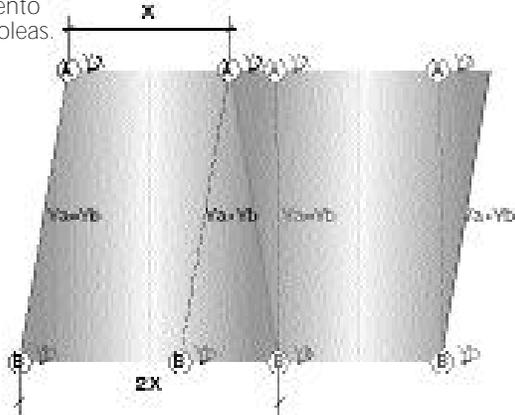


Figura 33
Motor y sistema de control

Figura 32
Contrapeso.

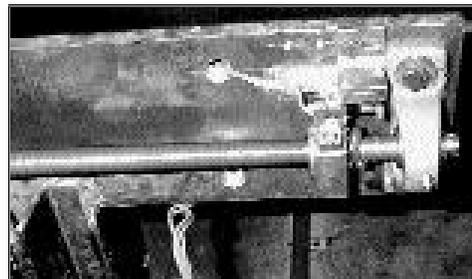
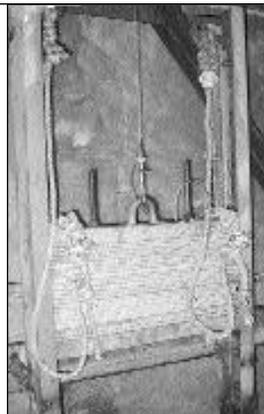


Figura 34
Limiswich.

Estas guías se encuentran a ambos lados de la canal de desagüe de las aguas de la cubierta, por lo que se diseñó un perfil de aluminio que asumiera ambos roles, riel-canal. Este perfil está formado por un canal central para el agua y dos canales laterales altos para la guía de los soportes de las láminas. Este perfil se sujeta al cordón superior de las cerchas que sirven de estructura base a la cubierta.

El apoyo de las láminas sobre el riel/canal se produce a través del componente (figura 36), que además de apoyo actúa como elemento de rodamiento y de restricción evitando que las láminas se levanten en caso de producirse succión o empuje desde abajo por efecto del viento. Este componente está conformado por una pieza que sirve de base, la cual se fija bajo las bisagras de cada extremo de las láminas. Utiliza en un lado los remaches que lo fijan a la bisagra y, en el otro lado, se fija a la lámina a través de remaches de cabeza cónica de manera que queden a ras de la lámina y no obstaculicen el movimiento de la segunda lámina al desplegarse. La rueda (3) es de acero inoxidable como todas las piezas de este componente, con bocina de bronce (4) como rodamiento. El eje (5) po-

see una cabeza que permite el paso de la guaya de 3/32" (6) que actúa como elemento de fijación entre la distancia que separa las láminas al desplegarse. Este cable se fija a través del tornillo de retención (8) que comprime el cable en la cabeza del eje evitando su desplazamiento. Este cable se coloca con la finalidad de evitar que los esfuerzos del despliegue del conjunto se transmitan a través de las láminas, siendo el encargado de arrastrar cada par consecutivo de láminas siguiendo el movimiento de la primera lámina que es la única movida directamente por el motor. Una vez ubicado este eje se fija con la pieza (2), la cual queda en posición al introducirle el pasador de resorte (9). Esta pieza permite el paso del cable de arrastre y está provista de un gancho soldado que evita el levantamiento de las láminas.

Proceso constructivo

La bisagra de la cumbrera se construye a partir de tres perfiles extruidos de aluminio que se cortan a la longitud requerida (figura 37). Estos perfiles se perforan y

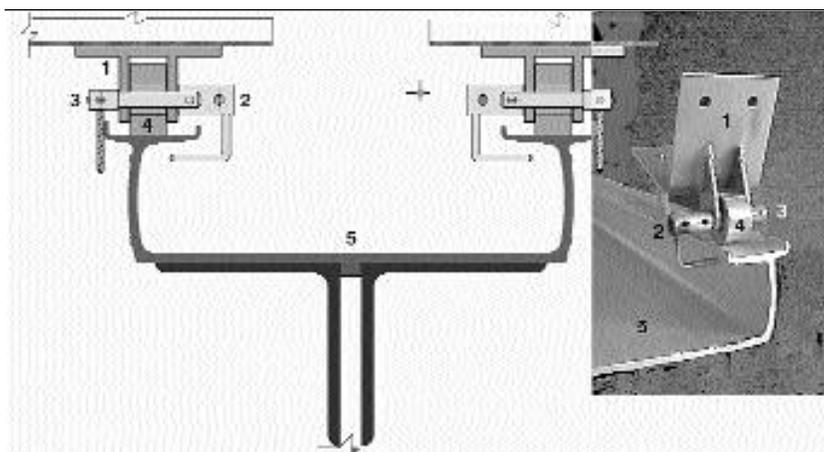


Figura 35
Canal-Riel.

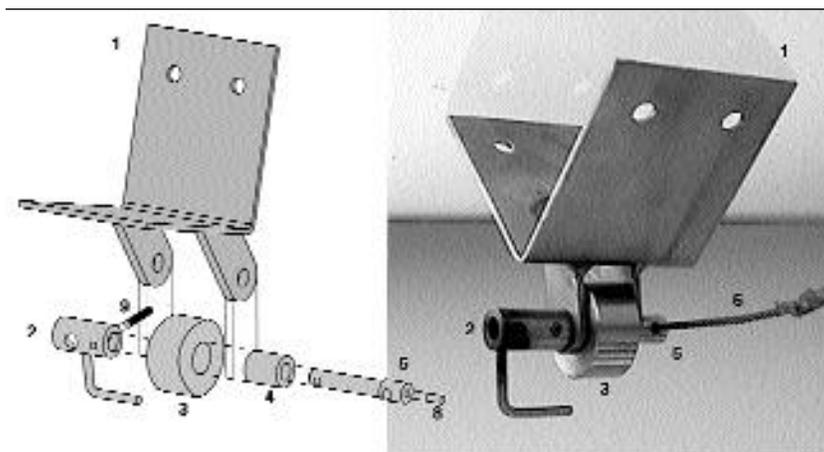


Figura 36
Soporte de láminas.

posteriormente se remachan sobre las láminas de aluminio. La bisagras inferiores se producen a partir de otro perfil extruido que posteriormente también se corta en trozos y se perfora. En el sitio del eje se coloca una bocina de nylon grafitada, producida a partir de un perfil cilíndrico, cortado y perforado. El eje se produce cortando varillas de acero inoxidable y torneándole el borde para producir una ranura donde se coloca el retén.

A partir de una bobina de lámina de aluminio las láminas se cortan en secciones de 5,56 m x 1,22 m mediante un corte diagonal y se obtienen los dos tipos de láminas requeridas: una de ellas recibe un doblez en un extremo y en el otro se remacha la bisagra de cumbrera (figura 38); la lámina sin doblez recibe en un borde la bisagra de cumbrera y en el otro una pletina de aluminio en el sitio de las bisagras inferiores no continuas (figura 39). Los perfiles se unen a las láminas a través de remaches macizos de aluminio golpeados con un martillo hidráulico. Una vez terminadas las láminas se tratan químicamente, primero con una base fuerte para limpieza y luego con cromato de sodio para abrir poros y permitir una buena adherencia de la pintura. Esta última se aplica y se seca en un horno para garantizar un acabado altamente resistente (figura 40). En el caso de las láminas anodizadas, éstas se deben anodizar antes de su perforación y remachado ya que este tratamiento químico corroe los remaches y ensancha los orificios de la lámina aflojando los elementos fijados a las mismas previo anodizado.

Las láminas se ensamblan en pares, conectándolas a través de la bisagra inferior; una vez ubicadas en su destino final se unen unas a otras por la bisagra de cumbrera donde las dos partes de la bisagra también se unen por un perfil que se desplaza entre los dos perfiles tipo engranaje ya remachados a las láminas, de allí que, sin necesidad de elementos de fijación, se pueden unir las láminas en su posición final.

El canal riel es un perfil de aluminio extruido para el cual se diseñó una matriz especial. Los perfiles extruidos a seis metros de longitud se empataron durante el montaje para cubrir los 24 m de longitud de cada cercha.

Montaje

El primer paso del montaje fue la colocación de los canales riel sobre las cerchas de acero existentes. Especial cuidado mereció la alineación y el paralelismo de cada riel, los cuales debían mantener una distancia constante entre sí a pesar de las deformaciones de las cerchas. En la primera propuesta de diseño el riel se fijaba a través de aletas laterales, desechándose éstas ya que reducían la posibilidad de ajuste. Los canales se remacharon a las alas de las cerchas; la conexión entre los tramos de 6 m se reforzaba con una lámina de acero inoxidable colocada en la parte interna del canal. Se evitaron minuciosamente posibles "rebabas" o "escalones" en los canales de rodamientos. Los canales fueron rematados con un

Figura 37
Bisagra Superior

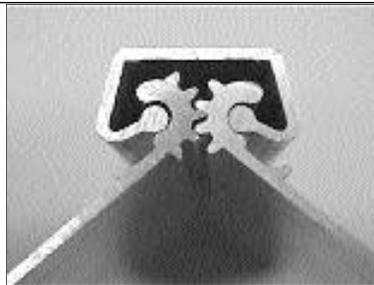


Figura 39
Bisagra inferior remachada con pletina de refuerzo.

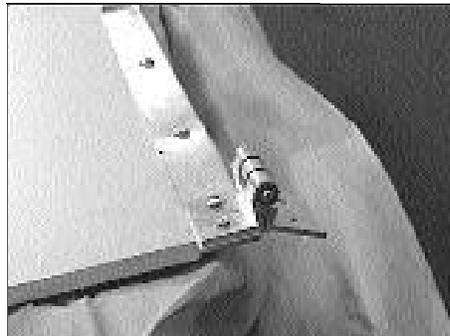


Figura 38
Remachado de la bisagra sobre la lámina.

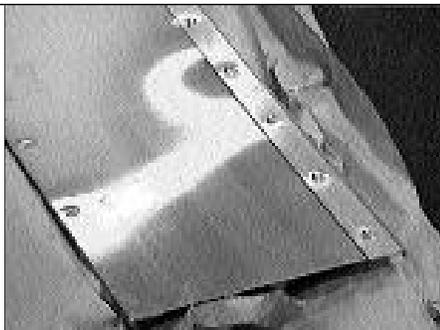
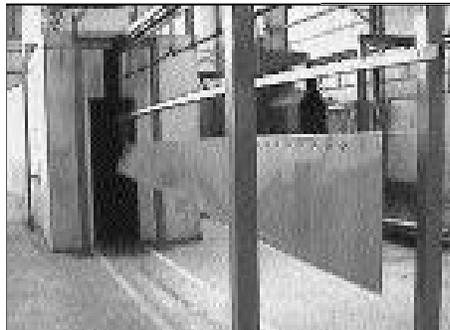


Figura 40
Pintado de láminas.



escurridor de acero inoxidable que pasa a través del soporte de las poleas de retorno y soldado a la cercha metálica (figura 41).

Los pares de láminas se elevaron y apoyaron sucesivamente sobre la canal-riel según su color y sentido del doblé (izquierdo o derecho), uniéndose por la cumbrera al introducir el perfil de conexión. Se dio inicio por las láminas conectadas a la fachada del edificio y desde allí, en descenso, hasta el extremo opuesto (figura 42). A medida que se ensamblaban las láminas se colocaba la guaya de retención para asegurar la correcta geometría del techo. Una vez colocadas las láminas se procedió a la instalación de las poleas y cables de arrastre que atraviesan una pantalla de concreto detrás de la cual existe un espacio de servicio de fácil acceso donde se ubicaron los conjuntos de motor: tambor, sistema de topes y contrapesos. Los contrapesos se construyeron con una "U" de acero que se desplaza dentro de un marco fijo a la estructura del edificio, desde el cual se suspenden planchas de acero hasta completar el peso requerido (150 kg) (figura 43). El marco posee un tope inferior al provisto de gomas que absorben el impacto del contrapeso en caso de ruptura de la guaya. Como medida adicional de seguridad se colocaron dos mecates de nylon con la medida requerida para frenar el contrapeso antes de tocar el tope, medida que se tomó en razón de que los contrapesos se encuentran ubicados sobre un cielorraso de cartón yeso bajo el cual existe circulación de personas (ver figura 32).

Comportamiento del prototipo

Una vez instalado el sistema motriz se procedió a mover el módulo, presentándose las situaciones que se describen a continuación por separado por razones de simplificación del presente análisis, pero que tienen todas un efecto de conjunto, siendo algunos problemas consecuencia de otros, y en razón de que las características y el tamaño del prototipo no permiten aislar cada factor para su evaluación por separado. Esta fue una experiencia realizada durante dos años de funcionamiento del sistema, período durante el cual se realizaron los ajustes que se describen a continuación.

1. Problemas geométricos

Como se vio anteriormente, las láminas para plegarse deben producir un movimiento de rotación a través de un movimiento de traslación donde los puntos de empuje (poleas de empuje) A y B deben moverse a diferentes velocidades (figura 27). Por otro lado, la arista de cumbrera se eleva al reducirse la base de los triángulos que se forman en los planos laterales del prisma (figura 28). Cuando el movimiento de un extremo del prisma no se produce a la velocidad adecuada (relación de la distancia a recorrer entre cada extremo 1:2), un extremo del prisma sube más que el otro, lo que rompe la relación geométrica y las láminas tienen que alabearse (cambia el ángulo de la arista de cumbrera). Dada su rigidez en el plano de la lámina se genera una fuerza dentro del sistema que tien-

Figura 41
Extremo de la canal, con soporte de la polea de retorno.

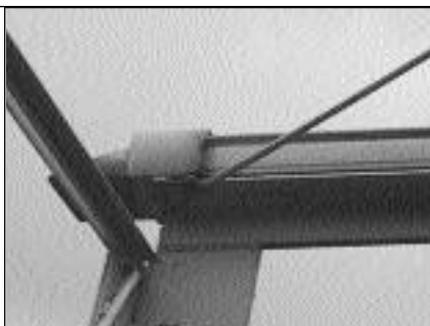


Figura 43
Tope contrapeso.



Figura 42
Vista de láminas ensambladas.



de a liberarse de otra forma. La forma deseada es frenando la polea de arrastre que va muy rápido, y esto hace que se regule la velocidad de las poleas y que el sistema de arrastre funcione. Hay otras dos maneras, no deseadas, de liberar la tensión interna. Estas son: por un lado, que las láminas se desplacen una respecto a la otra en la cumbrera, lo que es posible por el tipo de bisagra (esto se extenderá en el punto D sobre la bisagra superior); por otro, elevando uno de los puntos bajos del prisma, efecto que se potencia porque, siendo las aristas el eje de rotación teórico de las láminas, en la realidad es en la arista de cumbrera donde la bisagra hace rotación en el eje teórico, sin embargo en la bisagra inferior el eje de rotación real se desplaza del teórico (figura 44) debido al tipo de bisagra. Este desplazamiento genera una variación de la distancia entre la rueda y el eje de rotación de la bisagra, distancia que se acorta al plegarse las láminas; si esto no ocurre simultáneamente, en los extremos de la arista inferior uno de los extremos (el que se pliega más rápidamente) tenderá a levantar la rueda.

El elemento de retención que no estuvo concebido para soportar este efecto se dobla al elevarse la rueda por no ser capaz de soportar las cargas que se generan. Este elemento se reforzó para imprimirle capacidad de resistir estas fuerzas, sin embargo esto nos llevó a otro problema y es que, al no doblarse, el gancho ejercía presión contra

la canal generando suficiente roce para que estas ruedas rodaran más lentamente o se trabaran. La solución consistió en colocar cilindros de teflón en los ganchos, a manera de rodamiento, evitando así el contacto acero/aluminio, reducir el roce y permitir el desplazamiento fluido de las ruedas (figura 46).

Para que el sistema de arrastre funcione todo el conjunto de láminas debe someterse a estos efectos, los cuales van a ser controlados por los ganchos de las ruedas y los topes en las bisagras de cumbrera, pero si el sistema de arrastre no reacciona ante las primeras deformaciones, la fuerza dentro del conjunto se acumula hasta llegar a liberarse rompiendo un tope en la cumbrera o descarrilando los carros.

2. Primera Lámina o Lámina de Arrastre

Al ensayar el sistema se pudo observar que su comportamiento difería de la manera prevista en el proyecto. El contrapeso que debía compensar las diferencias de velocidad en la salida y entrada de las guayas no se movía de su posición inicial. Al revisar el peso y reducirlo, en un primer momento, el motor arrastraba el contrapeso pero no las láminas. Al aumentar el peso ligeramente tampoco se obtuvo resultado alguno. Por otra parte las guayas no se rompían, por lo que llevó a pensar que algún otro elemento dentro del sistema estaba absorbiendo las diferencias de longitud de las guayas (en las posi-

Figura 44 Gráfico de desplazamiento vertical.

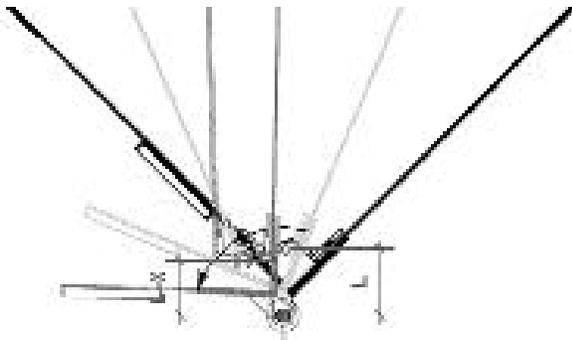


Figura 45 Gancho lateral.

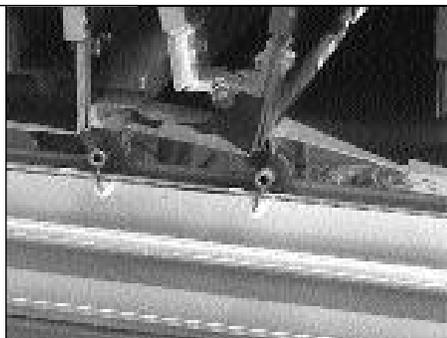
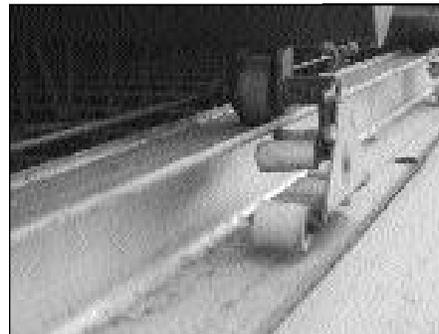


Figura 46 Gancho lateral reforzado.



ciones extremas una guaya sale 20 cm más que la otra debido a la diferencia del diámetro del carrete por la acumulación de capas de guaya).

La primera lámina fue diseñada para soportar una carga axial que le produce el sistema de arrastre (máximo 200 kg.), permitiendo deformaciones que le otorgaban suficiente flexibilidad a la lámina para absorber en sí misma las diferencias de longitud de las guayas. Al deformarse los carros se cierran y se atascan por el roce con el riel o se descarrilan; por otro lado, el cambio de la geometría en la primera lámina (lámina de empuje) afecta el modo como se apoyan el resto de las láminas, generando un movimiento caótico en las primeras láminas y descarrillamiento de las ruedas.

La solución consistió en fabricar esta primera lámina lo suficientemente resistente para reducir su deformación: esto se logró fijando un tubo de aluminio de 100 mm x 100 mm en el ángulo inferior de la lámina y sobre ese tubo se fijó el soporte de las poleas de arrastre (figura 47). A partir de ese cambio el sistema comenzó a comportarse según proyecto: el contrapeso comenzó a descender en la primera mitad del recorrido ascendiendo en la segunda mitad. En tales condiciones, la presión axial dejó de ser absorbida por la lámina de arrastre, trasladándose a los carros.

3. El Sistema de Arrastre

El sistema de arrastre fue diseñado para trabajar con un motor DC a 90 Volt lo que permitía una velocidad de plegado de 8,5 m/min. El motor DC permite cambios en su velocidad variando el voltaje de alimentación, por tal motivo en el tablero fue instalado un reóstato (figura 48) para utilizarlo durante los ensayos, durante los cuales se detectó que, a velocidades bajas, el plegado de las láminas ocurría en una forma más organizada mientras que a velocidades altas (cerca de la velocidad de diseño) se

presentaba una mayor tendencia al desorden y, por tanto, a descarrillamientos. Al experimentar con variaciones de la velocidad (voltaje) y observar el comportamiento, se determinó un mejor funcionamiento del sistema entre 40-45 Volts. A voltajes menores se presentaban problemas con la fuerza del motor para arrastrar las láminas, no habiendo mayores variaciones en el comportamiento.

¿Cuál es la razón de este efecto a velocidades bajas? Debido a los roces y fuerzas internas del sistema las láminas no responden instantáneamente al activar el sistema. Si el movimiento de la lámina que ejerce el empuje es muy rápido topará con la siguiente antes de que esta última alcance la posición correcta, en consecuencia, el encaje entre ambas será incorrecto, afectando sucesivamente y en adelante todos los demás contactos entre láminas. Si se les otorga a las láminas el tiempo suficiente y necesario para llegar a la posición adecuada (antes de que la lámina de empuje efectúe el tope) se asegura el correcto ensamblaje.

Más adelante veremos cómo el efecto de la velocidad también está relacionado con el comportamiento de los carros.

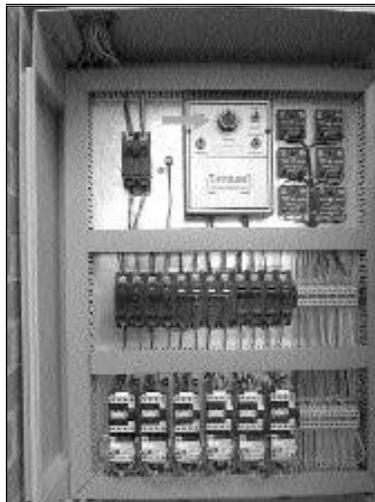
4. Bisagra Superior

La bisagra superior, por su configuración, transmite muy bien los esfuerzos que le son tangentes, ya que siempre se mantienen en contacto todos los puntos de la arista superior. Las láminas se comportan como si hubiera continuidad en la arista, reforzada adicionalmente por el material que aporta el perfil de la bisagra. Axialmente la situación cambia y no existe impedimento que restrinja el desplazamiento entre los perfiles que forman la bisagra. En el diseño original el perfil de unión estaba provisto de dobleces en los extremos para evitar que el perfil de cierre de la bisagra no se saliera. En teoría no debía produ-

Figura 47
Tubo de refuerzo
lámina de arrastre.



Figura 48
Reóstato tablero
de control.



circise ninguna fuerza axial en la cumbrera, pero debido por entrabamientos imprevistos de las láminas, o por el inadecuado arranque de los carros u otro hecho que afectaran la geometría del conjunto, las láminas se desplazaban una respecto a las otras para liberar las tensiones, produciendo fuerzas axiales en las que el dobléz que se le había producido al perfil se enderezaba. Hubo que añadir un tope (figura 49) construido en lámina de acero inoxidable que se fijó al refuerzo de borde. Este tope permite el movimiento y mantiene el perfil en posición. Hay situaciones en las que se producen deformaciones de tal magnitud en las láminas que la fuerza generada hace fallar el tope.

El problema de los topes consiste en que al comenzar a deformarse generaban un problema causando trancas que provocan incluso la ruptura de las guayas de arrastre.

Otro defecto de la bisagra superior reside en que el perfil utilizado fue diseñado para ubicarse debajo de la lámina, requiriendo la aplicación de silicona entre el perfil y la lámina para obtener una junta hermética; por defectos en la aplicación de silicona durante el ensamblaje se presentaron algunas filtraciones de agua. En este sentido, parece conveniente que el perfil sea diseñado para ser colocado en la lámina a manera de teja, de esta forma la hermeticidad estaría garantizada sin necesidad de silicona (figura 50).

Transcurrido un año de uso, el buen funcionamiento de la bisagra persiste sin ningún tipo de mantenimiento. Cabe señalar que las bisagras inferiores no han presen-

tado ningún tipo de inconveniente durante estos años de operación, a pesar de haber sufrido una manipulación más intensa de lo que sería su operación con el sistema funcionando correctamente.

5. Deformación de Láminas de Borde

El borde lateral de las láminas fue reforzado con un ángulo de aluminio de 12 mm x 12 mm remachado sobre la misma lámina (figura 51). El refuerzo no se extendió hasta el ángulo de acero que soporta la rueda; en este punto la lámina es susceptible de doblarse. En algunos puntos, después del primer año de manipulación, comenzaron a aparecer dobleces (figura 52); en otros casos un dobléz generalmente más marcado apareció al caminar sobre las láminas. Otro punto de falla es el extremo superior donde lleva fijado el tope del perfil de cierre de la bisagra superior, lugar donde en algunos casos la fuerza que éste ejerce rompe la lámina en el punto de fijación del remache, despegando el refuerzo (figura 53).

Este detalle se modificó sustituyendo el ángulo de 12 mm x 12 mm por un ángulo de 19 mm x 19 mm situado por debajo de la lámina y colocando por encima de ella una pletina de 3 mm. Se aumentó el número de remaches distribuyéndolos cada 150 mm; el ángulo fue instalado desde el apoyo de acero inoxidable hasta la cumbrera con 20 mm de separación desde el ángulo de la lámina para permitir la salida de agua y utilizando el mismo ángulo como elemento de tope de la bisagra de cumbre-

Figura 49
Tope lateral
modificado.



Figura 51
Refuerzo
borde lateral.

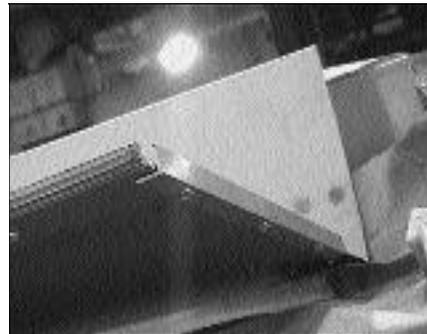


Figura 50
Modificación
de bisagra
propuesta.

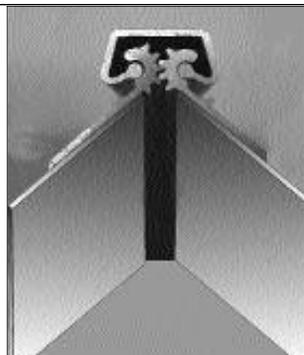
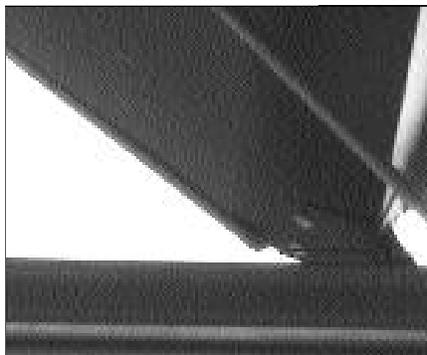


Figura 52
Dobleces en
las láminas
(producidos por
caminar
sobre ellas)



ra. Se observó una mejoría en el comportamiento de las láminas así modificadas, sin embargo, aún no tenemos datos acerca de su comportamiento a largo plazo.

6. Carros de Arrastre

Los carros de arrastre constituyen una de las piezas claves del mecanismo del techo así como unas de las más comprometidas por la geometría de las láminas: no sólo deben transmitir la fuerza del motor a las láminas sino que también deben adaptar sus movimientos de rotación y de traslación. La primera versión del carro (figura 54) constaba de una doble polea apoyada en el eje del soporte de la rueda de la primera lámina (B) y una segunda rueda, enfrente (A), conectadas ambas por un soporte metálico para evitar la rotación de la polea sobre el eje de la rueda, movimiento que atascaría el sistema al apoyarse la polea sobre el riel de aluminio (figura 55). A pesar de esta previsión, la rigidez del soporte de conexión no fue la adecuada, doblándose ante la fuerza ejercida por las guayas y haciendo que la polea se frenara contra el aluminio del riel/canal. Por otro lado, en esta primera versión no se producía contacto entre el carro y la segunda lámina, lo que generaba deformaciones en las láminas; en la segunda versión del carro se reforzó toda la pieza y se agregó un tope para obtener un buen contacto entre el carro y las láminas que éste empuja (figura 56). Se presentaba así mismo una tendencia a descarrilarse por lo que se añadieron topes laterales para mantener el carro dentro de la ca-

nal. Estos cambios mejoraron el funcionamiento de todo el sistema y permitieron que comenzara a plegarse y desplegarse sin contratiempos en la mayoría de los casos. Sin embargo, módulos que una vez habían funcionado bien, en otra ocasión se atascaban al arrancar el sistema a pesar de que las posibles causas de atascamiento se habían revisado y chequeado. Se cayó en cuenta que cuando el sistema arrancaba con los carros en la posición adecuada (uno precediendo al otro de acuerdo a la geometría de las láminas) el que está en el extremo de menor ancho del prisma debía moverse más lentamente que el otro, y cuando esto ocurría las láminas se plegaban y desplegaban sin problemas. En otras ocasiones esto no ocurría así, quedándose uno de los carros retrasado y haciendo que el ángulo entre ellos aumentara (figura 57) afectando todo el sistema. Se estudió la razón por la cual los carros tenían este comportamiento aleatorio al arrancar, observándose que cuando el motor arranca y las guayas presionan axialmente los carros, estos últimos rotan sobre el eje vertical y ocasionalmente toman posiciones donde los topes laterales presionan sobre el canal de aluminio, haciendo que el roce retrase un carro con relación al otro, siendo mayor el ángulo con respecto al riel así como la presión del tope sobre éste lo que produce el atascamiento del sistema. Este problema se trató de resolver colocando refuerzos laterales con ruedas de nylon con el fin reducir el roce (figura 58) no obteniendo el resultado esperado: la

Figura 53
Tope de bisagra superior roto.



Figura 55
Movimiento de rotación de la polea de arrastre. (Produce fricción sobre el riel).

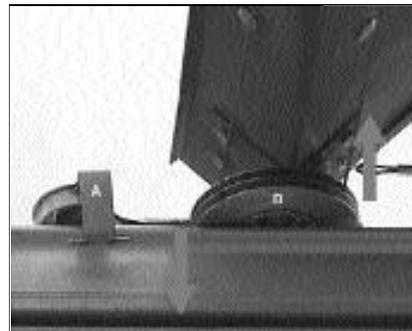
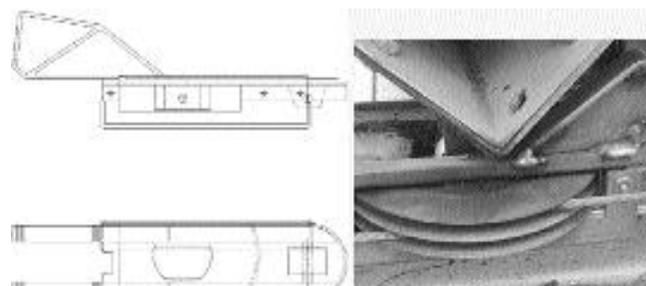


Figura 54
Carro versión inicial (proyecto).



Figura 56
Segunda versión del carro de arrastre con topes.



presión lateral es de tal magnitud que, al rodar las ruedas, levantan el carro lateralmente logrando atascarlo esta vez por rotación en el plano transversal al riel.

A pesar de las diversas modificaciones a las que se han sometido los carros, hasta los momentos no se ha obtenido una solución satisfactoria. Consideramos que el camino a seguir consiste en liberar al carro de la fuerza axial que producen las guayas incorporando una estructura externa frente a la primera lámina para soportar las poleas y conectar esa estructura a las láminas en forma tal que les otorgue suficiente libertad para realizar el movimiento de generado durante su plegado.

7. Topes

Cuando las láminas hacen contacto entre sí, la presión del empuje tiende a llevar el doblé de la lámina debajo de la siguiente. Para evitarlo se colocaron topes en forma de "L" que mantienen las láminas en posición (figura 59). Estos topes no se colocaron en el punto de apoyo de la rueda, lugar donde se inició, al azar, el efecto de resbalado del borde de la lámina, el cual, ayudado por la rueda, tendía a incrustarse sobre el borde del canal de aluminio bloqueando todo el sistema. Este aspecto fue solucionado colocando una pestaña soldada sobre el soporte de la rueda que retiene la lámina en posición (figura 60).

Figura 57
Esquema efectos del arranque fuera de tiempo de los carros.

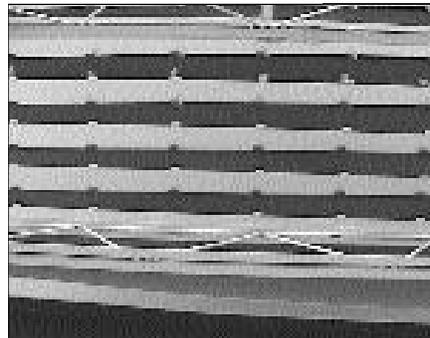
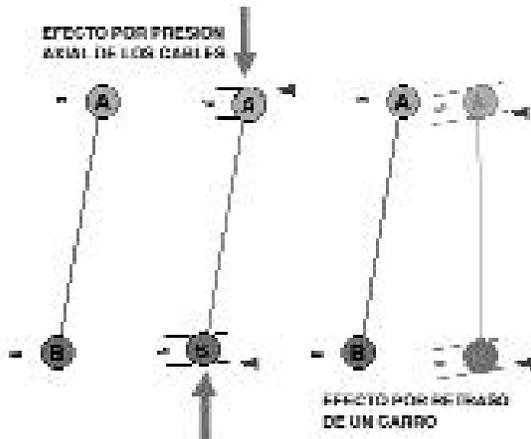


Figura 59
Topes en láminas.

Figura 58
Tercera versión del carro de arrastre con ruedas laterales.

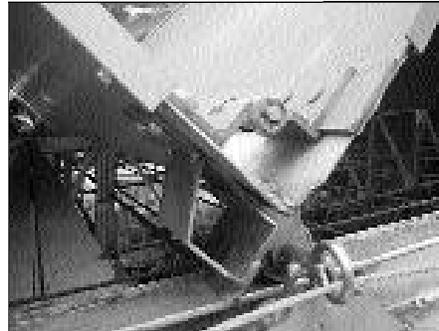
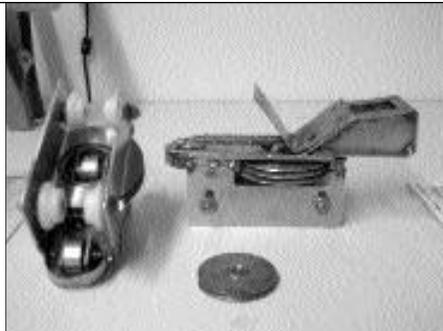


Figura 60
Nuevos topes sobre las ruedas.

Figura 61
Techo plegado vista lateral.

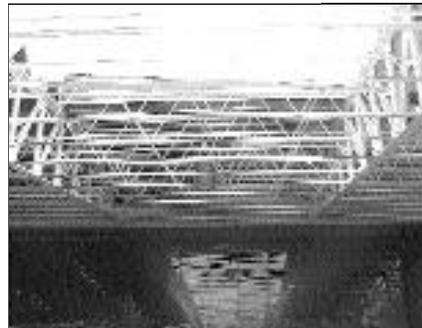
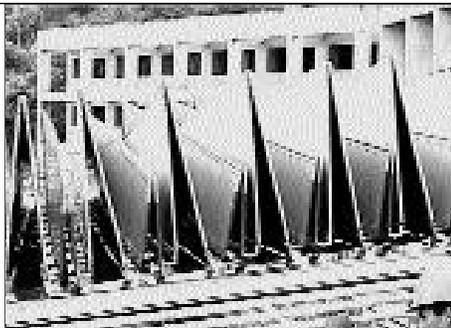


Figura 62
Techo plegado vista desde abajo.

Conclusiones

La geometría que se escogió para la cubierta es muy adecuada desde el punto de vista estructural y estético pero desde el punto de vista cinemático produce un movimiento múltiple de rotación y traslación que introduce complicaciones en los mecanismos de plegado con repercusiones en la confiabilidad del sistema. Por ejemplo, una geometría donde las aristas de las láminas fuesen paralelas simplificaría significativamente el sistema. La elección de la geometría es muy importante para el desempeño tanto estructural como cinemático de la estructura.

Se pueden construir cubiertas transformables de láminas rígidas delgadas con un buen desempeño estructural (figuras 61 y 62).

Se puede resolver el problema de estanqueidad de las juntas por la geometría de la propia lámina o por ingeniosas uniones mecánicas. Y se pueden obtener juntas móviles con un buen desempeño estructural.

Una buena solución de las juntas móviles permitirá un buen comportamiento cinemático del sistema. Las juntas deben estar diseñadas de manera que no acumulen suciedad o se corroan ya que esto traería graves problemas de mantenimiento en detrimento de la movilidad del sistema.

Referencias bibliográficas

- Arquitectura transformable*. Textos de Arquitectura, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla. Sevilla, 1993.
- Engel, H.(1979) *Sistemas de estructuras*. H. Blume Ediciones, Madrid.
- Hernández, C. (1987) "Deployable Structures". Tesis de grado para obtener el título de Master of Science in Architecture. MIT, Massachussets.
- Hernández, C.(1996) *New Ideas in Deployable Structures Mobile and Rapidly Assembled Structures II*, Computational Mechanics Publications, Southampton, UK.
- Hoberman, C.(1992) *The Art and Science of Folding Structures*. SITES Architecture, Lumen Inc.
- Pérez Piñero, E.(1992) *Estructuras desplegadas de Emilio Perez Piñero*. Fotoset S.A., España.
- Robbin, T.(1996) *Engineering A New Architecture*. Quebecor Eusey Press, Massachussets.

¡Productividad, solidaridad, honestidad y esfuerzo!

COOPERATIVAS

En Hidrocapital apoyamos el desarrollo de un modelo económico productivo y participativo, que genera bienestar y estabilidad. Ciudadanos trabajadores que manejan su propia empresa con una distribución equitativa de sus excedentes y con el rescate de los valores básicos de la solidaridad, la honestidad, el mérito y el esfuerzo!

Inversión
Bs. 2.959.307.823,61

350 Trabajadores
asociados

54 Técnicos

7 Profesionales

204 Obreros



RACIONALIDAD ENERGÉTICA

En el Área de habitabilidad de las Edificaciones el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) ha sido pionero en la investigación sobre el tema de los requerimientos de habitabilidad, con énfasis en la racionalidad energética de las edificaciones, a través de estudios sobre la técnica y los sistemas pasivos de ventilación.

Se suscribió el Convenio de cooperación entre la Universidad Central de Venezuela y el Ministerio de Energía y Minas dando como resultado la "Guía de operaciones. Ahorro de energía eléctrica en edificaciones públicas".

En el marco de la investigación Técnica de Reducción del Gasto Energético en edificaciones - Programa Agenda Ciudad / Fonacit N° 99009399 y con el apoyo financiero y logístico de C.A. La Electricidad de Caracas y el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) se elaboraron: el "Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico" y la "Guía del consumidor de energía eléctrica en viviendas y oficinas".

Para ampliar información sobre las guías y el manual visite la página web:

<http://www.arq.ucv.ve/idec/habitabilidad/racionalidad/>



Tecnologías para prevenir y mitigar desastres en zonas de alto riesgo

Mercedes Marrero / Augusto Márquez
IDEC/FAU/UCV

Resumen

Este artículo forma parte de un proyecto multinacional financiado por la OEA en el que participan Colombia, México, El Salvador y Venezuela destinado a estudiar cuatro barrios identificados como de alto riesgo en Cali, México D.F., San Salvador y Caracas, con el objetivo de detectar soluciones a su problemática a través de tecnologías socialmente apropiadas. El estudio establece una estrategia que –corriendo paralela a los grandes proyectos estatales de largo aliento– en el corto plazo contribuye a reducir la vulnerabilidad de estas comunidades ante desastres socio-naturales al tiempo que promueve vínculos estables entre los actores involucrados en la consolidación de cada barrio: la comunidad organizada, los organismos públicos y la academia. El concepto básico propone la participación de las comunidades en la búsqueda de su bienestar colectivo e integral recurriendo a la tecnología como agente reductor de la vulnerabilidad. En el caso de Caracas el área de estudio seleccionada se encuentra en el Barrio Julián Blanco, en el sector Petare Norte.

Abstract

This paper resumes the local contribution to a multinational project financed by the OAS, in it participate Colombia, Mexico, El Salvador and Venezuela. It realized the study of four Latin American neighborhoods valued as high risk, detecting feasible solutions to their problem through socially appropriate technologies. In it a parallel strategy is considered to the big state projects of long encouragement, that it contributes to reduce the vulnerability of these communities before the social and natural disasters in the short term. Likewise, it promotes stable bonds among the actors involved in the consolidation of each neighborhood: organized community, public organisms and academy.

Este artículo resume los resultados de la investigación realizada por un equipo interdisciplinario venezolano que participó en la ejecución de la primera etapa del proyecto multinacional homónimo, financiado por la Organización de Estados Americanos (OEA). En él participaron, además de Venezuela, Colombia, El Salvador y México, como coordinador.

El objetivo general de esta etapa del proyecto es estudiar cuatro desarrollos informales considerados como de alto riesgo socio-natural ubicados en cuatro ciudades latinoamericanas, con la finalidad de detectar vías de solución factibles a sus problemáticas particulares por medio de tecnologías socialmente apropiadas que permitan obtener resultados a corto plazo, incorporando la participación comunitaria conjuntamente con la del Estado y el ámbito académico. Estas ciudades son Caracas, Cali, San Salvador y México D.F.

En las dos etapas subsiguientes se pretende evaluar a través del intercambio de las experiencias la posibilidad de la aplicación de dichas tecnologías fuera de su ámbito natural de origen, así como la publicación y difusión del material elaborado como una contribución que motive la participación de las comunidades en la búsqueda de su bienestar colectivo e integral.

Descriptores:

Tecnologías socialmente apropiadas; Mitigación de riesgos socio-naturales; Consolidación de barrios; Sostenibilidad de la construcción

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 19-II, 2003, pp. 43- 49.
Recibido el 01/06/03 - Aceptado el 15/08/03

Una panorámica de los factores de riesgo socio-natural en Venezuela

El territorio venezolano, caracterizado por una gran variedad geográfica, presenta múltiples factores de riesgo de distinto origen, los cuales anualmente producen recurrentes situaciones de alerta, emergencia y desastre, alterando el normal desenvolvimiento y desarrollo de la sociedad, y demandando ingentes recursos para paliar sus efectos y consecuencias.

En Venezuela el riesgo hidrometeorológico por tormentas e inundaciones es multifactorial: masas de aire frío desde el norte en enero y febrero, la acción hacia el norte de la convergencia intertropical a partir de mayo, y la influencia de la temporada de huracanes en el Caribe a partir de junio, pero particularmente entre agosto y octubre¹.

El riesgo geológico de mayor actividad son los derrumbes y deslizamientos que anualmente producen recurrentes pérdidas materiales y de vidas (DIRN, 1994). En cuanto al riesgo sísmico, Venezuela está considerada como un país de moderada actividad telúrica, sin embargo, las regiones de la costa Norte y la Occidental, donde reside 80% de la población del país están zonificadas como zonas de alto riesgo y han sufrido los rigores de muchos terremotos cuyas consecuencias sobre las construcciones y la población han sido registradas históricamente².

Los riesgos epidemiológicos en el país (dengue, paludismo, y otros.) están principalmente asociados a las lluvias, a las inundaciones, al inadecuado manejo de la basura y, en general, a las precarias condiciones del hábitat (vivienda, alimentación, salud, educación y otros.)

El riesgo antrópico incluye tanto aspectos tecnológicos producto de una inadecuada planificación urbana y medidas de control como el de los brotes de violencia social típicos de las situaciones conflictivas de nuestros países.

Estos factores de riesgo, a pesar de su recurrencia, no han producido en nuestra población una adecuada valoración de la prevención, lo que ha dado lugar a un factor adicional de riesgo debido a la poca preparación de su población y de sus organizaciones públicas y privadas para actuar antes, durante y después de los eventos extraordinarios.

Una visión acerca de los factores de riesgo socio-natural en Caracas

Caracas es el epicentro del poder político, financiero y operativo del país, pero paradójicamente, por sus características geomorfológicas, de servicio y vitalidad, tiene una de las condiciones más vulnerables en casos de desastre.

La llamada "ciudad formal" cuenta con pocos puntos de acceso para su evacuación o para ingreso de ayuda y suministros, además se encuentra llena de obras que no responden tipológicamente a su condición de riesgo sísmico: inmensos viaductos, distribuidores viales elevados sobre un solo apoyo, desarrollos de todo tipo sobre áreas inestables, edificios con fachadas de vidrio y volúmenes prominentes que se muestran desvinculados de las especificidades de la urbe.

Así mismo, la llamada "ciudad informal" concentra a la mayoría de la población de precarios recursos, localizada principalmente en la periferia en asentamientos llamados "barrios" ³ que Rosas (1999b) define como "desarrollos urbanos autoproducidos", refiriéndose a extensas áreas de la ciudad que han sido informalmente edificadas sobre terrenos muy vulnerables, propensos a los deslizamientos de tierra y a las inundaciones. Esto es resultado de la acción incontrolada de una inmensa población excluida del acceso a las viviendas producidas por el sector público y privado en las zonas formalmente urbanizadas⁴.

Aproximación al área de estudio: Barrio Julián Blanco, Petare Norte, Caracas, Callejones-escaleras Rostejanos, Aguaticos I y Aguaticos II

Según explica Bolívar (2001a), el abordaje de las políticas de mejoramiento de barrios en Caracas se realizaba anteriormente de manera particular para cada asentamiento. En la actualidad se aborda por conjunto de barrios, lo cual requiere de la conformación de organizaciones que gestionen y mantengan los proyectos.

El conjunto de zonas de barrios que conforman Petare se encuentra sectorizado en áreas denominadas Unidades de Planificación Física (UPF), y éstas a su vez en Unidades de Diseño Urbano (UDU). De acuerdo al Plan Especial para la Ordenación Urbanística de la Unidad de Planificación Física Petare Norte (UPF-4) (INSURBECA⁵, 1999a), el barrio Julián Blanco forma parte de la Unidad de Diseño Urbano 4.4 Julián Blanco (UDU 4.4).

El área de estudio seleccionada dentro del barrio Julián Blanco agrupa el conjunto de personas que demostraron mayor capacidad de liderazgo comunitario en la búsqueda de soluciones a sus problemas cotidianos, concentradas en un sector formado por tres callejones-escaleras llamados Rostejanos, Aguaticos I y Aguaticos II, con una población aproximada de 100 familias (Rosas, 1999a).

Esta pequeña comunidad cuenta con una asociación civil llamada Fuerza Promotora, creada en 1996 por iniciativa de los propios habitantes, la cual estableció con-

tacto inmediato con las profesoras Teolinda Bolívar e Iris Rosas de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela, con la finalidad de llevar adelante un proyecto para mejorar el barrio y sus viviendas.

Estrategia metodológica para determinar la percepción de los actores sociales sobre los factores de riesgo socio-naturales

Para cumplir con los objetivos de este estudio se procede a la elaboración y aplicación de instrumentos que permitan conocer la percepción del riesgo de los habitantes de los callejones-escaleras Rostejanos, Aguacaticos I y Aguacaticos II, así como de los organismos que tienen injerencia en el tema de gestión urbana y riesgos.

En primer término los problemas principales son identificados por parte de los expertos que conforman el equipo de investigadores y luego se plantea la realización de talleres de inducción y discusión con representantes de la comunidad y los organismos oficiales involucrados donde con la ayuda de cuestionarios y guías preelaboradas se determina la percepción de riesgo de ambos actores, a fin de establecer compromisos de autogestión para la solución de dichos problemas con el apoyo de las instituciones competentes y mediante el uso de tecnologías socialmente apropiadas.

Este enfoque metodológico toma como referencia para el diseño de los cuestionarios y el desarrollo de los talleres la *Guía de trabajo para la elaboración de los mapas de riesgos comunales. Programa de preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación de Socorro en caso de Desastre* (Martorell, 2001).

Taller inicial de inducción y discusión con la comunidad de los callejones-escaleras Rostejanos, Aguacaticos I y Aguacaticos II, barrio Julián Blanco, Petare Norte, Caracas.

Con el objetivo en mente de validar los peligros y las prioridades de los miembros de la comunidad como mecanismo para estimular su desempeño en la solución de los problemas, los participantes se organizaron en grupos para discutir e intercambiar opiniones acerca de los aspectos que iban a analizar según su propia percepción.

A todos los que asistieron se les entregó una guía para orientar y registrar la información, en la cual se proponían diferentes escenarios de riesgo a considerar por los equipos. Luego de un período de inducción y discu-

sión, los miembros de la comunidad seleccionaron como los más importantes los temas de deslizamiento, inundaciones y epidemias, lo que pone en evidencia que los habitantes perciben los eventos en proporción directa a su recurrencia y sobre la base de la memoria de sus experiencias personales.

Un hallazgo significativo fue que no se le confirió ninguna importancia a los terremotos, a pesar de ser uno de los aspectos que representa mayores riesgos, tanto por su ubicación en zonas inestables como por la escasa calidad de las construcciones. En consecuencia, es importante que aun cuando se dirija la orientación de las acciones preventivas hacia la solución de los aspectos prioritarios definidos por la comunidad, se requiere motivar a los habitantes para que se interesen por la mitigación de los riesgos de terremoto.

Segundo taller de inducción y discusión con la comunidad del área de estudio y los organismos competentes

Para esta ocasión se convocó, además de los residentes del área de estudio, a representantes de los organismos locales competentes en gestión urbana y riesgos socio-naturales, con el objetivo de intercambiar información acerca de los planes y las obras dirigidas a la reducción de la vulnerabilidad del sector, así como de los mecanismos existentes o a instrumentar para la coordinación interinstitucional y con la comunidad. Bajo el mismo esquema metodológico se buscó determinar la percepción de riesgo de los representantes de los organismos oficiales a través de la inducción y el uso de cuestionarios y guías.

En esta oportunidad la asistencia fue escasa, tanto por parte de los miembros de la comunidad, representados sólo por los activistas de Fuerza Promotora, como por parte de los representantes de los organismos convocados CAMEBA⁶, FUNDASUCRE⁷, IPC SUCRE⁸ e IVIMIRANDA⁹, de los cuales sólo 25% se hicieron presentes. Sin embargo, la ocasión fue propicia para el contacto directo entre los residentes y los representantes de las autoridades locales, logrando establecer algunos vínculos y compromisos verbales para canalizar la acción comunitaria con el apoyo oficial para emprender futuras acciones a corto y mediano plazo.

Cabe destacar que la percepción del riesgo por parte de los representantes oficiales estuvo centrada en los grandes proyectos locales de infraestructura y servicios, cada uno desde el punto de vista y la prioridad de su institución.

Compilación y descripción de propuestas tecnológicas socialmente apropiadas para la prevención y mitigación de riesgos

En este aparte se compilan y describe un reducido número de propuestas tecnológicas que se enmarcan dentro de los conceptos de *sostenibilidad de la construcción* (Cilento, 1999), caracterizadas por sus bajos requerimientos en cuanto a equipamiento y mano de obra especializada, lo cual las hace apropiadas a la participación autogestionaria de la comunidad, con el apoyo de entes técnicos y financieros del sector institucional público y privado.

1. Mejoramiento de la vivienda

Las propuestas tecnológicas seleccionadas son aplicables a los planes de viviendas de sustitución en zonas de alto riesgo, como el propuesto por CAMEBA, y estarían centradas en el aparte de las estructuras y cerramientos.

Estas tecnologías constructivas, que listamos a continuación, provienen de investigaciones hechas en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), el cual está adscrito a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela:

- SIPROMAT: (Investigador: Arq. MSc. Alejandra González)
Sistema constructivo cuyo componente básico está constituido por una lámina de acero galvanizado de calibre 0,45 mm, la cual es perfilada en frío para brindarle rigidez y capacidad estructural por intermedio de la silueta resultante. Se emplea para la conformación del cerramiento portante y de la losa de entrepiso y el techo, en edificaciones de hasta dos pisos.
- OMNIBLOCK: (Investigador: Arq. MSc. Mercedes Marrero)
Basado en la técnica tradicional de la mampostería, la propuesta racionaliza tanto la pieza del bloque de concreto como los procesos de ejecución de obra, al aplicar criterios de modulación donde se utiliza un solo componente tanto para los cerramientos portantes como para las losas de entrepiso y techo, para edificaciones de hasta dos pisos con propiedades sismo-resistentes.
- ALVEOPLACK: (Investigador: Arq. Augusto Márquez)

Es una placa de fundación superficial técnicamente concebida para ser empleada en edificaciones de desarrollo progresivo de hasta dos pisos implantadas sobre suelos con amenaza geotécnica, y se conforma a partir de un único componente prefabricado de concreto sin armar que por agrupación y rotación permite la conformación de un sustrato que moldea el vacío de las nervaduras que serán armadas de acuerdo con las especificaciones de proyecto.

2. Protección contra la erosión o deslave de taludes

En este aparte se recogen propuestas tecnológicas con diversos enfoques, desde las que tratan de aprovechar materiales de desecho hasta las que buscan racionalizar el recurso producido por la industria, sin embargo, todas promueven el recurso de la mano de obra no especializada y abren también la posibilidad de la participación comunitaria técnicamente asesorada y supervisada:

- PNEUSOL¹⁰: Sistema francés para estabilización de taludes con base de neumáticos de desecho, geotextil y relleno de tierra (Nguyen y otros, 1989).
- Muros de Gaviones¹¹: Son estructuras usualmente constituidas por superposición de rocas dentro de cestas metálicas hechas con malla de doble torsión (MACCAFERRI, 2002).
- Sistema TAKOS¹²: Sistema de contención y estabilización de taludes a base de elementos prefabricados de concreto rellenos de tierra (TAKOCRET Soluciones Constructivas, 2002).

3. Instalaciones sanitarias y salubridad

- Planta portátil de tratamiento de agua¹³: Dispositivo hidroneumático simple y de bajo costo para la purificación de agua, ensamblado a partir de un bidón plástico corriente, un filtro de agua doméstico, una bomba de aire para bicicleta y materiales comunes de plomería (Holmes, 1993).
- Sistema Típico de Captación de Aguas Pluviales en Techos (STCAPT)¹⁴: Se basa en usar una superficie de captación, usualmente el techo de la casa, para recoger la lluvia dirigiéndola por tuberías hacia tanques de almacenamiento, siendo posible recolectar agua suficiente para toda la estación seca (FONVIS, 1994).

- Escaleras prefabricadas con drenaje de aguas pluviales¹⁵: Bajo esta denominación se recogen varios ejemplos de alternativas de concreto, tanto del ámbito industrial como de una propuesta elaborada en el seno del IDEC como trabajo final de Maestría (Gentile, 1999).
- Alcantarillados de pequeño diámetro con tanque interceptor¹⁶. Cuenta con tres componentes principales: la conexión domiciliar que recolecta las aguas residuales de la casa, un tanque interceptor que separa las partes sólidas y un sistema de alcantarillas de pequeño diámetro que acarrea las aguas residuales hacia una planta de tratamiento (FONVIS, 1994).
- Letrina de pozo mejorada con ventilación¹⁷: El pozo que está bajo la letrina se coloca ligeramente hacia atrás de la estructura, lo que facilita el acceso a la hora de vaciarlo. Se instala un tubo de ventilación para permitir la salida de olores y su extremo superior se tapa con una malla fina que actúa como una trampa para insectos (FONVIS, 1994).

Conclusiones y recomendaciones: la tecnología como agente reductor de la vulnerabilidad

En Venezuela, al igual que en muchos países de América Latina, las condiciones de riesgo ante desastres socio-naturales son factores que han incrementado su relevancia en los últimos años, debido a la progresiva ocurrencia de estos eventos extraordinarios vinculados, entre otros factores, al aumento de la pobreza y al descontrolado avance de los procesos de expansión y densificación urbana.

En consecuencia, la atención del problema social y económico tiene que ser abordado como medida de mitigación fundamental, ya que estos aspectos condicionan la posibilidad de éxito de la planificación y la tecnología, pues " la pobreza es la mayor dificultad de la sociedad para asumir las tareas de prevención, mitigación, preparación, y para generar capacidades de rehabilitación en el caso de un desastre mayor", (Cilento, 2000).

Así mismo, también se requiere de mecanismos de coordinación de los esfuerzos y recursos destinados a la problemática ya que en el país, a pesar de la puesta en vigencia de una plataforma legal constituida por el Decreto 1557 con Fuerza de Ley de la Organización Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres (Gobierno Nacional, 2001), que permitiría la articulación de organis-

mos y comunidades para la reducción de riesgos, esto no se ha convertido en una realidad tangible pues todavía está pendiente el tema de las competencias y la definición de prioridades.

Igualmente necesario es identificar las acciones que los vecinos pueden emprender con el asesoramiento de los organismos competentes y de los especialistas, a fin de lograr la reducción de sus condiciones de vulnerabilidad mediante la autogestión, en forma paralela al desarrollo de los planes de mayor envergadura.

Esta modalidad requiere de una estrategia para promover la difusión de los planes de los organismos, sus programas de acompañamiento social y los medios para la participación de la comunidad en la toma de decisiones, a fin de lograr su incorporación como factor activo de cambio de las condiciones de vulnerabilidad, pues como se evidenció en la realización de los talleres con los residentes del área de estudio, el grado de desesperanza y escepticismo acumulado de los habitantes por tantos años produce interferencia en sus posibilidades organizativas y en el fortalecimiento de la comunidad para obtener una representación válida como interlocutor de los planes del Estado y lograr en algún grado la reducción efectiva de sus factores de riesgo.

En cuanto a la compilación de las tecnologías incluidas en el estudio, éstas fueron seleccionadas básicamente en función de sus posibilidades de ser incorporadas a planes de autogestión inmersos en políticas integrales bajo la orientación dada en la Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos Hábitat II¹⁸, celebrada en Estambul en 1997 (ONU, 1997).

En conclusión, se considera que el aporte de la tecnología para la reducción de la vulnerabilidad en zonas de alto riesgo está supeditado al entendimiento de ésta como parte de un complejo grupo de factores de índole política, económica y social. En tal sentido, dadas las complicaciones y los niveles de incertidumbre de los planes de largo plazo, deben emprenderse estrategias paralelas para que las comunidades asuman de forma inmediata y con propiedad su responsabilidad para reducir los riesgos ante desastres socio-naturales, contando con la asesoría y el efectivo apoyo de los programas y organismos municipales y estatales.

Más allá de los logros materiales, el cambio de actitud frente a la prevención y la incorporación de la gestión de riesgos a la vida cotidiana serán factores clave para alcanzar el desarrollo sustentable de nuestros países.

Notas

1 Las tormentas tropicales de gran magnitud afectan las costas venezolanas con un período de retorno entre 15 y 20 años, sin embargo, entre 15% a 20% de ellas pueden alcanzar velocidades de viento tipo huracanado (118 km/h o más), cuyos períodos de retorno oscila entre 60 y 120 años (Grases, 1994).

2 En las regiones andina, occidental y costa Norte de Venezuela se han registrado en los últimos cinco siglos 32 terremotos con consecuencias graves sobre las edificaciones y la población. (Vivas, 1999).

3 Denominación equivalente a la de "ciudades miseria", favelas y otras más en Latinoamérica.

4 Se estima que aproximadamente dos terceras partes de la población residenciada en el área metropolitana de Caracas vive en estas zonas autoproducidas.

5 Empresa universitaria adscrita al Instituto de Urbanismo (IU) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV),

6 Caracas Mejoramiento de Barrios.

7 Fundación para el Desarrollo del Municipio Sucre, Estado Miranda.

8 Instituto de Protección Civil del Municipio Sucre, Estado Miranda.

9 Instituto de la Vivienda del Estado Miranda.

10 En Venezuela existen elevados volúmenes de neumáticos usados convertidos en basura, que requieren de una inversión para su disposición final.

11 Aquí se abre la posibilidad del empleo de material de desecho debidamente seleccionado, como por ejemplo escombros de vialidad, estructuras de concreto y otros.

12 La siembra de vegetación con raíces extensas y superficiales termina de consolidar la función de contención o estabilización del talud.

13 La desinfección se obtiene agregando cloro al recipiente de presión y la utilizando un filtro de fibra que contenga carbón activado puesto que éste elimina material en suspensión y el sabor desagradable de cloro residual que pueda quedar en el recipiente.

14 En las áreas de alta pluviosidad esta es una alternativa importante. Al usar como colector el techo de la misma vivienda en el tubo bajante del canal debe colocarse un filtro casero (1 metro de tubo de PVC de 6 pulgadas de diámetro, relleno con capas alternas de carbón, piedra lavada y arena), sobre todo para el agua de consumo.

15 Con algunas variantes en cuanto a los detalles de los componentes, las propuestas guardan vínculos comunes en cuanto al uso de elementos prefabricados que pueden ser ensamblados en obra con la participación comunitaria técnicamente asesorada y supervisada. Se complementan con tanquillas para captación y distribución de tuberías.

16 El sistema de alcantarillado de pequeño diámetro cuesta alrededor de la mitad que los sistemas convencionales debido a que los sólidos no son llevados por las tuberías.

17 La letrina mejorada de pozo ventilado es una tecnología en la que los costos se mantienen bajos porque puede ser construida con materiales y mano de obra locales.

18 Declaración de Estambul: "Prevenir los desastres provocados por el hombre, incluyendo desastres tecnológicos mayores, mediante el aseguramiento de regulaciones y otras medidas adecuadas para evitar su ocurrencia, y reducir los impactos de desastres naturales y otras emergencias en los asentamientos humanos a través de mecanismos apropiados de planificación y recursos para rápidas respuestas, centradas en la gente, que promuevan una suave transición del auxilio a la rehabilitación, reconstrucción y desarrollo, tomando en cuenta dimensiones culturales y sostenibles; y reconstruir asentamientos afectados por desastres, de una manera que reduzca los riesgos futuros y haga los asentamientos reconstruidos accesibles a todos los afectados" (ONU, 1997).

Referencias Bibliográficas

Baldó, J. y Villanueva, F. (1994) "Sobre la cuestión de la urbanización de los barrios", *SIC*, año LVII, n° 568: 340-346.

Baldó, J. y Villanueva, F. (2000) "Dimensión social y política del Programa Nacional de Viviendas para el año 2000", *SIC*, año LXIII, n° 623: 104-105.

Bolívar, Teolinda (2002) Contribución al proceso de habilitación integral del barrio Julian Blanco en Caracas, Venezuela. Mimeo. Caracas.

Bolívar, Teolinda (2001a) Avatares en los procesos de habilitación de los barrios populares. Entre sueños y realidades. Casos San Salvador, La Habana y Caracas. Mimeo. Tinaco, Venezuela.

Bolívar, Teolinda (2001b) Contribución al proceso de habilitación integral del Barrio Julián Blanco. Mimeo. Caracas.

Bolívar, Teolinda (1995) "Urbanizadores y Constructores para ser Ciudadinos. Creaciones de Vida en la Necesidad", *Urbana*, n° 16-17: 31-52, Caracas.

Bolívar, Teolinda y otros (1993) *Densificación y vivienda en los barrios caraqueños. Contribución a la determinación de problemas y soluciones*. Ediciones de MINDUR-CONAVI. Caracas.

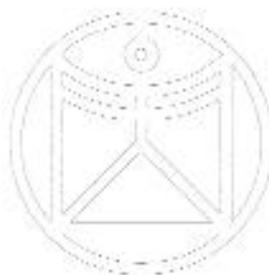
Camacho, Olinto (1997) Regularización de la tenencia de la tierra en los barrios. Mimeo. Caracas.

Cilento, Alfredo (2002) Hacia una cultura de seguridad y prevención de desastres. Mimeo. Caracas.

Cilento, Alfredo (1999) *Cambio de paradigma del hábitat. Colección Estudios*. UCV. CDCH. IDEC. Caracas.

Cilento, Alfredo (1997) "Tecnologías de construcción alternativas, apropiadas y apropiables", *Entre Rayas* 22: 10-11, Caracas.

- Cilento, Alfredo (1995) "Vulnerabilidad metropolitana. El caso de Caracas", *Urbana*, n° 16-17: 138-149, Caracas.
- Delgado, J. (1999) Planificación para la reducción de los riesgos ambientales urbanos. Mimeo. Caracas.
- DIRN-Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (1994) Informe Nacional de Venezuela. Mimeo. Yokohama, Japón.
- Franceys, R. y otros (1994) *Guía para el Desarrollo in situ*. Organización Mundial de la Salud-OMS. Ginebra, Suiza.
- FONVIS-Fondo de Inversión Social de Venezuela (1994) *Recursos y tecnologías alternativas para el mejoramiento del medio ambiente y la calidad de vida de las poblaciones de escasos recursos*. Ediciones de FONVIS. Caracas.
- Gentile, I. (1999) Sistema constructivo EDPCA. Mimeo. IDEC-FAU-UCV. Caracas, Venezuela.
- GEOTIAL Prefabricados. (2002) Material promocional. Mimeo. Caracas.
- Gobierno Nacional (2001) Decreto con Fuerza de Ley de la Organización Nacional de Protección Civil y Administración de Desastres. Decreto N° 1557. Gaceta Oficial Extraordinaria 5.557 del 13-11-01. Caracas, Venezuela.
- González, A. (1997) "¿Cómo competir con el bloque, el cemento y la cabilla... y no morir en el intento?", *Entre Rayas*, 22: 15-19. Caracas.
- Grupo de Investigación (S/F) "La Producción de los Barrios Urbanos. Unidad de Diseño Urbano 4.4 Julián Blanco". Mimeo. Caracas.
- Grases, J. (1994) *Venezuela: amenazas naturales. Gráficas Monfort*. Caracas.
- Habitantes del barrio Julián Blanco (2001) "Los vecinos del barrio Julián Blanco expresamos nuestras opiniones en la mejora del barrio", en *Voces solidarias*. Contribución a la participación para el diseño, Ediciones FAU-UCV/CONAVI. Caracas.
- Holmes, D. (1993) Planta portátil de tratamiento de agua. Fundación Zumaque. Mimeo. Caracas.
- INSURBECA (1999a) Plan Especial para la ordenación urbanística de la Unidad de Planificación Física Petare Norte (UPF-4). Mimeo. Caracas.
- INSURBECA (1999b) Concurso de ideas para una propuesta de habilitación física de las zonas de barrios UPF4 Petare Norte, UDU4.4 Julián Blanco. Mimeo.
- MACCAFERRI (2002) Material promocional. Formato digital. Caracas.
- Márquez, A. (2002) Componente modular prefabricado de concreto para placa de fundación superficial reticular alveolada. Una opción para la vivienda de bajo costo sobre suelos con amenaza geotécnica. Mimeo. Caracas.
- Marrero, Mercedes (2001) "Mampostería estructural de bloques de concreto. Proceso de diseño de la tecnología Omni-block", *Tecnología y Construcción*, n° 17-III: 43-62, Caracas.
- Marrero, Mercedes (2000) *Diseño y riesgos. Hacia una arquitectura pertinente*. Ediciones de la Biblioteca de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV. Caracas.
- Martorell, R. y otros (2001) *Guía de trabajo para la elaboración de los mapas de riesgos comunales. Programa de preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación de Socorro en caso de Desastre*. Ediciones OMS-OPS-EIRD. San José, Costa Rica.
- Nguyen y otros (1989) Le Pneusol léger. Mimeo. París.
- OEA-Organización de Estados Americanos (1993) *Desastres, planificación y desarrollo. Manejo de amenazas naturales para reducir los daños*. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales. Ediciones de la OEA. Washington, D.C.
- ONU (1997) Habitat Agenda and Istanbul Declaration. Mimeo. Organización de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos Hábitat II. Estambul, Turquía.
- PRECAST de Venezuela (1998) Escalera Canal. Mimeo. Caracas.
- PROHIDRA S.C. (2000) *Manual de Barrios*. Formato digital. HIDROCAPITAL. Caracas, Venezuela.
- Rosas, I. (1999a) Estudio preliminar para la elaboración de un proyecto de mejora de las viviendas y sus espacios en las escaleras Rostejanos, Aguacaticos I y Aguacaticos II. Barrio Julián Blanco en Petare. Mimeo. Caracas.
- Rosas, I. (1999b) Vulnerabilidad de los desarrollos urbanos auto-producidos. Mimeo. Caracas.
- Rosas, I. (1996) "Por un Sistema Nacional de Asistencia Técnica al Hábitat de los Pobladores de Bajos Ingresos. Una Contribución", en *La cuestión de barrios*. Monte Avila Editores. Fundación Polar-UCV. Caracas.
- Salomón Construcciones C.A. (2001) Proyecto de habilitación física de la Unidad de Diseño Urbano Julián Blanco (UDU 4.4/ UPF 4) Petare Norte. Mimeo. Caracas.
- TAKOCRET Soluciones Constructivas (2002) Material promocional. Caracas, Venezuela. Vivas, V. (1999) *Principios para la conservación de bienes culturales inmuebles: conservación de emergencia*. Ediciones del Instituto del Patrimonio Cultural. Caracas, Venezuela.



Fue creado en diciembre de 1978, teniendo su origen en la experiencia de más de diez años del Centro de Investigaciones Urbanas y Regionales - CIUR. Desde su creación como Instituto, su directriz fundamental ha sido *la búsqueda de la armonía del hombre con el espacio y con el territorio.*

El IFAD es un ente especializado en la investigación, en el campo del diseño y construcción de edificios, del análisis y planificación de ciudades, del análisis y acondicionamiento del ambiente. En estos campos de investigación, el IFAD busca especializarse sobre los sistemas de relación del hombre con el espacio desde el nivel micro-ambiental (hombre y recinto arquitectónico) hasta el nivel macro-ambiental (hombre y territorio).

El IFAD asume la misión de ser una organización académica de vanguardia y proyección a nivel mundial, con pertinencia en los procesos de transformación y desarrollo del hábitat humano en el ámbito nacional, con alta rentabilidad económica y social independiente de la localización física de sus integrantes.

La experiencia del IFAD 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 asesorías, realización de estudios y proyectos para otros organismos (extensión). Además el IFAD, colabora en la función docente de las escuelas de Arquitectura y Diseño Gráfico de LUZ; organiza o colabora en eventos científicos; edita o coedita publicaciones científicas; y mantiene relaciones con organismos de diversa índole.

El objetivo principal de IFAD 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.

S
O
V
I
T
E
J
O
B
O

Áreas Prioritarias de Investigación

Sistemas Urbanos-Regionales

Estudiar lo concerniente a las políticas urbanas aplicadas y la formulación de planes y proyectos urbanos y de territoriales.

Sistemas 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 una arquitectura más confortable e identificada con nuestro medio, así como la optimización de los recursos energéticos.

Sistemas Constructivos

Estudiar el sistema actual de producción del hábitat urbano, de manera integral y multidisciplinaria, considerando el desarrollo general del sector inmobiliario y de la construcción, sea este formal o informal.

Sistemas de Información para la construcción y el desarrollo urbano

Desarrollar metodologías que contribuyan a la automatización de procesos de trabajo y sistemas de información dentro del campo de la arquitectura y el urbanismo.

recursos
tecnológicos

Cubículos, talleres, salones de clases, usos múltiples y reuniones
Unidad de clima y arquitectura
Estación Meteorológica Urbana
Patio de Experimentación Ambiental
Unidad de Geomática Urbana
Servicios Telemáticos
Unidad de Hipermedios
Unidad de Documentación e Información



Elementos constructivos con PET reciclado

Rosana Gaggino

Centro Experimental de la Vivienda Económica de Córdoba (Argentina)

Resumen

En esta investigación se propone utilizar un método novedoso en la fabricación de elementos constructivos a partir del reciclado de un material de costo muy bajo: el polietileno-tereftalato (PET) proveniente de botellas de gaseosas descartadas, el cual es incorporado en mezclas cementicias que dan como resultado un hormigón liviano que permite el reemplazo de una tecnología muy arraigada en la sociedad latinoamericana para la construcción de viviendas, como es la mampostería de ladrillo común de tierra cocida. Se trata de una alternativa ecológica porque el proceso de elaboración de los elementos constructivos no es contaminante del medio ambiente al tiempo que –al recuperar y reciclar parte de unos desechos cada vez mayores– permite reducir la producción de residuos y la contaminación en las grandes ciudades.

Abstract

In this research we propose a new fabrication method of construction elements through the recycling of a low cost material: Polyethylene Terephthalate (PET) coming from disposed soda bottles. This material would be incorporated to cement mixes, which results in a light concrete that allows the substitution of a technology highly rooted in Latin American with respect to construction: firebricks masonry. It is an ecological alternative since the elaboration of construction elements is not pollutant and at the same time it reduces pollution in big cities through the recycling of waste material.

Este trabajo se ha realizado en el CEVE-Centro Experimental de la Vivienda Económica de Córdoba (Argentina), instituto de investigación dependiente de CONICET-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, en el cual se desarrollan elementos constructivos para la vivienda de interés social fabricados con materiales reciclados, con el doble propósito de contribuir a paliar la crisis habitacional del país y a la descontaminación del medio ambiente, dos problemas de importancia indiscutible.

Esta propuesta constituye una alternativa más económica que las soluciones tradicionales porque para la fabricación de elementos constructivos se recicla un material de costo muy bajo: el polietileno-tereftalato (PET) proveniente de botellas de gaseosas descartadas, el cual es incorporado en mezclas cementicias que dan como resultado un hormigón liviano que se aplica en ladrillos, bovedillas bloques y placas de cerramiento lateral.

Se trata de una alternativa ecológica porque el proceso de elaboración de los elementos constructivos no es contaminante del medio ambiente y permite aprovechar un material de descarte, evitando la quema o acumulación del mismo en basurales, o su enterramiento en el predio sanitario municipal.

También se propone el reemplazo de una tecnología muy arraigada en la sociedad latinoamericana para la construcción de viviendas, como es la mampostería de ladrillo común de tierra cocida (elaborado con un recurso no renovable) que, por sus dimensiones y condiciones físicas, ha resultado un material constructivo de aceptación universal. No obstante, su forma de producción, a partir de la extracción de la capa de tierra superficial vegetal (*humus*) y el posterior quemado en grandes hornos a cielo abierto constituye un verdadero problema ecológico ya que produce desertificación del suelo, contaminación atmosférica (por el humo generado) y tala de árboles para obtener la leña necesaria para el funcionamiento del horno.

Descriptores:

Polietileno-tereftalato (PET); Autoconstrucción "ecológica".

TECNOLOGIA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 19-II, 2003, pp. 51-64.
Recibido el 12/11/02 - Aceptado el 30/04/04

En esta investigación se presenta una alternativa para la realización de mampuestos y paneles que, continuando o mejorando las ventajas del ladrillo común, puedan ser producidos sin las consecuencias negativas indicadas.

Se trata pues de una tecnología "limpia y limpiadora", "apropiada y apropiable", posibilitadora de la autoconstrucción y generadora de nuevas fuentes de trabajo.

La materia prima

A raíz del incremento internacional del precio del petróleo, el polietileno-tereftalato (PET) se ha valorizado y ha dejado de ser considerado como un residuo, constituyéndose –a partir de su reciclado– en materia prima de diversos productos.

En la ciudad de Córdoba el PET reciclable se puede adquirir en la Planta de Recolección Diferenciada de Residuos ubicada próxima al predio de enterramiento sanitario municipal de Bower. Dicha planta es explotada por la cooperativa privada Villa Inés, la cual recibe parte de los residuos domiciliarios urbanos que recolecta la empresa concesionaria del servicio (actualmente la empresa CLIBA).

La planta comercializa el PET a distintas empresas en grandes packs y a un costo muy bajo¹.

Según datos provistos por la empresa CLIBA, la cantidad de material reciclable disponible por esta vía es muy abundante: "La cantidad de residuos que produce nuestra ciudad, cuya población es de 1.500.000 de habitantes aproximadamente, es de 40.000 a 42.000 ton/mes.(...) Sólo se recicla una parte, la cual se separa, clasifica y comercializa en una Planta de Recolección Diferenciada.

La recolección diferenciada de residuos con el propósito de obtener materiales reciclables abarca sólo algunos barrios de Córdoba (600.000 habitantes) y se realiza una vez por semana, siendo tarea de cada uno de los vecinos de la ciudad hacer el acopio para ese día en bolsas que serán recogidas por la empresa.

Por ese motivo, solamente 3.000 ton/mes ingresa a la planta clasificadora de residuos de la empresa. Este material es cartón, bolsas plásticas, latas de aluminio, vidrio y polietileno-tereftalato (PET).

La cantidad de PET reciclado que vende esta planta a diferentes empresas es aproximadamente 35 ton/mes².

La cantidad de PET que se encuentra en la basura urbana es sin embargo mucho mayor si se toman en cuenta las botellas que van mezcladas con los residuos comunes y que podrían reciclarse si se ampliara el circuito de recolección diferenciada de materiales reciclables,

abarcando más barrios, y si la población tomara conciencia de la importancia del reciclado y colaborara separando mayor cantidad de residuos útiles. Si esto se hiciera el reciclado podría reducir la cantidad de desechos que se disponen actualmente en el predio de enterramiento sanitario municipal, con lo cual se disminuirían los costos que debe pagar el Estado para la disposición de los mismos así como las consecuencias ambientales no deseadas.

También habría que considerar los envases de PET tomados de la basura urbana que no llegan al servicio de recolección de residuos municipal, porque son llevados en carros con caballos por recolectores domiciliarios marginales particulares los cuales a su vez lo venden a comerciantes mayoristas, quienes posteriormente los venden a empresas que los usan como materia prima para sus productos. No hay datos oficiales sobre la cantidad de material reciclado recolectado de este modo.

Por último, numerosas fábricas en nuestra ciudad embotellan agua mineral soda, gaseosas y jugos con envases de PET. Parte de su producción posee fallas de fabricación o se deteriora durante su manipuleo antes de ingresar al circuito comercial; estos envases son los que pueden ser reciclados. Para ilustrar sobre la cantidad de este tipo de residuos, se puede considerar, por ejemplo, que "una fábrica embotelladora pequeña como la cordobesa Jurado produce 160 kg/mes de botellas falladas"³ y que "una fábrica de mediana envergadura como la cordobesa Pritty, cuya producción promedio de botellas es de 70.000 packs/día, tiene un rezago de 0,05 %. Esto equivale a 400 kg/mes de rezago"⁴.

La ventaja de la utilización de los envases provenientes de las fábricas embotelladoras es que se trata de un material prácticamente limpio, por lo cual no es necesario proceder al lavado de los mismos antes de triturarlos para fabricar los elementos constructivos. En cambio, los envases provenientes de la recolección de la basura urbana suelen estar sucios y es necesario lavarlos, por razones de higiene, antes de triturarlos. El lavado consiste solamente en sumergirlos en agua fría y escurrirlos; no hay necesidad de esterilizarlos como cuando se destinan a un uso alimenticio,

Vale la pena destacar que no hay peligro para la salud humana por el uso de elementos constructivos con PET reciclado, pues las partículas de este material quedan recubiertas por la pasta cementicia, y además la superficie de los elementos constructivos se revoca con un mortero común de albañilería, elaborado con materiales pétreos convencionales (cemento, cal y arena).

Vemos entonces que en una ciudad mediana como Córdoba la producción de PET es significativa, y que es fácilmente reciclable, lo cual sustenta la validez del desarrollo de una investigación como la que se presenta en esta publicación.

La demanda de PET para fabricar elementos constructivos con la tecnología descrita es muy importante, pero puede ser satisfecha por la oferta local. Por ejemplo: cada ladrillo de 13 cm. x 26 cm. x 5 cm. lleva para su elaboración 300 gr de PET; y cada placa de techo de 40 cm x 163 cm x 6 cm lleva para su elaboración 15 kg de PET. Para construir una vivienda de 36 m² se necesitan 5.500 ladrillos y 64 placas de techo. Por lo tanto, para construir esta vivienda hacen falta 2.610 kg de PET. Siendo el peso promedio de una botella de PET 55 gr, esto equivale a 47.454 botellas. Un plan de 100 viviendas de este tipo ejecutable en 7 meses demandaría 261 ton de PET en total, a razón de 35 ton por mes que es la producción mensual total de PET reciclable de la Planta de Recolección Diferenciada de Residuos de Bower.

Esta cantidad de PET ocupa un volumen enorme (considerando que sólo un *pack* de envases aplastados de aproximadamente 400 kg. de peso mide 1,5 m de ancho por 1,5 m de largo por 1,5 m de altura, es decir que su peso específico es 178 kg/m³), por lo que es indispensable ir triturando el material a medida que es acopiado, lo cual reduce sustancialmente el volumen a ocupar (el peso específico del PET triturado es 570 kg/m³, es decir tres veces menor).

Objetivos del trabajo

- Reemplazar en parte los áridos tradicionales de un concreto o mortero por partículas de PET reciclado, con el fin de obtener elementos constructivos más livianos, de mejor aislación térmica y más ecológicos.
- Abaratar costos en la construcción de viviendas de interés social.
- Dar un destino útil a parte de la basura urbana, con una visión ecológica.
- Reemplazar en parte sistemas constructivos tradicionales (por ejemplo, la mampostería de ladrillos comunes de tierra cocida) que producen a la larga deterioro del medio ambiente.
- Desarrollar una tecnología apropiada para la autoconstrucción y la autogestión, para generar nuevas fuentes de trabajo y organización comunitaria para sectores de escasos recursos.

Antecedentes

Existen numerosos ejemplos a nivel nacional e internacional de utilización de plásticos reciclados en elementos constructivo entre los cuales están:

- Los materiales fabricados con fibras de madera ligados con polímeros fundidos (ambos materiales de desecho) desarrollados por el Arq. Juan Giaccardi de la Escuela Federal de Lausana, Suiza (cf. Nicod, 1990).
- Las viguetas y bloques elaborados con arena y PET proveniente de envases descartables, producidos por la empresa Eco & Red de Esteban Echeverría, Provincia de Buenos Aires en Argentina (cf. " Productos desechados de plástico y PET se convierten en placas, bloques y viguetas" , en *La Nación*).
- Las placas de revestimiento elaboradas con poli-propileno proveniente de bolsas de plástico y parachoques de autos, mezclados con fibras de madera, lino o yute, producidas por la Fábrica Woodstock, de Quilmes, provincia de Buenos Aires.
- Los juegos de jardín, pasamanos, señales viales, etc. fabricados con plásticos procedentes de embalajes reciclados por la empresa Innovaciones Plásticas de Madrid (IMADE, 1996).
- Los paneles con termoplásticos provenientes de residuos sólidos urbanos, combinados con papel, cartón o viruta de madera, obtenidos en el Centro Tecnológico Gaiker del País Vasco, España (cf. Instituto Tecnológico Gaiker, 1997).
- Las placas TEPLAK elaboradas con *tetrabricks* provenientes de envases de bebidas descartables molidos, ligados con polímeros, que se comercializan ampliamente en nuestro país (cf. TEPLAK, 1997).
- Las numerosas composiciones patentadas en Estados Unidos (ver referencias de patentes citadas en la bibliografía, al final de este trabajo).

– En todos los trabajos mencionados, que se han analizado como antecedentes, se han utilizado materiales plásticos descartables en elementos constructivos.

En algunos casos se han obtenido productos de alta calidad utilizando tecnologías complejas, con procesos altamente mecanizados y automatizados, impracticables en nuestro medio por su alto costo.

La originalidad del trabajo desarrollado en esta investigación es que se utiliza una tecnología barata, de fácil aprendizaje, adecuada para la ejecución de viviendas económicas y ecológicas, tema con mínimos antecedentes en nuestro país.

Características de los elementos constructivos

Costo

Los cerramientos realizados con placas de PET o con mampuestos de PET cuestan menos que otros realizados con soluciones tradicionales, como podemos ver en el cuadro 1. Los cálculos detallados de los precios de la placa con PET, del bloque con PET y del bloque común se proporcionan en los cuadros 2, 3 y 4.

La economía está basada en los aspectos siguientes:

Gran parte de la materia prima es muy económica o gratuita (el PET).

La técnica de fabricación es muy simple, fácilmente reproducible por personal no especializado. El costo de mano de obra no es mayor que el requerido para fabricar un hormigón "común" (con áridos convencionales: grancilla y arena gruesa).

No es necesaria una infraestructura de gran envergadura para producir el material.

Las placas se fabrican en taller, pueden ser manipuladas por dos operarios y permiten un montaje de la obra rápido, lo cual permite economía de mano de obra y tiempo y, en consecuencia, una inmediata solución para familias con necesidades urgentes. Se ahorra también en material de unión entre elementos y en transporte.

Hay un "ahorro a largo plazo" por la reducción de la contaminación del medio ambiente, mediante el reciclado de materiales de descarte.

Peso

Los cerramientos realizados con mampuestos o placas elaborados con PET son livianos por el bajo peso específico de la materia prima (570 kg/m³). Su peso es sustancialmente menor al de otros cerramientos tradicionales que se usan para la misma función, como podemos ver en el cuadro 5.

Conductividad térmica

Los cerramientos fabricados con PET son malos conductores del calor, por lo que proveen una excelente aislación térmica, superior a la de otros cerramientos tradicionales, como podemos ver en el cuadro 6.

Resistencia mecánica

Un cerramiento realizado con placas de PET tiene una resistencia similar a la de otros cerramientos realizados con elementos constructivos tradicionales (cuadro 7).

Por su resistencia, las placas de PET pueden ser utilizadas en viviendas de hasta dos pisos de altura con losas de hormigón, con estructura independiente, o con cubiertas livianas como chapas de zinc, sin estructura independiente.

Absorción de agua

Los mampuestos con PET tienen una baja absorción de agua, por ser el PET un material muy impermeable (ver cuadro 8).

Comportamiento a la intemperie

Las placas y mampuestos con PET, en ensayos preliminares realizados en el CEVE, fueron dejados a la intemperie durante un año y sometidos a la lluvia y al sol, período durante el cual no presentaron alteraciones dimensionales ni daños aparentes. Faltan completar ensayos normalizados en el INTI-Instituto Nacional de Tecnología Industrial de la República Argentina.

Aptitud para el clavado y aserrado

Las placas y mampuestos con PET son fáciles de clavar y aserrar, según ensayos preliminares realizados en el CEVE, por lo que tienen aptitud para constituir sistemas constructivos no modulares.

Cuadro 1
Precios de cerramientos

Tipo de Cerramiento	Precio (\$/m ²)
Mampostería de ladrillos comunes de tierra de 15 cm. de espesor	19,6
Mampostería de ladrillos cerámicos huecos de 18 cm. de espesor	12,56
Mampostería de bloques de hormigón de 20 cm. de espesor	23,84
Placa de hormigón tradicional, de cemento, grancilla y arena	11,1
Placa monolítica con PET de 5 cm. de espesor	8,9

Fuente: *Revista Vivienda*, n° 480, julio de 2002, Buenos Aires.
El precio del cerramiento con placa de PET obedece a cálculos propios.

Cuadro 2

Cálculo del precio de un bloque con PET

A - Costo de Materiales ¹						
Materiales	Unidad	Cómputo	Precio Unitario ²	Precio por Item		
Cemento	kg	1.810,00	0,31	561,10		
PET	kg	1.810,00	0,00	0,00		
Arena gruesa	m3	5,00	20,00	100,00		
Subtotal A				(pesos) \$ 661,10		
B - Costo de Mano de Obra ³						
Operarios	Unidad	Cómputo	Precio Unitario (PU)	Carga Social (CS)	PU + CS	Precio por Item
Oficial	hora	26,40	4,37	3,95	8,32	219,53
Ayudante	hora	52,80	1,58	1,43	3,01	158,75
Subtotal B						(pesos) \$ 378,28
Total A + B						(pesos) \$ 1.039,38
C - Otros Costos ⁴						
Concepto	% de A + B	Precio por Item	Observaciones			
Amortización	3	31,58	Comprende uso de hormigonera, moldes, moedor.			
Gastos Generales	5	51,97	Comprende alquiler del terreno y electricidad.			
Beneficio	12	124,73	Del empresario dueño del negocio			
Subtotal C		US \$ 207,88				
Total A + B + C =		(pesos) \$ 1.247,26 / 1.000 bloques				
Precio final de 1 bloque =		(pesos) \$ 1,2 = US \$ 0,33				

1 Los precios no incluyen IVA.

2 Los precios unitarios de materiales y mano de obra fueron tomados de la Revista Vivienda, n° 480, julio de 2002, Buenos Aires.

3 El trabajo de mano de obra comprende el molido del PET, la elaboración de los bloques así como el moldeado, estibado y curado. No se incluye descarga de los bloques en obra ni flete.

4 La cotización del dólar para el momento de realizar el cálculo era de US \$ 1 = 3,60 pesos.

Datos Técnicos:

Dosificación: Cemento 1: PET 4: Arena gruesa 4 (en proporción de volúmenes)

Medidas: 20 x 20 x 40

Fecha de actualización: abril 2003

Cálculo para 1.000 bloques

Datos de fábrica: producción diaria de 303 bloques; N° de operarios: 1 oficial y 2 ayudantes

Cuadro 3
Cálculo del precio de un bloque común

A - Costo de Materiales ¹						
Materiales	Unidad	Cómputo	Precio Unitario ²	Precio por Item		
Cemento	kg	1.666,00	0,31	516,46		
Arena gruesa	m3	9,33	20,00	186,60		
Subtotal A				(pesos) \$ 703,06		
B - Costo de Mano de Obra ³						
Operarios	Unidad	Cómputo	Precio Unitario (PU)	Carga Social (CS)	PU + CS	Precio por Item
Oficial	hora	26,40	4,37	3,95	8,32	219,53
Ayudante	hora	46,00	1,58	1,43	3,01	138,30
Subtotal B					(pesos) \$ 357,84	
Total A + B					(pesos) \$ 1.060,90	
C - Otros Costos ⁴						
Concepto	% de A + B	Precio por Item	Observaciones			
Amortización	3	31,83	Comprende uso de hormigonera, moldes, moledor.			
Gastos Generales	5	53,04	Comprende alquiler del terreno y electricidad.			
Beneficio	12	127,31	Del empresario dueño del negocio			
Subtotal C		(pesos) \$ 212,18				
Total A + B + C =		(pesos) \$ 1.273,08 / 1.000 bloques				
Precio final de 1 bloque =		(pesos) \$ 1,27 = US \$ 0,35				

1 Los precios no incluyen IVA.

2 Los precios unitarios de materiales y mano de obra fueron tomados de la Revista Vivienda, n° 480, julio de 2002, Buenos Aires.

3 El trabajo de mano de obra comprende el molido del PET, la elaboración de los bloques así como el moldeado, estibado y curado. No se incluye descarga de los bloques en obra ni flete.

4 La cotización del dólar para el momento de realizar el cálculo era de US \$ 1 = 3,60 pesos.

Datos Técnicos:

Dosificación: Cemento 1 : Arena gruesa 8 (en proporción de volúmenes)

Medidas: 20 x 20 x 40

Fecha de actualización: abril 2003

Cálculo para 1.000 bloques

Datos de fábrica: producción diaria de 303 bloques; N° de operarios: 1 oficial y 2 ayudantes

Cuadro 4

Cálculo del precio de una placa con PET

A - Costo de Materiales ¹						
Materiales	Unidad	Cómputo	Precio Unitario ²	Precio por Item		
Cemento	kg	875,00	0,31	271,25		
PET	kg	855,00	0,00	0,00		
Hierro del 4,2	varilla	55,00	2,00	110,00		
Subtotal A				(pesos) \$ 271,25		
B - Costo de Mano de Obra ³						
Operarios	Unidad	Cómputo	Precio Unitario (PU)	Carga Social (CS)	PU + CS	Precio por Item
Oficial	hora	8,00	4,37	3,95	8,32	66,53
Ayudante	hora	24,00	1,58	1,43	3,01	72,16
Subtotal B						(pesos) \$ 138,68
Total A + B						(pesos) \$ 409.933,00
C - Otros Costos ⁴						
Concepto	% de A + B	Precio por Item	Observaciones			
Amortización	3	12,30	Comprende uso de hormigonera, moldes, molador			
Gastos Generales	5	20,50	Comprende alquiler del terreno y electricidad.			
Beneficio	12	49,19	Del empresario dueño del negocio			
Subtotal C		(pesos) \$ 81,99				
Total A + B + C =		(pesos) \$ 491,92 / 50 placas				
Precio final de 1 placa =		(pesos) \$ 9,8 = US \$ 2,73				

1 Los precios no incluyen IVA.

2 Los precios unitarios de materiales y mano de obra fueron tomados de la Revista Vivienda, n° 480, julio de 2002, Buenos Aires.

3 El trabajo de mano de obra comprende el molido del PET, la elaboración de las placas así como el moldeado, estibado y curado. No se incluye descarga de las placas en obra ni flete.

4 La cotización del dólar para el momento de realizar el cálculo era de US \$ 1 = 3,60 pesos.

Datos Técnicos:

Dosificación: Cemento 1 : PET 3 (en proporción de volúmenes)

Medidas: 240 cm x 41 cm x 5,6 cm

Fecha de actualización: abril 2003

Cálculo para 50 placas

Datos de fábrica: producción diaria de 50 placas; N° de operarios: 1 oficial y 3 ayudantes

Cuadro 5

Peso específico de cerramientos

Tipo de Cerramiento	Peso Especifico (kg/m ³)
Mampostería de ladrillos comunes de tierra	1.578
Mampostería de ladrillos cerámicos huecos	855
Mampostería de bloques de hormigón	1.000
Placa de hormigón tradicional, de cemento, grancilla y arena	2.400
Placa monolítica con PET	840

El peso específico de la placa de PET fue obtenida en el Laboratorio de Ensayos del Departamento Estructuras de la Universidad Nacional de Córdoba.

Fuente: Chamorro, H. Funciones de las paredes.

Cuadro 6

Conductividad térmica de cerramientos

Tipo de Cerramiento	Conductividad Térmica I (W/mK)
Muro de mampostería de ladrillo común 15 cm. de espesor revocado ambos paramentos	2,67
Idem anterior de 30 cm. de espesor	1,88
Muro de ladrillo cerámico hueco 15 cm. de espesor revoque común ambos paramentos	2,16
Idem anterior 20 cm. de espesor	1,86
Bloque de mortero de cemento 20 cm. de espesor relleno de agregado liviano y revoque común en ambas caras	1,48
Placa con PET, de 10 cm. de espesor, con revoque común en ambas caras	0,18

La conductividad térmica de la placa de PET fue obtenida en el Laboratorio de Ensayos del INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial de la República Argentina).

La medición de la conductividad térmica se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en las Normas IRAM 11559 (Determinación de la resistencia térmica y propiedades conexas en régimen estacionario. Método de la placa caliente con guarda), ASTM C 177 (Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurement and Thermal Transmission Properties by means of the Guarded Hot Plate Apparatus) and ISO 8302 (Thermal Insulation. Determination of Steady-State Thermal Resistance and Related Properties Guarded Hot Plate Apparatus).

Fuente: Chamorro, H. Funciones de las paredes.

Cuadro 7

Resistencia a la compresión axial y a la flexión de cerramientos

Tipo de Cerramiento	Resistencia a la Compresión Axial Carga Máxima de Rotura (Kg)	Resistencia a la Flexión Carga Máxima de Rotura (Kg)
Placa de ladrillos comunes de 5 cm de espesor	3.465	166
Placa de ladrillos de PET de 5 cm de espesor	3.468	147,5
Placa monolítica de PET de 5 cm de espesor	2.040	91,7

Para la medición de la resistencia a la compresión se siguieron los lineamientos de la norma IRAM 11588; y para la medición de la resistencia a la flexión se siguieron los lineamientos de la norma IRAM 11555.

IRAM representa a la Argentina ante la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y el Comité MERCOSUR para Normalización (CMN).

Fuente: Todos los valores de resistencia mecánica fueron obtenidos en el Laboratorio de Ensayos del Departamento Estructuras de la Universidad Nacional de Córdoba.

Cuadro 8

Absorción de agua en elementos constructivos

Tipo de Cerramiento	Absorción de Agua (%)
Ladrillo común	21,6
Ladrillo con PET	9,7

Fuente: Todos los valores de absorción de agua fueron obtenidos en el Laboratorio de Ensayos del Departamento Estructuras de la Universidad Nacional de Córdoba.

Adherencia de revoques

De acuerdo con ensayos preliminares realizados en el CEVE las placas y mampuestos con PET, por su alta rugosidad superficial, permiten recibir revoques con morteros convencionales.

A este respecto vale la pena destacar que, variando la dosificación, se consiguen diferentes características. A medida que aumenta la relación cemento / PET se obtiene mayor resistencia, durabilidad y peso específico aparente, con mayor costo, y disminuyen la capacidad de aislación térmica, la capacidad de absorción de agua del material, así como la facilidad para el clavado y aserrado.

Procedimiento de elaboración

Se utiliza polietileno-tereftalato (PET) procedente de botellas de gaseosas descartables. En el caso de que las botellas estén muy sucias, se debe proceder a un mínimo lavado superficial con agua fría.

Se tritura con una máquina para obtener partículas con las siguientes dimensiones: 2 - 7 mm x 2 - 7 mm, espesor: 0,1 - 0,2 mm.

Se miden en volúmenes las cantidades de PET, de cemento y eventualmente de arena gruesa necesarias según la dosificación elegida y se las coloca en una hormigonera.

Se mezcla hasta obtener una distribución homogénea de partículas.

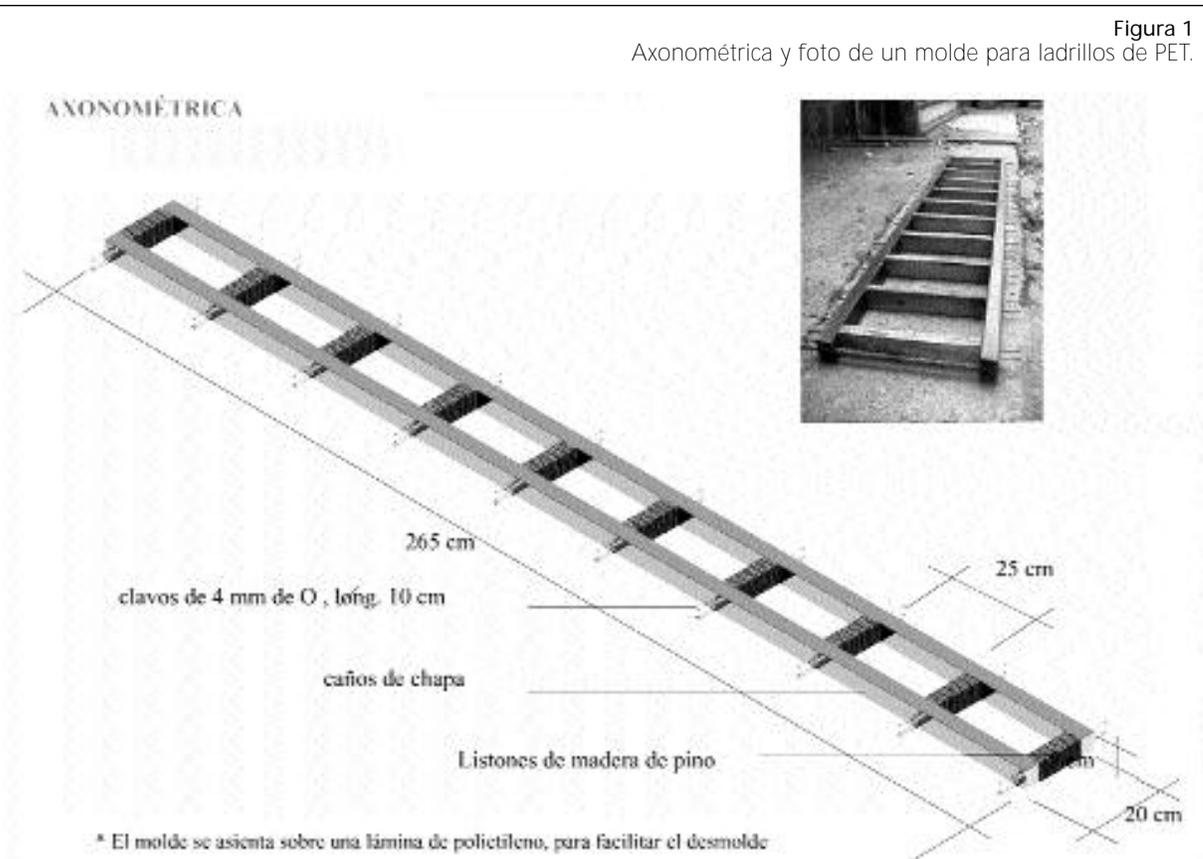
Se incorpora el agua, y se mezcla hasta obtener una consistencia uniforme.

En el caso de utilizar esta mezcla en bloques, se vierte la mezcla en una máquina bloquera común, de las mismas que se usan para fabricar bloques de hormigón con cemento y arena.

En el caso de utilizar la mezcla en ladrillos, ésta se vierte en moldes aceitados cuyo diseño se puede ver en la figura 1, y se deja reposar 24 horas. Se desmoldan los ladrillos fabricados y se acomodan para su curado sumergidos en agua (la figura 2 muestra el aspecto de un ladrillo terminado).

A los 28 días de haber sido elaborados estos ladrillos pueden ser utilizados en obra, para mampostería o placas de ladrillos, siguiendo el procedimiento A).

En el caso de utilizar esta mezcla en placas monolíticas, se seguirá el procedimiento B.



Procedimiento A: para fabricar placas de ladrillos con PET

Se utiliza un molde de chapa o de madera cuyo diseño se puede ver en la figura 3. El mismo debe ser ubicado sobre piso bien nivelado y alisado.

Se ubican los ladrillos elaborados con PET dentro del molde, según la disposición que se puede observar en la figura 4.

Se realiza el colado de las juntas hasta la altura de la mitad de los ladrillos utilizando un mortero común de albañilería consistente en una mezcla con una parte de cemento por 3 partes de arena gruesa, en proporción de volúmenes.

La armadura de hierros que se describe en la figura 4 se coloca sobre las juntas de mortero.

Se coloca el mismo mortero descrito sobre las armaduras, hasta completar la altura de las juntas.

Se realiza un barrido cementicio con una escoba mojada, sobre la superficie de la placa, desparramando la mezcla sobrante.

A las 4 horas se realiza el desmolde de la placa que se deja reposar durante 24 horas antes de ser movilizada para su estiba y curado.

A la semana puede ser utilizada en obra. En la figura 5 se puede observar el aspecto de la placa terminada.

Procedimiento B: para fabricar placas monolíticas con PET

Se utiliza un molde de chapa o de madera cuyo diseño se puede ver en las figuras 6 y 7. El mismo debe ser ubicado sobre piso bien nivelado y alisado.

Figura 2
Foto de un ladrillo de PET.



Figura 3
Axonométrica y foto de un molde para placas de ladrillos de PET.

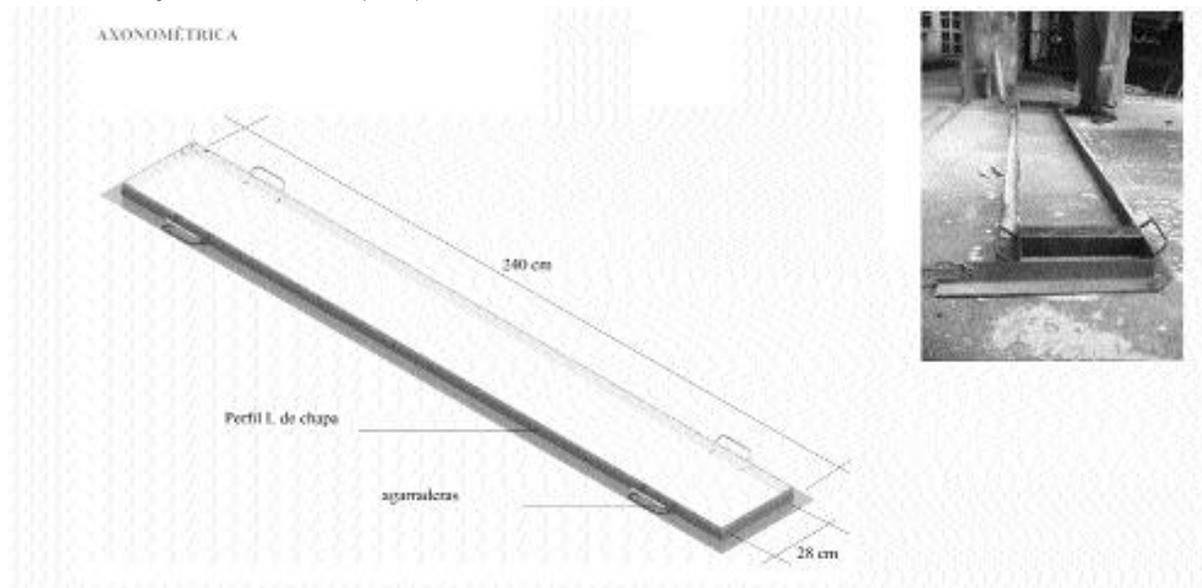


Figura 4
Planta, vistas y axonométrica de una placa de ladrillos de PET.

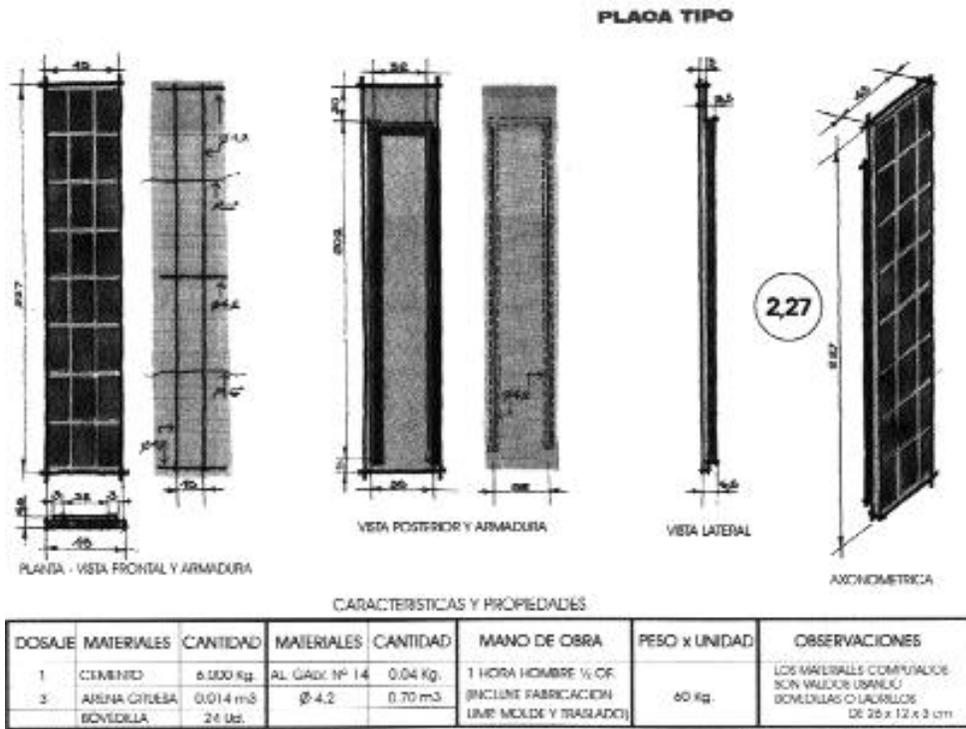


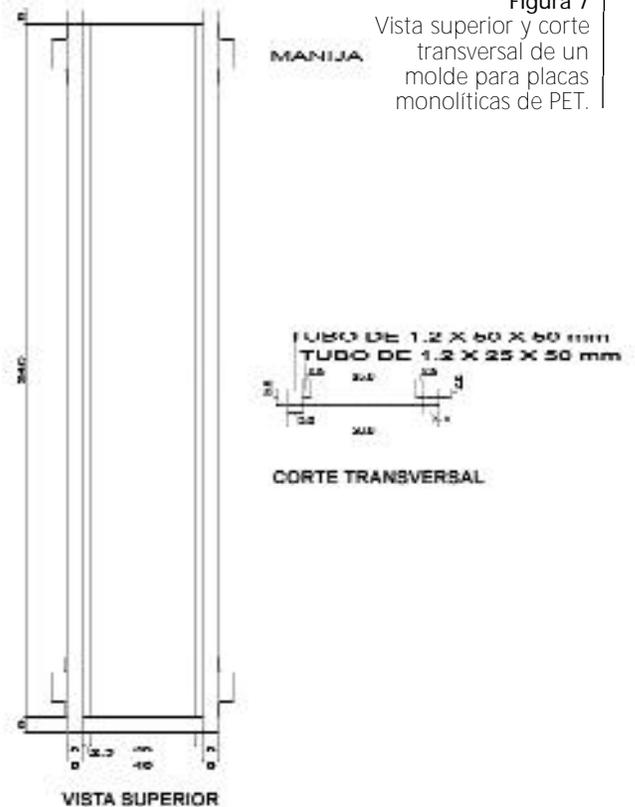
Figura 5
Foto de placas de ladrillos de PET.



Figura 6
Foto de un molde para placas monolíticas de PET.



Figura 7
Vista superior y corte transversal de un molde para placas monolíticas de PET.



Se realiza la mezcla cementicia con PET.

Se aplica una primera capa de la mezcla en el molde, hasta completar una altura de 1 cm.

Se coloca una armadura de hierros tipo "parrilla" cuyo diseño se puede ver en la figura 8.

Se vierte el resto de la mezcla hasta completar la altura del molde.

Se alisa con una madera.

Se desmolda a las 4 horas. La placa puede ser movilizada 3 días después, para ser llevada a estiba y curado.

El curado consiste en mojar con agua para que la placa permanezca húmeda (se puede cubrir con plástico para que pierda menos humedad).

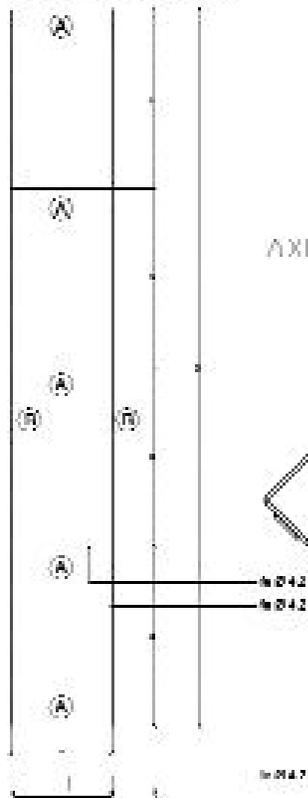
A los 28 días de ser elaborada puede ser utilizada en obra. En la figura 9 se puede observar el aspecto de la placa terminada.

Figura 8
Vista superior, corte transversal y axonométrica de la armadura "parrilla" de una placa de PET.



Figura 9
Foto de placas monolíticas de PET.

VISTA SUPERIOR



AXINOMÉTRICA



CONEXIONES REINFORZADO

- (A) Longitud = 70 mm - esp. B
- (B) Longitud = 200 mm - esp. A

CORTE TRANSVERSAL

Conclusiones

Los nuevos elementos constructivos desarrollados utilizando PET reciclado son una alternativa posible para la ejecución de cerramientos de construcciones, más ecológica, más económica, más liviana y de mejor aislación térmica que la mampostería de ladrillos comunes de tierra cocida que se utiliza tradicionalmente en nuestra región, y presenta una resistencia mecánica similar.

El PET reciclado utilizado en los elementos constructivos desarrollados reemplaza parcialmente a los áridos de un hormigón convencional (grancilla y arena gruesa) para ciertos usos específicos con la ventaja de que tiene un bajo peso específico aparente por lo que el hormigón realizado con ellos es más liviano y tiene mala conductividad térmica por lo que el hormigón realizado con ellos provee una mejor aislación térmica.

Por su bajo costo y tecnología simple los elementos constructivos desarrollados son especialmente aptos para viviendas y construcciones de interés social.

Generan una fuente de trabajo para personas de escasos recursos, tanto en la etapa de recolección de la materia prima como en la de elaboración de los elementos constructivos.

Esto es de interés permanente para la Institución donde se desarrolló esta investigación (CEVE) buscando cubrir necesidades socio-económicas y ambientalistas de los sectores mayoritarios y pobres de nuestro país.

Esta tecnología pionera en la "construcción ecológica" (ya que recicla un material que actualmente se acumula o entierra en gran cantidad, con un proceso de fabricación no contaminante; y evita la desertificación del suelo que produce la elaboración del ladrillo común de tierra cocida al cual reemplaza), constituye un paso adelante en la búsqueda de un desarrollo regional sustentable, con positivo impacto ambiental.

Notas

1 El precio del PET reciclado durante el año 2003 fue de 0,14 \$/kg, que equivale a 0,046 US \$/kg.

2 Información suministrada por el Ing. Hugo Scacchi, Jefe de Tratamiento y Disposición final de residuos de CLIBA (actual concesionaria de la recolección de basura domiciliaria de Córdoba); dato del año 2002.

3 Información suministrada por José Antonio Jurado, propietario de la empresa embotelladora Jurado, ubicada en Villa Corina, Córdoba; dato del año 2003.

4 Información suministrada por el Ing. Néstor Schachner, gerente de Control de Calidad de la fábrica Pritty, ubicada en Córdoba; dato del año 2003.

Referencias Bibliográficas

Chamorro, H. "Funciones de las paredes". (completar)

IMADE-Instituto Madrileño de Desarrollo (1996) "Innovaciones plásticas", en Iniciativas de desarrollo local, Madrid, 1996. (completar)

Instituto Tecnológico Gaiker (1997) Catálogo de Productos, País Vasco, 1997.

Idelsohn, A. (2003) "Hacer con desechos", en Revista Nueva, n° 628, pp. 16-19, julio de 2003, Córdoba, Argentina.

Kruk, W. (2001) "Construyendo con lo que se descarta", en Vivienda Popular, n° 8, pp. 33-35, abril de 2001, Montevideo, República Oriental del Uruguay.

Nicod, G. (1990) "Paneaux isolants pour Bariloche. Un projet d'Ingenieurs du Monde", en Polyrama n° 87, diciembre de 1990, Escuela Politécnica Federal de Lausana.

Rocha, L. (2002) "Productos desechados de plástico y PET se convierten en placas, bloques y viguetas", diario La Nación, 30 de junio de 2002, Buenos Aires, Argentina.

- TEPLAK (1997) Folleto técnico de la empresa, Buenos Aires, Argentina.
- En Internet: Patentes sobre materiales plásticos reciclados, en <http://www.patft.uspto.gov>, información actualizada al 20/08/2002:
- "Articles from mixed scrap plastics", número: 5.073.416, propiedad de: General Electric Company, autores: Avakian, Roger y Parekh, Shashi, fecha: 17 de diciembre de 1991.
 - "Asymmetric structural insulated panel", número: 6.205.729, autor: Porter, William, fecha: 27 de marzo de 2001.
 - "Building block with insulated center portion", número: 5.983.585, autor: Spakousky, John, fecha: 16 de noviembre de 1999.
 - "Cement mix and method for producing reinforced building sheets from a cement mix", número: 5.030.287, propiedad de: Fibronit S.R.L., autor: Magnani, Silvio, fecha: 9 de julio de 1991.
 - "Cementitious composition", número: 4.058.406, autor: Raponi, Dante, fecha: 15 de noviembre de 1977.
 - "Composite building materials from recyclable waste", número: 5.789.477, propiedad de: Rutgers, The State University, autores: Nosker, Thomas y Renfree, Richard, fecha: 4 de agosto de 1998.
 - "Concrete molding with improved acid resistance", número: 5.691.050, propiedad de: Hoechst Aktiengesellschaft (DE), autores: Berg, Volkmar y Rinno, Helmut, fecha: 25 de noviembre de 1997.
 - "Manufacture of molded composite products from scrap plastics", número: 5.075.057, autor: Hoedl, Herbert, fecha: 24 de diciembre de 1991.
 - "Method for producing composite material of plastic and rubber", número: 4.795.603, autor: Nagayasu, Nobuhiko, fecha: 3 de enero de 1989.
 - "Method for recycling plastic into cementitious building products", número: 5.422.051, autor: Sawyers, John, fecha: 6 de junio de 1995.
 - "Pre-fabricated building system for walls, roofs and floors using a foam core building panel and connectors", número: 5.921.046, propiedad de: Recobond Inc., autores: Hammond Jr. y Warren, Scott, fecha: 13 de julio de 1999.
 - "Pre-fabricated title board", número: 5.816.005, autor: Han, Eddie Eui In, fecha: 4 de septiembre de 1996.
 - "Process and installation for recovering usable materials from waste material containing metals and non metals", número: 4.034.861, propiedad de: Stamicarbon B.V, autores: Fontein, Freerk y Dreissen, Hubert, fecha: 12 de julio de 1977.
 - "Rubber composition obtained by recycling scrap material", número: 5.948.827, autores: Lupo, Joaquin y Tre, Luis Jacinto, fecha: 7 de septiembre de 1999.
 - "Thermoplastic polymer concrete structure and method", número: 4.427.818, autor: Prusinski, Richard, fecha: 24 de enero de 1984.
 - "Waste treatment process", número: 5.302.331, autor: Jenkins, Robert, fecha: 12 de abril de 1994.

Programa AlBan Becas de Alto Nivel de la Unión Europea para América Latina

Dr. Arq. Milena Sosa
Directora Comisión de Estudios de Postgrado FAU-UCV

En 2002, la Comisión Europea adoptó el Programa ALBAN, un programa de becas de alto nivel dirigido específicamente a estudiantes provenientes de América Latina para la formación a nivel de postgrado en universidades de reconocido prestigio en Europa.

El objetivo es "fortalecer la cooperación entre la Unión Europea y América Latina en materia de educación superior, y contribuir a aumentar las oportunidades de empleo de los postgraduados y profesionales de Latinoamérica en sus países de origen, mejorando su experiencia y conocimientos" ¹.

Para optar a este programa se deben cumplir los siguientes requisitos².

- Ser ciudadano de uno de los 18 países elegibles de América Latina, con residencia en uno de ellos.
- Haber completado los estudios mínimos necesarios que den acceso a estudios universitarios de postgrado, como maestría o doctorado, en la Unión Europea, o bien ser profesional de uno de los países elegibles de América Latina que desee conseguir formación especializada o actualización en la Unión Europea.
- Estar respaldado por una institución de enseñanza superior u organización reconocida en el país de origen.
- Haber sido aceptado por una institución de enseñanza superior o centro de formación superior en la Unión Europea.
- Demostrar su reintegración, como miembro activo, en cualquier organización de su país de origen, una vez que termine el período de educación / formación en la Unión Europea.

Es importante resaltar que el programa ha previsto que sean los propios países beneficiarios los que se responsabilicen de escoger a los beneficiarios de las becas para lo cual cada año, con base en ciertos requisitos de admisión, se eligen los especialistas nacionales que actuarán como árbitros para evaluar las candidaturas bajo normas y reglas establecidas y a través de una herramienta informática que permite al evaluador acceder a la base de datos y obtener en línea la información aportada por el solicitante y seguidamente emitir su opinión de manera inmediata también a través de un instrumento informático diseñado para tal fin.

Con el objeto de ser lo más imparcial posible el evaluador recibe las candidaturas bajo códigos de identificación; así mismo el programa prevé que los evaluadores no reciban postulaciones de su mismo país de origen. Para aquellos profesionales que deseen registrarse como posibles evaluadores en la página Web del Programa AlBan se presentan los requisitos de elegibilidad y el instrumento para dotar de información al programa sobre el Curriculum Vitae de la persona interesada en ser designada como evaluador.

Resultados de la 1ª Convocatoria de Becas del Programa ALBAN³

Para la 1ª convocatoria, anunciada el 20 de diciembre de 2002 para iniciar estudios en septiembre de 2003 postularon 6.525 personas de las cuales 4.010 fueron becadas (61,4 %); de ellas, 55 % fueron acordadas a personas de sexo masculino y 45 % al femenino.

Con relación al tipo de formación, 55,88 % fueron admitidos para cursar estudios doctorales, 37,70 % para estudios de maestría y 5,36 % para cursos de especialización.

De los seleccionados, 18,35 % provenía de Brasil, 13,35 % de Colombia, 13,39 % de Argentina, 12,79 % de México, 8,35 % de Venezuela, 8,17 % de Perú, 7,83 % de Chile, 5,33 % de Cuba y el restante 7,45 % de los otros países latinoamericanos.

Con respecto a los países de recepción, 63,04 % optó por España, 12,86 % por el Reino Unido, 7,93 % por Francia, 5,33 % fue a Portugal, 3,31 % a Alemania, 2,69 % a Italia y el restante 4,84 % se repartió entre los otros países de la CE. Estos resultados permiten inferir que el uso del español como lengua madre determina que sea España el país escogido por un altísimo porcentaje de los postulantes seguido por el Reino Unido por el predominio de inglés como principal lengua extranjera hablada en nuestros países latinoamericanos.

Con relación a las áreas de estudio seleccionadas, éstas se distribuyeron de la siguiente manera: 49 % Ingeniería y Tecnología, 36 % Ciencias Sociales, 23 % Ciencias Empresariales, 21 % Ciencias Naturales, 18 % Derecho, 17 % Matemáticas, 14 % Ciencias Médicas e Informática, 12 % Arquitectura, Urbanismo y Ordenación Regional, 12 % Ciencias de la Agricultura, 8 % Ciencias de la Educación y Formación Profesoral, 8 % Artes y Diseño, 8 % Geografía y Geología, 6 % Humanidades, 2 % Lingüística, y 3 % otras disciplinas.

Es interesante resaltar que el Programa ALBAN en la última convocatoria (1er trimestre de 2004) incluyó la posibilidad de solicitar el financiamiento para los programas de estudios combinados –comúnmente denominados “postgrados sandwich”– donde estudiantes cursantes de un postgrado en universidades latinoamericanas pueden ser admitidos en universidades o centros de investigación europeos para realizar una parte de su programa académico (cursos cortos, módulos, pasantías de investigación, etc.). Finalizado el mismo retornan a su país de origen para concluir su programa y así culminar sus estudios con la obtención de su diploma de 4to Nivel. Esta oferta es particularmente interesante para los estudiantes del Doctorado en Arquitectura cuyo Comité Académico ha instrumentado como política que sus estudiantes tengan durante el desarrollo de sus estudios doctorales la oportunidad de hacer una pasantía en una institución extranjera con el objeto de confrontar con otros pares sus investigaciones o de desarrollar partes de ella que por su especificidad (requerimientos de laboratorios, equipos, etc.) no puedan ser realizados en el país.

El Programa ALBAN fue formulado con una duración inicial prevista de nueve años y se espera que cerca de 3.900 latinoamericanos se beneficien de estas becas.

Se trata de una excelente oportunidad para que la Comunidad de la FAU⁴, principalmente sus profesores y estudiantes de postgrado, accedan a financiamiento para cursar estudios en universidades europeas, una opción alternativa frente a nuestras tradicionales fuentes de financiamiento como lo han sido el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV (CDCH) y el FONACIT, organismos que han limitado sus programas de formación de recursos humanos debido a la crisis económica.

Notas

1. C.F. Tomado del Tríptico publicitario del Programa ALBAN.
2. Estos requisitos pueden variar por lo cual deben ser consultados para cada convocatoria anual.
3. Las siguientes cifras fueron calculadas en función de los resultados estadísticos presentados en la página web (<http://www.programalban.org>) del Programa ALBAN.
4. Para mayor información sobre el Programa Alban consultar las siguientes páginas Web: <http://www.programalban.org> y <http://europa.eu.int/comm/europeaid/projects/alban>

Transformación productiva y sustentabilidad

Alexis Mercado / Pablo Testa
Centro de Estudios del Desarrollo CENDES-UCV

El documento que aquí se presenta es una síntesis del capítulo 1 del libro *Tecnología y ambiente. El desafío competitivo de la industria química y petroquímica venezolana*, Alexis Mercado y Pablo Testa (coordinadores), Fundación Polar / CENDES-UCV. Caracas, 2001, 374 pp.

*This document posts a summary of Chapter 1 from the book *Technology and Environment. A competitive challenge for chemical and petrochemical Venezuelan industry*. Alexis Mercado y Pablo Testa (coordinators) Fundación Polar / CENDES-UCV. Caracas, 2001. 374 pp.*

Las masivas e intensas manifestaciones de diversas organizaciones no gubernamentales en contra de las políticas de los organismos multilaterales acontecidas en la cumbre de la Organización Mundial de Comercio en Seattle en diciembre de 1999 y después, en Washington, en la reunión semestral del Fondo Monetario Internacional en el mes de abril de 2000, revelan el malestar generalizado con relación a los efectos negativos que estas políticas han generado en términos sociales y ambientales a escala global. Por otra parte, organismos como el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial han reconocido su cuota de responsabilidad por el agrandamiento de la brecha entre ricos y pobres, "autocríticas" que evidencian las profundas incoherencias de los patrones de desarrollo imperantes a escala global y la necesidad de generar cambios importantes en sus concepciones y estructuras.

En medio de este confuso panorama Venezuela enfrenta serios desafíos en todos los órdenes de la vida social pues se evidencia –como revelan indicadores considerados clave del desarrollo (ingreso per cápita, nivel y calidad del empleo, índices de pobreza, nutrición, morbilidad, niveles de educación formal, valor agregado de la producción, etc.)– un estancamiento, cuando no un retroceso continuo desde inicios de la década de los ochenta, que se traduce en una caída estrepitosa de la calidad de vida de amplios sectores de la población.

De cara a la nueva realidad política y económica imperante en el ámbito internacional la Comisión Económica para América Latina publicó un documento (CEPAL, 1990) planteando que las diferentes naciones de la región debían contemplar en su agenda política el fortalecimiento de la democracia, la estabilización y el ajuste estructural de sus economías así como su incorporación a una dinámica de cambio tecnológico intensificada a escala global. Además, debían procurar de forma imperativa una mejora sustancial de la distribución del ingreso, procesos que debían darse en un contexto "ambientalmente sostenible". Sin embargo, el desempeño social y económico de la mayoría de los países de la región durante la década de los noventa hasta hoy demuestran que se prestó muy poca atención a estas recomendaciones, en lo fundamental porque se pretendía impulsar actividades industriales y de servicios que favorecieran la capacidad de competir y exportar, pero a través de la creación de condiciones macroeconómicas favorables y la instrumentación de mecanismos de estímulo a la actividad exportadora (Suzigan y Villela, 1997) sin considerar importantes dentro de esta agenda política los instrumentos de promoción al desarrollo industrial y los incentivos directos a la actividad tecnológica (Avalos, 1993) ni tomar en cuenta las crecientes transformaciones institucionales en el ámbito de los países desarrollados.

A este respecto es necesario señalar dos elementos claves en el impulso y la orientación de la actividad innovadora: el primero, un fortalecimiento de los espacios de política científica y tecnológica, caracterizado por el incremento de la acción de los Estados para impulsar una creciente y cada vez más costosa actividad de investigación y desarrollo (I&D) mediante la instrumentación de novedosos esquemas de estímulo y cooperación

entre diferentes actores y/u organismos relacionados con la actividad: centros de investigación científica, centros de desarrollo tecnológico y empresas. El segundo, se relaciona con el surgimiento y la difusión de principios y normas de actuación de adscripción voluntaria en el seno de algunas industrias y gremios empresariales para incrementar la calidad de los productos, mejorar y estandarizar los procesos de producción y tornar más compatibles las actividades industriales con el ambiente. Lo interesante es que estas proposiciones de carácter normativo se han venido desarrollando independientemente del marco regulatorio de los Estados y, más recientemente, han comenzado a coordinarse con algunos instrumentos de política pública.

La necesidad de mitigar y/o evitar el impacto de las actividades humanas sobre el ambiente y el imperativo de avanzar hacia modelos de desarrollo ambientalmente sostenibles determinados significativamente por elementos de carácter ético y político (Höhn, 1997) emergen como factores decisivos en la conformación de un nuevo paradigma.

La transición iniciada en la década de los setenta, desde un modelo industrial basado en el uso intensivo de materias primas y energía a uno basado en el uso intensivo del conocimiento –que lleva implícito la disminución del impacto ambiental¹– comienza a tornar explícita la condición de la sustentabilidad y lleva a pensar en la posibilidad de estar ante una transición que va más allá de un cambio de paradigma tecnoeconómico.

El desarrollo sustentable

La Comisión Mundial del Ambiente y Desarrollo definió el desarrollo sustentable como aquel que permite a la generación actual satisfacer sus necesidades sin poner en peligro la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias (World Commission on Environment and Development, 1987). Para muchos, es imposible seguir reproduciendo un modelo de desarrollo fundamentado en la creencia de un progreso material ilimitado a través del crecimiento económico y el desarrollo tecnológico (Capra, 1998). Modificar los patrones de desarrollo implica transformaciones radicales en los sistemas productivos; los imperativos del desarrollo deben establecerse tomando en cuenta factores que vayan mucho más allá de los criterios de racionalidad económica considerando, en particular, los imperativos de carácter ecológico² lo cual evidencia que se está avanzando en un proceso de cambio de las estructuras productivas, esto es, de la estructura sociotécnica a escala global. Ahora bien, ¿qué perfil se está configurando en las estructuras tecnoproductivas de los países de la región, en medio de la difusión del nuevo paradigma tecnoeconómico basado en el uso intensivo de la información?

América Latina: ¿Transformación hacia una estructura productiva sustentable?

Los años noventa trajeron aparejado el retiro del Estado no sólo de la actividad productiva sino de las actividades de promoción y apoyo directo a su desarrollo.

Sin dejar de reconocer las grandes distorsiones que tuvo el modelo de sustitución de importaciones, caracterizado entre otras cosas por un excesivo proteccionismo y una mala distribución y utilización de los recursos destinados a la promoción de la actividad industrial, éste contribuyó a un sólido crecimiento económico –que *correspondía a la*

agregación de valor nacional a la producción (destacado en el original)– que determinó una importante demanda de empleo así como la consecuente necesidad de capacitación de recursos humanos, posibilitando, además, la generación de excedentes que estimulaban la reinversión, ampliación y diversificación de las actividades productivas. Estas posibilidades de generación de bienes tangibles, aunadas al impacto de los programas del Estado en las áreas de educación y salud contribuyeron, de modo general, a una elevación de la calidad de vida de la población.

Sin embargo, a finales de los ochenta se produce un giro en la política económica de la mayoría de los países que coloca el énfasis en la esfera macroeconómica. Esto contribuyó a debilitar aún más la capacidad tecnológica de diversos sectores industriales, en especial la de muchas empresas de capital nacional. Los técnicos encargados de llevar adelante estos programas estimaban que las empresas reaccionarían favorablemente y que, una vez superada la etapa inicial, las estructuras productivas entrarían en un proceso de crecimiento sostenido mediante un esfuerzo por incrementar sus capacidades competitivas que se traduciría en el aumento de su capacidad exportadora (Naim, 1993).

La marcada concentración en los problemas macro de la economía no permitió una consideración explícita de las importantes variables de la nueva realidad tecnoproductiva.

Evolución de la estructura productiva de la región

El análisis de indicadores tradicionales de desempeño económico sirve para mostrar las tendencias de cambio estructural en los sectores productivos de los países de la región.

América Latina experimentó índices positivos de crecimiento económico durante la década de los noventa. No obstante, este crecimiento mostró un comportamiento errático con dos ciclos importantes (1991-1994 y 1996-1997), interrumpidos por dos significativas desaceleraciones: la de 1995, desencadenada por la crisis mexicana de ese año y, luego, en el período 1998-1999, afectada por la crisis financiera del sudeste asiático, que golpeó severamente algunas de las principales economías de la región (Brasil, Argentina y Chile en particular, y en el caso de Venezuela, por la impresionante caída de los precios del petróleo). Adicionalmente, la profunda inestabilidad política y social de naciones como Venezuela, Ecuador y Colombia, afectó el desempeño a lo largo de este período (gráfico 1). Los datos revelan, en primer lugar, la vulnerabilidad que continúan presentando las economías de la región en el escenario internacional.

Por otra parte, sin considerar las implicaciones ambientales del modelo económico prevaleciente, la variación del PIB per cápita muestra que la relación crecimiento económico /crecimiento poblacional no registra modificaciones importantes en el ingreso de la mayoría de la población. De hecho, el crecimiento del producto interno bruto per cápita para 1995 se situaba en niveles inferiores a los registrados en 1980 (Arocena, 1997), situación preocupante sobre todo si se toman en cuenta las tendencias a mantener altas tasas de natalidad, incremento del desempleo y concentración de la riqueza que se experimentaron en los últimos años³.

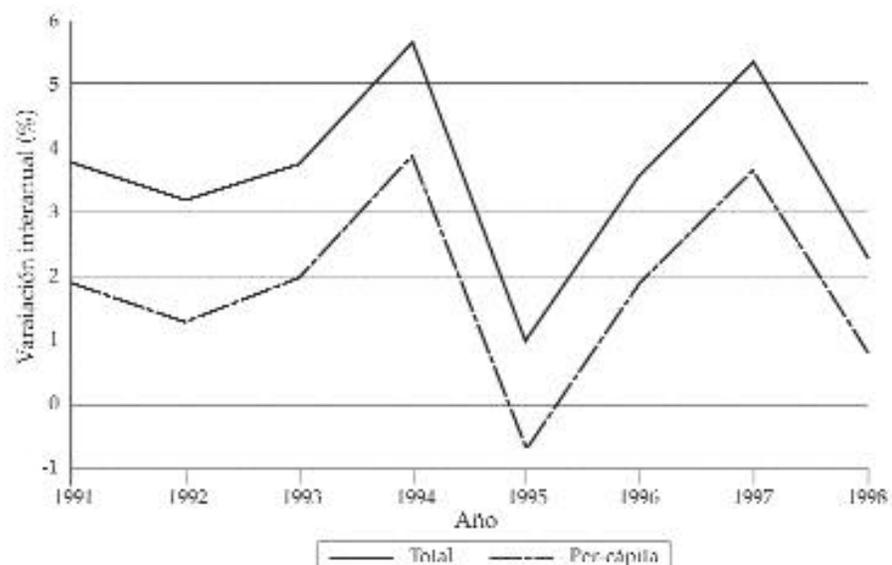
Un factor determinante en el proceso de expansión de la economía de la región durante los noventa fue el extraordinario incremento de la inversión extranjera, que pasó de 8.400 millones de dólares en 1990 a 63.400 millones en 1998. Los grandes flujos de inversión, sobre todo en los últimos años, se orientaron a los países más grandes, México y Brasil; este último llegó a concentrar cerca de 50% de las inversiones en 1998.

El extraordinario repunte de la inversión extranjera observado a partir de 1997 obedeció a la conjunción de tres importantes factores: la privatización de las empresas del área de telecomunicaciones y los servicios de distribución de electricidad en Brasil y de grandes empresas mineras y petrolíferas, donde destaca la venta de Yacimientos Petrolíferos Fiscales en Argentina, la apertura petrolera en Venezuela y Brasil, y la mayor apertura de nuevas áreas de servicios como la telefonía celular (CEPAL, 1999).

Un análisis de nuevas inversiones directas en proyectos nuevos y/o ampliaciones de proyectos existentes muestra que, con excepción de México y en menor medida Brasil, la región está recibiendo importante cantidad de recursos orientados a las áreas de servicios (tradicionales y nuevos) y a las actividades primarias (minería y petróleo). Los resultados permiten advertir que el perfil productivo que se está conformando en la región apunta hacia una inserción complementaria de la economía regional en la economía global que difiere muy poco de la tradicional, incluso se acentúan algunos rasgos del perfil primario exportador. Así, a diferencia de los países desarrollados, los cuales fundamentan buena parte de su crecimiento en actividades de manufactura, especialmente en aquellas vinculadas al desarrollo de las tecnologías de punta, América Latina parece consolidar su modelo productivo apoyada fuertemente en la explotación de recursos naturales, actividades industriales pesadas inherentes a la "vieja economía" y en las actividades de servicios. Esta especialización tiene implicaciones importantes en función de la sustentabilidad de la actividad productiva: el crecimiento sostenido del producto bruto de las actividades extractivas (minas y canteras) y el incremento sostenido de las exportaciones en la mayoría de estos rubros sugieren la existencia de inmensas presiones sobre el ambiente, bien sea como consecuencia de la explotación intensiva de los recursos naturales o bien por la generación de impactos ambientales derivados del proceso de extracción⁴.

La explotación de los recursos naturales en América Latina durante la última década se dio en condiciones de mercado muy desfavorables. La significativa disminución

Gráfico 1
Variación interanual del PIB
en América Latina



Fuente: CEPAL, Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, años 1974-1999.

de las cotizaciones de las materias primas y productos primarios que, como en el caso del petróleo en 1998, alcanzaron niveles próximos a los costos de producción, implican serios problemas para el ambiente pues la necesidad de mantener márgenes mínimos de rentabilidad de la actividad lleva muchas veces a recortes de gastos que pueden traducirse en despreocupación por los planes de contingencia y preservación ambiental. En consecuencia, se está configurando un panorama productivo muy complejo en función de la sustentabilidad (entendida en su acepción más amplia). La disminución de los índices de crecimiento de la manufactura y el incremento de los índices de los sectores de extracción y explotación de materias primas, con precios históricamente bajos, configuran un escenario poco propicio para la preocupación y la protección social y ambiental.

El incremento del déficit comercial

El significativo incremento de las exportaciones fue acompañado por un aumento acentuado de las importaciones que experimentaron un ritmo de incremento superior al de las exportaciones, generando un déficit comercial a lo largo de los últimos años, lo que se convirtió en uno de los problemas crónicos de las economías de la región durante los noventa (gráfico 2).

Algunos "elaboradores de política" de la región estimaban que el déficit de la balanza comercial podría ser compensado por los ingresos de capital extranjero a través de la inversión extranjera directa y capital financiero. Sin embargo, la volatilidad del capital financiero especulativo y la creciente transferencia de capital para cubrir el servicio de la deuda han incidido en un desempeño cada vez más negativo de la balanza de cuenta corriente (gráfico 3), conformando una situación macroeconómica poco auspiciosa en relación con las posibilidades de avanzar hacia un modelo de desarrollo sustentable.

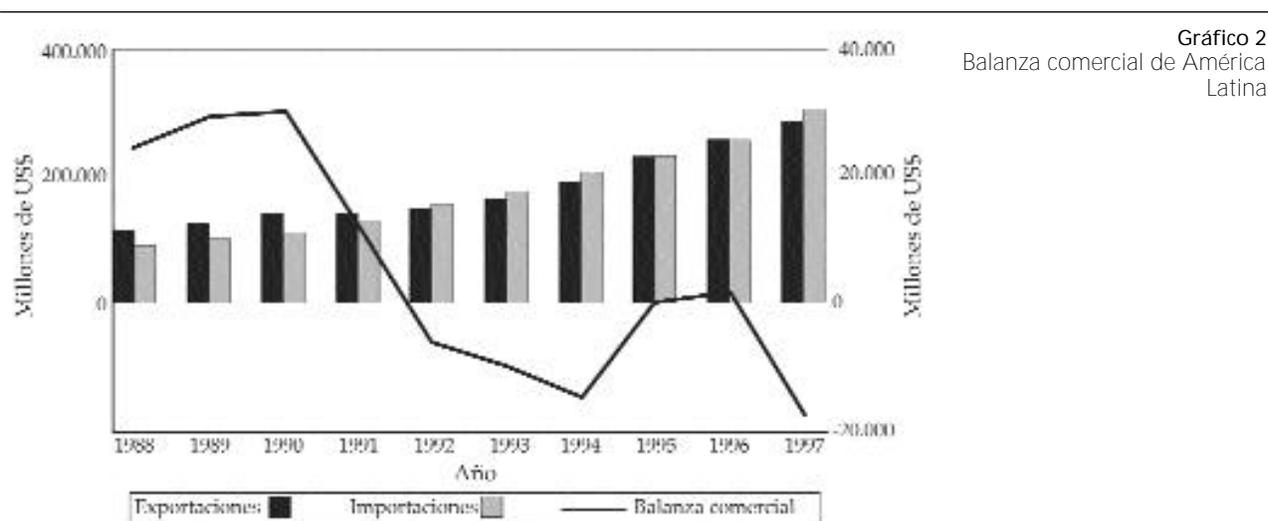


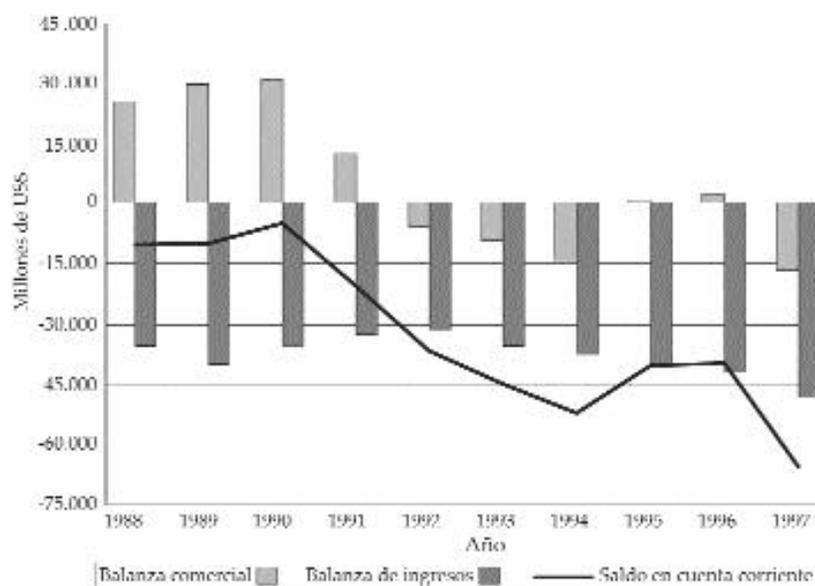
Gráfico 2
Balanza comercial de América Latina

Fuente: CEPAL, Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, años 1974-1999.

Por último, el problema que puede estar comprometiendo más seriamente las posibilidades de avanzar en la conformación de un modelo de desarrollo ambientalmente sustentable en la región es la deuda externa. Si bien el plan Brady implantado a inicios de la década de los noventa supuso una disminución de la carga de la deuda para América Latina, durante la segunda parte de esa década se observó un extraordinario incremento del monto global de la misma (tabla 1).

El incremento de la deuda externa determina crecientes montos destinados a cubrir el servicio (gráfico 4) que en términos porcentuales significa una fracción muy importante de los ingresos por exportaciones de la región. De alguna manera, el esfuerzo exportador, basado de manera importante en la explotación de recursos naturales, se está destinando a cumplir con los servicios de la deuda, con el agravante de que es muy poco lo que se amortiza en capital⁵.

Gráfico 3
Balanza en cuenta corriente
de América Latina



Fuente: CEPAL, *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe*, años 1974-1999.

Tabla 1
Deuda externa de América Latina (millones de US\$)

Año	América Latina	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	México	Venezuela
1988	413.446	58.473	113.469	18.960	17.960	100.900	31.586
1989	417.936	63.314	115.096	17.520	17.604	95.100	31.566
1990	439.775	60.973	123.439	18.576	17.848	101.900	36.615
1991	449.090	61.334	123.910	17.319	17.335	116.552	36.000
1992	465.991	62.766	135.946	18.695	17.278	117.534	34.447
1993	528.683	72.509	145.726	19.665	18.888	131.717	40.836
1994	565.145	85.656	148.295	21.968	21.840	142.199	41.160
1995	620.329	98.457	159.256	21.736	24.912	169.699	38.948
1996	646.048	109.756	179.934	22.979	29.512	163.499	35.541
1998	746.020	139.378	243.163	31.691	33.896	161.213	30.689
1999	749.310	145.000	240.000	33.975	34.360	161.500	28.800

Fuente: CEPAL, *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe*, años 1974-1999.

Con este ritmo de transferencia de recursos hacia los países desarrollados ¿hasta qué punto se está poniendo en peligro la capacidad de las futuras generaciones de la región para satisfacer sus necesidades?

Conclusiones

El desempeño económico y social de la mayoría de los países de la región durante la década de los noventa demuestra que si bien se avanzó en la corrección de algunas variables macroeconómicas fue poco lo que se logró para modificar una estructura productiva primaria exportadora, cuyos rasgos fundamentales evidencian el mantenimiento de un perfil poco sustentable. Este proceso ocurre en un contexto internacional caracterizado por una creciente complejidad de la actividad tecnoproductiva, ligada a la implantación y difusión del nuevo paradigma tecnoeconómico basado en la microelectrónica y caracterizado por un uso intensivo de la información.

Las tentativas de modernización económica adelantadas en la región durante la década de los noventa, concentradas en el ámbito macroeconómico, parecen haber acentuado la tendencia de basar el crecimiento económico en los sectores primarios de la economía, con el agravante de que en la última década las condiciones de mercado de las materias primas fueron desfavorables. De esta forma, el perfil productivo que se está conformando en la región apunta hacia una inserción complementaria, y no sustentable, de la economía regional en la economía global.

Este proceso ha sido acompañado por el estancamiento de una serie de indicadores sociales y profundos desequilibrios en el sector externo de la economía. Los déficit en la balanza comercial y de pagos, y el acelerado incremento de los montos de la deuda externa, están comprometiendo los recursos económicos y materiales de la región, planteando grandes dudas acerca de las posibilidades de que la actual generación de latinoamericanos esté garantizando la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades.

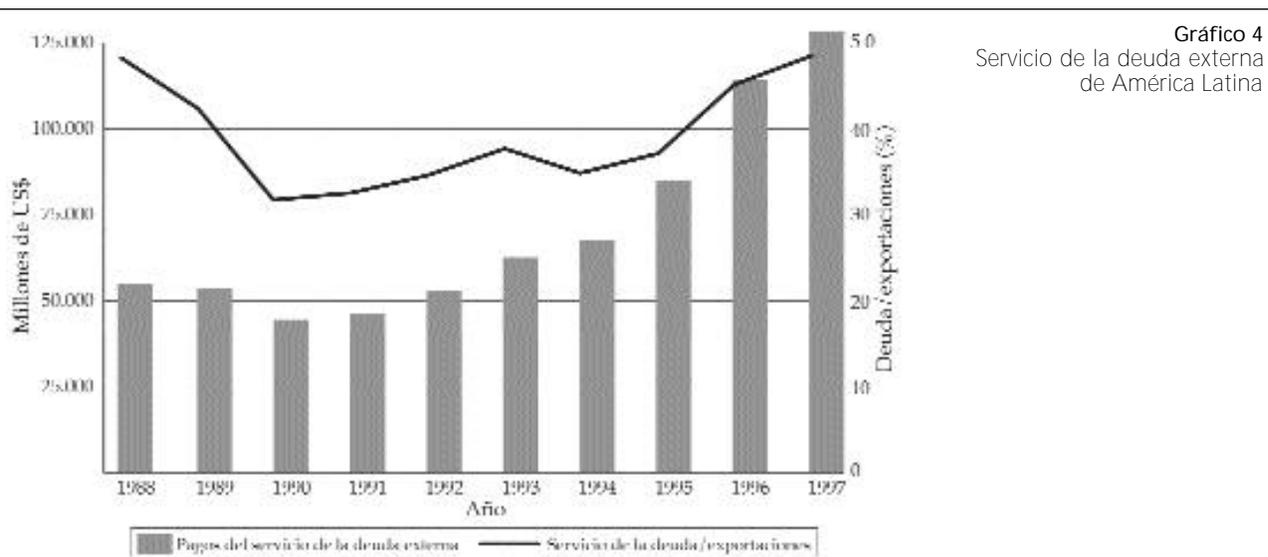


Gráfico 4
Servicio de la deuda externa de América Latina

Fuente: CEPAL, Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, años 1974-1999.

Notas

1 La creciente desmaterialización de la producción y la miniaturización de los productos y la tecnología han producido un desacoplamiento progresivo entre el incremento del producto bruto y el consumo de recursos materiales y energéticos en los países desarrollados (Simonis, 1997).

2 Entendiendo el término ecológico en la perspectiva amplia que "reconoce la interdependencia entre todos los fenómenos e implica el hecho de que, como individuos y sociedades, estamos inmersos en (y finalmente dependientes de) los procesos cíclicos de la naturaleza" (Capra, 1998).

3 En informe del BID publicado el 8 de mayo de 2000, se muestra abiertamente los pocos avances relativos experimentados en el ingreso per cápita de la población, pues hace cincuenta años éste sólo era superado por el de los países desarrollados, mientras que en la actualidad cayó al quinto lugar, sólo por encima del de África y algunas regiones de Asia. Por otra parte, la brecha entre ricos y pobres aumentó en la región a una tasa muy superior a la del resto del planeta (*Diario Economía Hoy*, Caracas, 9 de mayo de 2000).

4 Organizaciones no gubernamentales –entre ellas, por ejemplo, Amigos de la Tierra– indican que la exportación de recursos naturales ha aumentado en forma asombrosa en países que aplican ajustes "recomendados" por el Fondo Monetario Internacional sin haber tomado en cuenta la sustentabilidad de ese modelo.

5 Si bien no disponemos de datos para los dos últimos años, puede señalarse que esta tendencia se ha agudizado: por ejemplo, Brasil durante el año 2000 debía desembolsar más de 50 mil millones de dólares para cumplir con las obligaciones contempladas en el plan de ayuda del Fondo Monetario Internacional acordado a inicios de 1999.

Referencias Bibliográficas

- Arocena, R. 1997. Transformación productiva sin equidad, en J. Sutz (ed.): *Innovación y desarrollo en América Latina*, Editorial Nueva Sociedad, Caracas.
- Avalos, Ignacio. 1993. "La industria venezolana: cinco años de ajuste sin política tecnológica", Revista *Espacios*, vol. 14, nº 2, pp. 19 -32.
- Capra, F. 1998. *La trama de la vida*, Editorial Anagrama, Barcelona.
- CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 1990. *Transformación productiva con equidad*. Santiago de Chile.
- CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 1998. *La inversión extranjera en América Latina y el Caribe. Informe 1997*. Santiago de Chile.
- CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 1999. *La inversión extranjera en América Latina y el Caribe. Informe 1998*. Santiago de Chile.
- CEPAL - Comisión Económica para América Latina y el Caribe. *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe*, años 1974 -1999. CEPAL, Santiago de Chile.
- Höhn, H. 1997. Ética ambiental y política ambiental, en J. Thesing y W. Hofmeister (eds.): *La protección del medio ambiente, conceptos y políticas*. Konrad Adenauer-Stiftung, Buenos Aires.
- Naim, M. (ed.) 1993. *Papers, Tigers & Minotaurus*. The Politics of Venezuela's Economics Reforms, Carnegie Endowment Book. Washington.
- Simonis, U. 1997. La reorientación ecológica de la sociedad industrial, en J. Thesing y W. Hofmeister (eds.): *La protección del medio ambiente, conceptos y políticas*. Konrad Adenauer-Stiftung, Buenos Aires.
- Suzigan, W. y Villela, A. 1997. *Industrial Policy in Brazil*. Instituto de Economía. Unicamp.

El ambiente en la dinámica del desarrollo

Alexis Mercado y Karenia Córdova
Centro de Estudios del Desarrollo CENDES-UCV

El documento que aquí se presenta es una síntesis del capítulo 2 del libro *Tecnología y ambiente. El desafío competitivo de la industria química y petroquímica venezolana*, Alexis Mercado y Pablo Testa (coordinadores), Fundación Polar / CENDES-UCV, Caracas, 2001, 374 pp.

*This document posts a summary of Chapter 2 from the book *Technology and Environment. A competitive challenge for chemical and petrochemical Venezuelan industry*. Alexis Mercado y Pablo Testa (coordinators) Fundación Polar / CENDES-UCV. Caracas, 2001. 374 pp.*

El deterioro del ambiente como consecuencia de un modelo de industrialización basado en el uso intensivo de materiales y energía, consolidado y en continuo crecimiento desde finales de la segunda guerra mundial con su secuela de contaminación en diferentes regiones del planeta y la posibilidad real del agotamiento de los recursos, captó la atención de diferentes grupos sociales, especialmente intelectuales y científicos durante la década de los sesenta.

Surgieron así diversos estudios destinados a mostrar las inconveniencias de los modelos de producción imperantes, entre ellos quizás el de mayor impacto fue *Los límites del crecimiento* (Meadows et al., 1972). Se estimaba que al ritmo exponencial al que se venían consumiendo los recursos, éstos se agotarían en un plazo no mayor de 50 años y la contaminación generada, producto de esa explotación, tendría consecuencias devastadoras sobre todos los seres vivos.

En consecuencia, durante los años sesenta se comienzan a dictar las primeras regulaciones tendientes a mitigar el impacto de la actividad industrial sobre el ambiente y a principios de los setenta surgirán las primeras entidades públicas destinadas a evaluar el impacto de la tecnología y establecer normas más precisas para la legislación ambiental. Se pretendía, antes que nada, crear el marco institucional que obligaría a las diferentes industrias a disminuir las emisiones de contaminantes resultantes de sus actividades para aminorar el impacto sobre el ambiente. Esto demandaba, ante todo, una cabal comprensión del problema, tanto desde el punto de vista científico-técnico como del industrial e incluso del social: había que determinar de forma precisa la multiplicidad de impactos que sobre la salud de los seres vivos y los medios naturales generaba una creciente y diversificada estructura productiva esparcida, aunque de manera desigual, a escala global.

La evolución en el tratamiento del problema del impacto ambiental

Las transformaciones acontecidas durante los últimos años en la organización de la producción o, de forma más general, en la cultura sociotécnica, pueden resultar tanto o más importantes que el proceso de incorporación de tecnologías de control o la sustitución de tecnologías de producción.

Los primeros antecedentes relacionados con la resolución de problemas de saneamiento ambiental se ubican en Europa durante el siglo XVIII. En un principio se perseguía el desplazamiento de los agentes patogénicos contaminantes contenidos en las aguas servidas domésticas de los crecientes centros urbanos para lo cual se desarrolló toda una red que permitía que los desechos fuesen vertidos sobre las corrientes de aguas existentes en los centros urbanos (torreteras, quebradas y ríos) para que éstas los desplazaran hacia ríos, mares y lagos (cf. Schramm, 1995). Sin embargo, estas infraestructuras de drenajes dentro

de lo que hoy se conoce como perímetros urbanos también fueron aprovechadas por las fábricas para verter sus desechos con lo cual, rápidamente, las corrientes de agua y los reservorios comenzaron a mostrar niveles preocupantes de contaminación, con el agravante de que muchos de ellos eran fuentes de abastecimiento de las propias ciudades. En consecuencia, el problema de contaminación urbana se revertía nuevamente hacia ellas.

En los inicios del siglo XX se comenzó a pensar en el desarrollo de técnicas de tratamiento de las aguas servidas urbanas e industriales al tiempo que se comenzaba a tomar conciencia de que las actividades humanas generaban un impacto importante sobre el ambiente y, por ende, sobre el propio ser humano. Pero preocupaba no sólo la contaminación de las aguas sino también la acumulación de gases y partículas suspendidas en el aire a lo largo de grandes períodos de la historia –desde la quema de leña para calefacción en la prehistoria hasta la utilización de la máquina de vapor en la revolución industrial, pasando por el desarrollo del motor de combustión interna, que coadyuvó a la conformación de una matriz energética en torno al consumo de combustibles fósiles debido a la evolución del transporte basado en este mecanismo–, así como el derrame de sustancias peligrosas producto de la disposición directa de desechos tóxicos, de especial gravedad con el surgimiento de nuevos sectores productivos y de servicios (química, electricidad, automotor, resinas sintéticas, entre otros) a partir de la segunda revolución industrial, completó un mapa general de lesión severa al ambiente.

Hasta la década de los sesenta los problemas de contaminación no parecieron plantear mayores conflictos de carácter ético a las industrias y a la comunidad científica. Una opinión expresada en el comienzo de uno de los capítulos del libro de Morrison y Boyd de química orgánica (Morrison y Boyd, 1973), uno de los textos universitarios clásicos de esta disciplina en los años sesenta y setenta del siglo XX, expresa claramente esa fe desmedida en las soluciones científico-tecnológicas al problema de la contaminación: “El ingenio que ha sido capaz de producir estas sustancias (los polímeros sintéticos), seguramente lo será para desarrollar medios capaces de eliminar los desperdicios que ellos crean: *el problema no es tecnológico sino sociológico y, en último término, político*” (subrayado en el original).

Pero diversos episodios de daños severos producidos tanto a la salud humana como al ambiente en diferentes lugares del mundo, bien por acción de los productos o por sus desechos, pusieron en tela de juicio las posibilidades exclusivamente técnicas para la resolución de estos graves problemas de impacto sobre la salud y el ambiente. Comenzaron a surgir entonces alertas por parte de nuevos movimientos políticos y sociales, sobre todo durante la década de los sesenta, que tuvieron como soporte un conjunto de estudios que utilizaron métodos de proyección y extrapolación de tendencias para demostrar la imposibilidad de mantener los ritmos de consumo de los recursos y de generación de desechos e, incluso, la viabilidad misma de la vida en el planeta.

Evolución de la legislación ambiental

La toma de conciencia con relación a los agudos problemas de la contaminación, llevó a algunos Estados a tomar cartas en el asunto. Es así como a finales de la década de los cincuenta comienzan a dictarse algunas normativas específicas sobre emisiones y desechos, y durante los sesenta se comienzan a promulgar las primeras legislaciones integrales del ambiente (tabla 1). Los instrumentos iniciales, de carácter normativo, se orientaban

a establecer los criterios de control de la generación de agentes contaminantes (niveles máximos de emisiones). Al ser integrados dentro de legislaciones más amplias, comenzaron a tener una repercusión más profunda sobre la actividad industrial y económica.

La conformación de un marco socioinstitucional de regulación

La creación de la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, EPA) en el año 1970 y la Oficina de Evaluación de Tecnologías (Office of Technology Assessment, OTA) en 1972 en Estados Unidos constituyen hitos importantes, pues estas dos instituciones realizaron buena parte de los estudios iniciales sobre evaluación de tecnologías y estimación de riesgos que permitieron el desarrollo de los primeros instrumentos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), una herramienta fundamental para el análisis del impacto de las actividades productivas sobre el ambiente y las medidas para mitigarlo.

A su vez, estos organismos se constituyeron en modelos institucionales para la creación de agencias ambientales y de evaluación de tecnologías en Europa, tanto de carácter nacional como comunitario (Medina, 1994), y para la creación de algunas instancias gubernamentales en Latinoamérica.

La regulación y la mejora tecnológica

Un rápido análisis de la evolución de los niveles máximos permitidos de sustancias expelidas a la atmósfera, contenidas en la regulación federal de Estados Unidos permite inferir que la regulación fue la responsable inicial de un proceso de aprendizaje amplio que incluyó desde conocer los efectos de la contaminación sobre el medio y los seres vivos, hasta el desarrollo de técnicas de disminución de impacto de la actividad industrial y remediación de medios contaminados (plantas de tratamiento, equipamiento para manejo de residuos, métodos de disposición, etc.).

Ahora bien, las disposiciones establecidas en la regulación fueron evolucionando y tornándose más estrictas en el tiempo, a la par que el andamiaje de políticas públicas con relación al ambiente también fue evolucionando e incorporando de manera progresiva elementos que iban más allá de la regulación. De esta forma se fue constituyendo la base de conocimiento que permitiría a diferentes sectores industriales la exploración de trayectorias tecnológicas ambientalmente compatibles.

Tabla 1
Creación de las primeras legislaciones ambientales

Legislación	País	Año
Basic Law for Environmental Pollution Control	Japón	1967
The National Environmental Policy Act	Estados Unidos	1969
Ley Orgánica del Ambiente	Venezuela	1976
Environment Preservation Act	Corea	1976
Varias leyes	Alemania	1977

El aprendizaje socioinstitucional

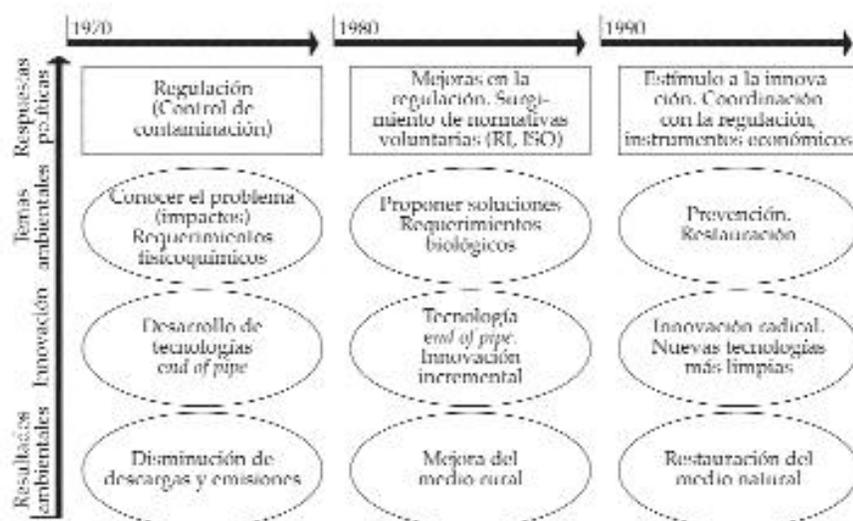
Como muestra del complejo proceso de aprendizaje socioinstitucional, en la figura 1 se condensan los diferentes elementos desde el punto de vista de la política en torno al tema ambiental, los rasgos fundamentales de la innovación tecnológica y los resultados ambientales específicos observados en el período que va desde la instauración de las prácticas de regulación, al inicio de los años setenta, hasta la década de los noventa.

En la primera etapa, desde inicios de los setenta hasta mediados de los ochenta, la formulación de políticas se caracterizó por el desarrollo de instrumentos de regulación básicamente orientados al control de la contaminación. Esto implicó definir los niveles máximos de descargas de diferentes compuestos contaminantes, fundamentalmente líquidos y gaseosos. Desde el punto de vista de los requerimientos ambientales, las necesidades consistían básicamente en conocer el problema: determinar los tipos de impactos que generaba la descarga de compuestos químicos sobre el medio y las cantidades que éste podía soportar. Esto estimuló la investigación académica, impulsando nuevas líneas de investigación y, en consecuencia, nuevos aprendizajes. La respuesta en cuanto a la innovación tecnológica fue el creciente desarrollo de tecnologías *end of pipe*. Puede decirse que la búsqueda de soluciones a los problemas de impacto ambiental consolidó el desarrollo de una nueva área tecnológica vinculada a la ingeniería y a la industria de bienes de capital.

Sin embargo, cabría preguntar: ¿qué resultados específicos tuvo esto desde el punto de vista de las mejoras ambientales? En primer lugar, se creó conciencia en las empresas acerca de la obligatoriedad de disminuir las descargas y emisiones al medio. El control de las mismas contribuyó a una disminución del ritmo de afectación del ambiente pero no puede decirse que en esta etapa hubo mejoras sustanciales o una recuperación importante de los medios afectados¹.

La segunda etapa, desde mediados de los ochenta hasta inicios de los noventa, estuvo profundamente influenciada por los temas ambientales globales: el debilitamiento de la capa de ozono a mediados de los ochenta, la lluvia ácida y los cambios climáticos originados por la contaminación incrementaron las presiones para tornar más estrictas

Figura 1
Evolución de la legislación,
actividad innovadora asociada
y resultados ambientales



Fuente: elaboración propia, a partir de datos de OCDE, 1999.

ta la regulación y ampliar su cobertura. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, estableció el acuerdo para "lograr una estabilización de los gases invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático" (OSSPP-ODEPRI, 1992). Esto implicó la adquisición de compromisos en el ámbito de las esferas gubernamentales y, como nunca antes, el problema pasó a ser parte de la agenda de política de los Estados, difundiéndose información en amplios sectores del público.

Desde el punto de vista de la política, esta etapa se caracterizó por un incremento de los niveles de exigencia en cuanto a disminución de descargas y emisiones, pero también por el surgimiento de las normativas de adscripción voluntaria en calidad y ambiente, algunas de ellas en el seno de las industrias mismas. Desde el punto de vista institucional, esto significó un aumento de la relevancia social de los organismos de regulación, además de la incorporación de nuevos actores –organizaciones no gubernamentales y asociaciones empresariales– con importantes roles a desempeñar en materia ambiental. Desde el punto de vista de los requerimientos ambientales, se avanza en la estimación de los efectos de la contaminación sobre la salud de los seres vivos (bioacumulación de sustancias tóxicas en los organismos y la persistencia de sustancias tóxicas en el medio) y en el análisis de la capacidad de restauración del medio.

La irrupción de las tecnologías de la microelectrónica y la información posibilitó la introducción de controles de procesos más eficientes para responder, de manera efectiva, al incremento de exigencias de la regulación y se avanzó de manera importante en el desarrollo de técnicas de remediación de los medios contaminados.

La tercera etapa, desde mediados de los noventa hasta la actualidad, se caracteriza por la difusión a escala global de las normativas de adscripción voluntaria en ambiente: Responsabilidad Integral, normas ISO de ambiente (14000) y social-ambiental (19000). Esto comienza a generar cambios socioinstitucionales importantes pues, en adelante, no se debe trabajar en función exclusiva de la regulación, sino comenzar a manejar otras directrices, exigencias de industrias, consumidores, usuarios y otros grupos sociales para impulsar cambios operacionales orientados de manera explícita a la mejora ambiental.

Desde el punto de vista de la política pública se comienza a hablar del estímulo a la prevención de la contaminación y se le da mayor énfasis a la restauración de los medios contaminados. Los nuevos instrumentos de política consideran el estímulo directo a la innovación tecnológica orientada a la mejora ambiental. Adicionalmente, desde la economía se vienen desarrollando instrumentos de mercado (incentivos y penalizaciones) para intentar modificar el comportamiento de los entes contaminantes (Otero, 1998).

Desde la perspectiva de la innovación se trata ahora de desarrollar tecnologías capaces de generar impactos ambientales cada vez menores. Esto plantea procesos de sustitución muy importantes, el desarrollo y la introducción de innovaciones radicales que puedan transformar los procesos productivos y los productos para minimizar el impacto ambiental, lo cual ha dado pie al desarrollo del concepto de "tecnologías limpias", es decir, al desarrollo de productos y procesos que, desde su concepción misma, prevengan la contaminación, tomando en cuenta el ciclo de vida de los productos, concepto que tiene implicaciones muy importantes en términos productivos, pues plantea la imposibilidad de considerar el desempeño ambiental de un producto y/o proceso de manera aislada. De esta forma, se deben analizar las implicaciones ambientales de toda la cadena productiva: desde la generación de las materias primas, pasando por la elaboración de los productos y su uso, hasta la disposición final de los residuos. En esta perspectiva puede

indicarse que el desarrollo de tecnologías limpias está determinando una disminución progresiva de la importancia relativa de las tecnologías de control y mitigación de la contaminación (*end of pipe*).

En cuanto a resultados ambientales, adquiere mayor relevancia la prevención de la contaminación, el desarrollo de técnicas más eficientes de control y el avance en las técnicas de restauración de algunos medios naturales (biorremediación), procesos que han tendido a mejorar la situación de algunos medios específicos en algunos países desarrollados.

Ahora bien, la persistencia y, en algunos casos, el agravamiento de los problemas ambientales globales, evidencian que más allá del establecimiento de regulaciones sofisticadas, la suscripción de acuerdos voluntarios y/o la adopción de instrumentos económicos, los esfuerzos resultarán poco efectivos si no se avanza en la transformación del modelo de desarrollo económico imperante, a todas luces no sustentable.

La evolución de la tecnología ambiental como proceso de construcción social

La evolución de las tecnologías ambientales en los últimos treinta años ha implicado diversidad de procesos de desarrollo y aprendizaje tecnológico. Por esta razón no resulta apropiado pensar que haya habido la imposición y estabilización de una única solución tecnológica, ni siquiera la identificación de un único problema. En consecuencia, este problema puede ser enfocado desde la perspectiva de la evolución de los grandes sistemas tecnológicos: un sistema tecnológico está compuesto por instrumentos físicos, organizaciones (firmas de manufactura, compañías de servicio e instituciones financieras, entre otras), conocimiento científico en sus diversas formas y también instrumentos legislativos tales como la regulación (Hughes, 1987).

Los problemas que se presentan en los sistemas tecnológicos tienden a resolverse usando los medios más apropiados que estén a su disposición. Esto para ayudar a explicar el tipo de soluciones tecnológicas que se desarrollaron y adoptaron en un principio en materia ambiental, sin embargo, algunas experiencias demuestran que la búsqueda de solución de un problema puede originar el surgimiento de un nuevo sistema tecnológico como solución (*ibidem*). Lo anterior de alguna manera describiría el proceso de evolución de la tecnología ambiental desde la concepción de remediación hacia la de prevención de la contaminación.

Las posibles soluciones tecnológicas giraban en torno al sistema tecnológico imperante, bien fuera a partir de un cuestionamiento del mismo, bien fuera buscando soluciones posibles en su interior. Se identifican en ese momento tres tipos de soluciones en torno al problema (figura 2).

La primera fue el desarrollo de tecnologías de remediación, la cual respondió, en lo fundamental, al marco regulatorio: proponía, básicamente, complementar los procesos productivos existentes para aminorar la generación de desechos y emisiones. Su implantación implicaba hacer más complejas las actividades productivas y un incremento de los costos de producción; se adaptaba bien a la infraestructura del sistema tecnológico imperante.

La segunda solución cuestionaba seriamente el complejo aparato industrial existente, proponiendo el desarrollo de formas de producción alternativas, de pequeñas escalas de producción que pudieran integrarse de manera más armónica con el medio y el

hombre. Los grupos sociales alrededor de esta proposición provenían de algunos ámbitos científicos e intelectuales, con poca incidencia en la estructura económica imperante.

La tercera opción, una perspectiva intermedia entre las dos anteriores, proponía la necesidad de desarrollar tecnologías de producción, transporte y, sobre todo, de generación de energía menos contaminante, pero manteniéndose en la concepción del sistema tecnológico imperante. Sin embargo, la viabilidad de estas proposiciones estaba fuertemente limitada, pues no existían bases de conocimiento técnico para su rápida implantación y, desde el punto de vista económico, eran poco viables².

El grosor de las líneas que unen las soluciones al problema en la figura 2 indica el peso y la aceptación que tuvieron las diferentes soluciones tecnológicas. En ese momento se impusieron las soluciones de remediación pues, a pesar de incrementar la complejidad tecnológica de los procesos, suponían el mantenimiento de la estructura industrial existente. La implantación de alguna de las otras soluciones planteaba una sustitución amplia de los procesos productivos, lo cual determinaba una modificación radical del sistema tecnológico existente.

La fase de estabilización de esta solución tecnológica se caracterizó por una intensificación de los procesos de innovación tecnológica concentrados fundamentalmente en torno a la remediación. Su imposición definiría la evolución del sistema tecnológico al menos en los quince años subsiguientes.

Pero la imposición de las soluciones de remediación definía el papel de los actores en el desarrollo de las innovaciones necesarias para avanzar en el control de la contaminación (figura 3). El grosor de las líneas señala, esta vez, el grado de influencia de los actores sobre la solución prevaleciente. Como puede apreciarse, correspondió a la

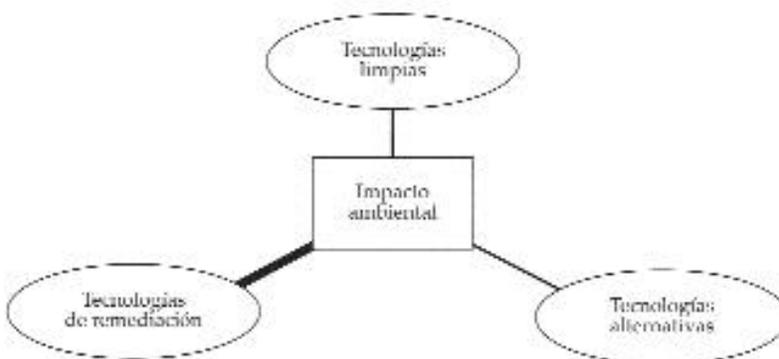


Figura 2
Relación entre el problema y sus posibles soluciones tecnológicas (década de los setenta)

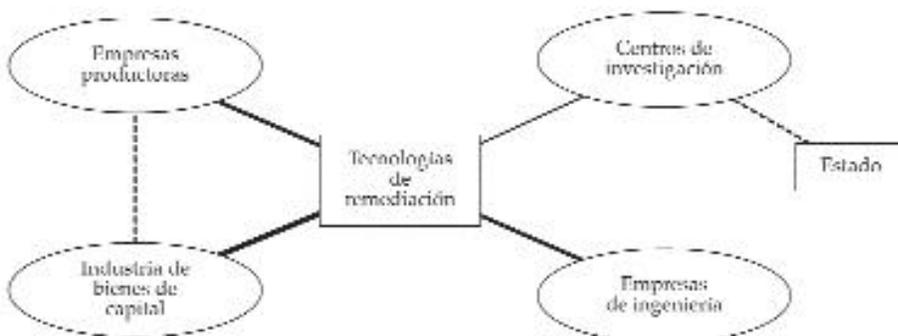


Figura 3
Relación entre los actores y la solución tecnológica (década de los setenta)

Fuente: elaboración propia.

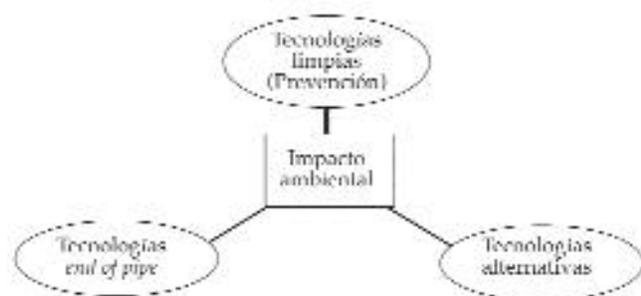
industria de bienes de capital el papel fundamental, pues era la principal responsable del desarrollo del equipamiento para tratamiento y disposición, mientras los demás actores desempeñaban un papel menos importante que el de las empresas de bienes de capital. Las propias empresas productoras, incluso, no eran responsables directas de las actividades de desarrollo tecnológico en este tipo de soluciones. Las relaciones más estrechas se establecían básicamente entre el proveedor de los bienes de capital y la empresa productora a través de las especificaciones de esta última para el suministro de plantas de tratamiento de efluentes, chimeneas, trampas de gases, etc. En segundo lugar de importancia se ubicaban las empresas de ingeniería pues, a medida que se desarrollaban las técnicas de tratamiento, la necesidad de acoplarlas al proceso productivo demandaba que éstas fueran consideradas en los diseños generales de las nuevas plantas industriales. Por su parte, el Estado asumía un papel rector en la definición de la regulación concentrando sus esfuerzos en la fijación de los estándares pero no tenía participación en el estímulo a la búsqueda de soluciones al problema, más allá de su tradicional vínculo directo con los centros de investigación a través del financiamiento de los programas de investigación.

El creciente conocimiento de los temas ambientales permitió una mejor caracterización de los problemas globales durante la década de los ochenta. Diversas disciplinas científicas y técnicas incorporaron la materia ambiental como uno de los ejes centrales de su agenda, y diversos hallazgos revelaban con mayor precisión el continuo deterioro del ambiente. Esto llevó a que se encendieran con más fuerza las alarmas ambientales, esta vez accionadas por actores con mayor poder de presión y decisión (prueba de ello son las posiciones proambientalistas de Al Gore, exvicepresidente de Estados Unidos); también las empresas empezaban a tomar iniciativas propias para abocarse al problema. Estos factores, aunados a la consolidación del acervo de conocimiento en materia ambiental, van a redefinir el "peso" de las soluciones a los problemas de impacto ambiental y, en consecuencia, el papel de los actores (figura 4).

La creciente complejidad de los factores plantea una nueva redefinición del papel de los grupos sociales relevantes e, incluso, la incorporación de nuevos actores (figura 5). En esta nueva etapa todos los actores tienden a desempeñar un papel de importancia y la propia firma adquiere la mayor responsabilidad en la solución del problema (la línea que le une a la solución se torna más gruesa), pues a través del desarrollo y la incorporación continua de innovaciones, tanto tecnológicas como organizacionales, debe avanzar en la prevención de la contaminación. También los centros de investigación y el surgimiento de empresas de consultoría ambiental son elementos destacables de esta etapa.

Figura 4
Relación entre el problema y sus posibles
soluciones tecnológicas (década de los noventa)

Fuente: elaboración propia.



Las tendencias de la política ambiental y su influencia sobre la innovación

En materia de política ambiental se han experimentado importantes avances en los últimos treinta años, evolucionando desde un perfil estrictamente regulatorio a un perfil más integral que considera la instrumentación y coordinación de estas prácticas con las prácticas de estímulo a la innovación y la prevención de la contaminación.

No obstante, la política ambiental continúa manteniendo un marcado perfil regulatorio, ya que la experiencia demuestra que ante la ausencia de controles la actividad económica tiende a desarrollar prácticas no sustentables que incrementan significativamente la contaminación (OCDE, 1999). Por esta razón, en algunos países desarrollados se vienen revisando los ámbitos de actuación del Estado con la finalidad de instrumentar mecanismos más eficientes de intervención en la materia.

Los incentivos económicos, por su parte, constituyen una tendencia creciente en el ámbito de la gestión ambiental. Desde la aplicación de impuestos a la contaminación a finales de los setenta, se ha venido desarrollando un conjunto de instrumentos que vinculan la atención del problema al desempeño competitivo de la firma. No obstante, este elemento debe ser manejado con sumo cuidado, sobre todo en países donde el marco regulatorio suele ser muy débil pues los imperativos económicos pueden presionar para tornar más laxas las regulaciones y, a medida que la empresa conciba que pueda negociar límites máximos de contaminación, puede verse poco incentivada a la búsqueda de soluciones más efectivas de prevención.

La protección al ambiente y su influencia en la competitividad industrial

Hoy se perfilan dos claras tendencias innovadoras con relación al problema ambiental: la introducción de tecnologías de control de la contaminación y de mejoras continuas destinadas a minimizar el impacto ambiental de los procesos, y el desarrollo de productos y procesos que generen menor impacto ambiental.

Dentro del segundo tipo de orientación de la actividad innovadora es donde se amplían las posibilidades de introducir mejoras, sin embargo, las empresas deben desarrollar un proceso de aprendizaje tecnológico y organizacional sostenido y procurar constantemente la búsqueda de mejoras ambientales.

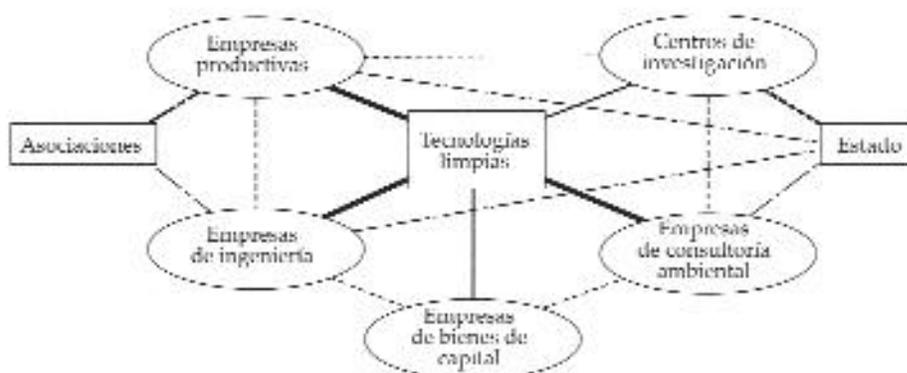


Figura 5
Relación entre los actores
y la solución tecnológica
(década de los noventa)

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 2, Porter y Van der Linde (1995) logran identificar las mejoras que redundan en un incremento en la productividad de los recursos, sin embargo, el hecho de que aún prevalezca una visión de lo ambiental no como inversión sino como gasto, ha llevado a un cuestionamiento de la legislación ambiental.

Uno de los principales argumentos de la posición conservadora a favor de la desregulación es que desde que se comenzó a implantar la legislación, a principios de los años setenta, las empresas en Estados Unidos han realizado inversiones que en la actualidad llegan a constituir 2,1% del producto industrial, estimándose que alcance 2,6% del PIB para los primeros años del siglo XXI (Jaffe et al., 1995).

Este argumento gana una favorable opinión del público estadounidense cuando se compara la competitividad de la industria americana frente a países en los que la inversión en protección al ambiente es pequeña y hasta nula. Las frecuentes quejas con relación a países como China e India han llevado incluso a la aparición de un nuevo término en la jerga de la competitividad: el "dumping ecológico". Se afirma, con alguna razón, que las empresas de estos países no incurren en los costos de tecnologías de remediación para cumplir con los estándares de regulación como deben hacerlo las compañías norteamericanas, razón por la cual los productos de estas últimas pierden competitividad en el ámbito internacional. Pero tal justificación pierde fuerza cuando se comparan las inversiones en control y prevención ambiental de Estados Unidos con las inversiones crecientes que vienen realizando algunos países europeos. Resulta notable el caso de Alemania, donde la inversión en esta área muestra una tendencia por encima de la observada en Estados Unidos. En consecuencia, algunos sostienen que éste es un planteamiento superficial que no va al fondo del asunto de la competitividad³.

En contraposición a esta visión conservadora, existen opiniones calificadas como la de Porter y Van der Linde (1995) cuya principal crítica a esa posición es que tanto los encargados de diseñar política como los líderes empresariales y los ambientalistas han centrado su discusión en torno al análisis de los impactos sobre los costos estáticos de la regulación ambiental, soslayando la importancia de los beneficios de productividad que pueden derivar de la innovación tecnológica en este campo.

Tabla 2

Mejoras ambientales que pueden incrementar la productividad de los recursos

Incrementos de productividad en los procesos

Ahorros en materiales como resultado de un proceso de sustitución, reuso o reciclaje de insumos productivos.

Incremento en la eficiencia de los procesos.

Disminución de tiempos muertos como resultado de monitoreos más cuidadosos.

Conversión de desechos en insumos utilizables.

Menor consumo de energía durante el proceso de producción.

Reducción de inventarios y costos de manejo.

Eliminación o reducción de costos provenientes de actividades de descarga, manejo, transporte y deposición de residuos.

Incrementos en los productos

Mayor calidad y productos con mejor desempeño.

Productos con menores costos, tanto para la empresa como para los consumidores.

Bajos costos de embalaje.

Productos seguros.

Menos costos de disposición al final del ciclo de vida.

Fuente: Porter y Van der Linde, 1995.

En efecto, estos autores analizan casos en diversos sectores industriales en los que se demuestran que los cambios adelantados para aminorar o abatir la contaminación dieron como resultado ahorros o incrementos en la productividad que superaban con creces las inversiones realizadas. Por otra parte, la introducción de innovaciones en esta área no sólo disminuyó dramáticamente el impacto ambiental y los costos, sino que tuvo, además, un efecto multiplicador sobre la actividad innovadora de otros sectores, incrementando la competitividad del complejo industrial en forma global (Mercado, 1997).

La creciente importancia de las normativas extralegales

Las disposiciones ambientales vigentes de la Organización Mundial de Comercio (OMC) establecen que los requerimientos ambientales no deben constituir barreras pararrancelarias más allá de lo establecido en las legislaciones nacionales sobre especificaciones de productos. No obstante, algunos países desarrollados vienen presionando para que los países en vías de desarrollo asuman mayor responsabilidad en la instrumentación de legislaciones ambientales y en las exigencias para su cumplimiento.

Este proceso se ve reforzado por la difusión de normativas de adscripción voluntaria, las cuales comienzan a ejercer restricciones en los mercados internacionales, a pesar de no tener carácter legal. No hay que olvidar que las mismas son producto de intereses e influencias de grupos de presión tales como consumidores, organizaciones no gubernamentales e incluso asociaciones empresariales. Esto implica la existencia de crecientes interdependencias entre los factores de carácter político, gremial y tecnológico en la orientación de la actividad tecnoproductiva.

Conclusiones

La evolución de la tecnología para la mitigación y prevención del impacto ambiental de las actividades industriales muestra el desplazamiento progresivo de la búsqueda de soluciones desde las prácticas de mitigación y remediación (comando y control) hacia la prevención de la contaminación y/o el desarrollo de tecnologías limpias, evidenciando profundas transformaciones en la estructura sociotécnica durante los últimos treinta años.

El proceso de formulación de políticas públicas en torno al ambiente ha desempeñado un papel clave en el proceso de aprendizaje de los diferentes actores en torno al problema. Las políticas de regulación constituyeron el gran elemento inductor de las prácticas de mitigación del impacto, con implicaciones sobre la actividad innovadora de carácter incremental. Mientras, las políticas de estímulo, de más reciente data, vienen impulsando el desarrollo de innovaciones mayores relacionadas con la concepción misma de los procesos productivos.

Por último, interesa mencionar la seria disyuntiva que se le plantea a los países en vías de desarrollo con relación a este problema, muchos de ellos transitando hasta ahora etapas incipientes de la regulación, y sobre todo del aprendizaje tecnoambiental basado en ésta. Se piensa que si no se adelantan políticas y estrategias proactivas y acertadas que estimulen el aprendizaje y la innovación, se podrá presenciar el incremento de la brecha tecnológica con relación a los países avanzados o, en el mejor de los casos, tendrán que resignarse a desempeñar, nuevamente, su papel de adquirentes de paquetes tecnológicos.

En ese sentido, parecen desarrollarse dos tendencias en el desarrollo de tecnologías ambientales en el ámbito internacional. Por una parte, el desarrollo de tecnologías de productos y procesos limpias, muy eficientes, que se están difundiendo ampliamente en las empresas de los países desarrollados, en respuesta a legislaciones rigurosas y altos estándares de consumo. Por otra, el desarrollo y comercialización de tecnologías ambientales de mitigación y remediación (*end of pipe*), para ser aplicadas mayoritariamente en la disminución de los impactos de las actividades industriales primarias o de primera transformación, que vienen creciendo de manera sustancial en los países en vías de desarrollo.

Notas

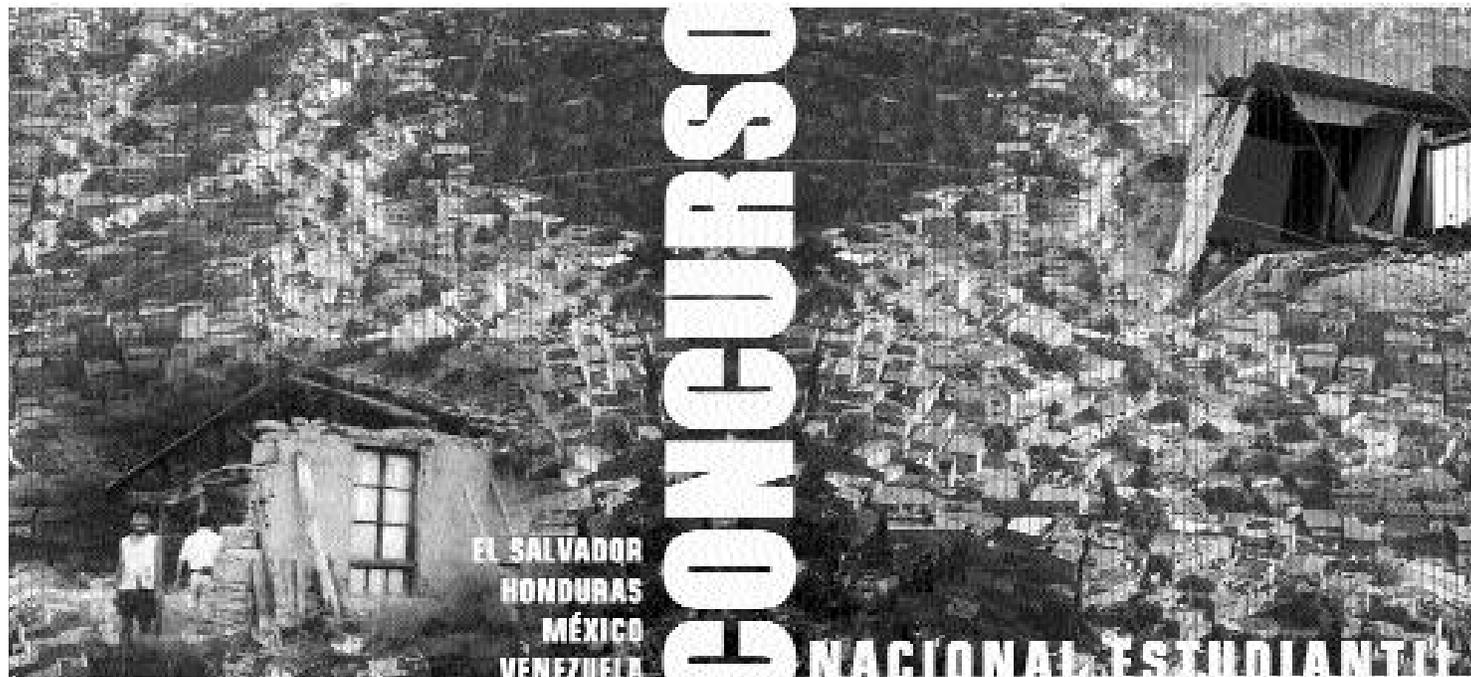
1 Hay que señalar que algunas importantes empresas, como BASF, habían desarrollado plantas de tratamiento antes de esta época (Koroschetz, 1999). Sin embargo, estas prácticas eran la excepción en el ámbito industrial.

2 Un claro ejemplo de ello fueron los esfuerzos para desarrollar megaproyectos para generar energía eólica bajo la premisa de sustituir el uso de combustibles fósiles. La caída de los precios del petróleo a inicios de los ochenta tornó inviable muchos de estos proyectos.

3 Se considera, entonces, que las causas de pérdida de competitividad de la industria manufacturera americana deben ser buscadas en otros factores. Esto lo comprendió desde un primer momento la administración demócrata, la cual impulsó una serie de políticas industriales de estímulo al desarrollo de tecnologías limpias.

Referencias Bibliográficas

- Hughes, T. 1987. The evolution of large technological Systems, en W. Bijker, T. Hughes, J. Pinch: *The Social Constructuion of Technological Systems*, MIT Press, Mass.
- Jaffe, A.; Peterson, S.; Portney, P.; Stavins, R. 1995. " Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What does the Evidence Tell Us?", *Journal of Economic Literature*, vol. XXXIII.
- Koroschetz, R. 1999. De la cultura ambiental alemana en Venezuela: el caso BASF. Tesis de Maestría en Política y Gestión de la Innovación Tecnológica, CENDES-UCV. Caracas.
- Meadows, D.; Meadows, L.; Randers, J.; Behrens, W. 1972. *Los límites del crecimiento*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Medina, M. 1994. Estudios de ciencia y tecnología para la evaluación de tecnologías y la política científica, en J. Sanmartín e I. Hronszky (eds.): *Superando fronteras. Estudios europeos de ciencia-tecnología-sociedad y evaluación de tecnologías*. Editorial Anthropos, Barcelona.
- Mercado, A. 1997. " Elementos para la evaluación y estímulo a la gestión ambiental en la industria venezolana", *Revista Espacios*, vol. 18, nº 2, pp. 25-54, Caracas.
- Morrison, R. y Boyd, R. 1973. *Química orgánica*. Fondo Educativo Interamericano. Boston, Mass.
- OCDE - Organización paara la Cooperación y el Desarrollo Económico (Organization for Economic Cooperation and Development, por sus siglas en inglés). 1999. *Environmental Requirements for Industrial Permitting*, vol. 2, Paris.
- OSSPP-ODEPRI. 1992. Resultados de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Mimeo. Caracas.
- Otero, I. 1998. " Mercado y ambiente", *Debates IESA*. Gerencia y Ambiente, vol 3, nº 4, Caracas.
- Porter, M. y Van der Linde, C. 1995. " Green and Competitive", *Harvard Business Review*, September-October.
- Schramm, E. 1995. " Saneamiento urbano e efluentes industriais na Alemanha", Seminario Tratamiento Efluentes Industriais. Bahia, Brasil.



EL SALVADOR
HONDURAS
MÉXICO
VENEZUELA

CONCURSO

NACIONAL ESTUDIANTIL

TECNOLOGÍAS
PARA
PREVENIR
Y MITIGAR
DESASTRES
EN ZONAS
DE ALTO RIESGO



PARA
Y MITIGAR
EN ZONAS

ENTREGA PROPUESTAS
HASTA EL 08 DE OCTUBRE DE 2004
VEREDICTO Y PREMIACIÓN
29 DE OCTUBRE DE 2004
INFORMACIÓN Y REGISTRO DE PARTICIPANTES
<http://es.groups.yahoo.com/group/habitatenriesgo2004>



Arata Isozaki

Arquitectura
1960-1990

Arata Isozaki. Arquitectura 1960 – 1990. Textos de David B. Stewart y Jaime Yatsuka. Editorial Gustavo Gili, Barcelona (España), 1991, 304 pp.

Una obra que recoge los aportes más significativos de la obra de Arata Isozaki, uno de los arquitectos más influyentes e innovadores de nuestros días, a partir de la retrospectiva programada por el Museo de Arte Contemporáneo de Los Angeles (MOCA): Arata Isozaki. Arquitectura 1960 – 1990, exposición que abarca 30 años de la impresionante obra del arquitecto, desde sus propuestas visionarias de los años sesenta hasta los actuales proyectos urbanos a gran escala. La exposición, al mismo tiempo que ilustra acerca de la compleja y multifacética naturaleza de la obra de Isozaki aporta también algunas pistas sobre las posibles direcciones que el arquitecto podría seguir en el futuro.

La obra del arquitecto se organiza alrededor de cinco grupos temáticos. Tema I: Génesis de la imaginación, contiene propuestas conceptuales para el Tokio de los años sesenta; Tema II: Nacimiento de un arquitecto, se centra en los primeros edificios de hormigón y en las obras de carácter público y atrevida geometría concentradas básicamente en la isla Kyuski; Tema III: Japón catástrofe, analiza la búsqueda de una expresión arquitectónica más individual por parte de Isozaki; Tema IV: El arquitecto como ciudadano del mundo, aborda varios proyectos internacionales en los que Isozaki trabajó a finales de los años ochenta; Tema V: Hipertecnología, incluye las más recientes propuestas de Isozaki para el Ayuntamiento de Tokio, la estación de Ueno y el plan del Conjunto NTV Plaza. El libro concluye con una completa bio-bibliografía del arquitecto.

Tanto la exposición como el libro contaron con la colaboración y dedicación excepcional de Arata Isozaki y de su esposa Aika Miyawaki.

(NA680/A15)



Frederick S. Merrit y Jonathan T. Ricketts (editores) *Manual integral para diseño y construcción.* 5ª edición. McGraw Hill Santa Fe de Bogotá, 1997.

Una relación completa de los aspectos relacionados con el diseño y la construcción de especial relevancia para arquitectos, ingenieros, contratistas, propietarios de edificios y técnicos en construcción. Incluye desde los últimos métodos de diseño y construcción, materiales y equipos, hasta la normativa y códigos anuales de la industria de la construcción. Este manual resalta las contribuciones de reconocidos arquitectos, ingenieros y contratistas con el fin de actualizar e innovar en aspectos como: sistemas de construcción, sistemas eléctricos, seguridad industrial, instalaciones sanitarias, teoría estructural, sistemas de cubiertas, administración de construcción, topografía, costos de construcción, mecánica de suelos y cimientos, personal, sistemas de paredes, pisos y cielorrasos, acero estructural, circulación vertical, concreto y hormigón, acero moldeado en frío, sistemas HVAC, materiales de construcción, construcción en madera, así como herrajes de puertas, ventanas y edificios.

El trabajo incluye un índice extenso y una detallada tabla de contenidos para ayudar al lector en la localización de los temas.

(TH151 / M55)

Arian Mosteadi. *New Health Facilities: architectural design*. Instituto Monsa de Ediciones. Barcelona (España), 2001, 239 pp.

Extensa panorámica de algunos de los proyectos más modernos e innovadores en el campo de la arquitectura sanitaria. El trabajo arquitectónico de clínicas y centros hospitalarios supone arte y conocimiento. El hecho arquitectónico se ha hecho humano: salud.

Los proyectos presentados constituyen una muestra representativa de las tendencias de los arquitectos contemporáneos en busca de los hospitales del futuro. Investigación y ejecución que pretenden relaciones complementarias entre aspectos como: funcionalidad, sistemas informáticos, luz natural, sofisticados equipos médicos con estética en los ambientes y comodidad para los pacientes, visitantes y personal médico y administrativo. Los trabajos se acompañan con una impecable fotografía, planos y detallados sistemas constructivos junto con descripciones y aclaratorias hechas por sus autores en inglés y en español.

(RA967.7 / M85)



Banham, Reyner. *Megaestructuras: futuro urbano del pasado reciente*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona (España), 2001, 223 pp.

El objetivo principal del texto es exponer el desarrollo y la evolución de las grandes construcciones arquitectónicas, aquellas que por su envergadura, imagen y multiplicidad de funciones son hoy día conocidas como "megaestructuras", término de reciente utilización que implica una serie de criterios y variables funcionales mecánicas para definir y diferenciar entre obras de colosal proporción y las verdaderas megaestructuras. Se presentan los antecedentes, pioneros e iniciadores de los contextos estructurales, teóricos e históricos de las construcciones de megaproporción, e igualmente se conceptualizan las obras en el ámbito social, histórico, filosófico y teórico para aclarar, con atinada discusión, el paradigma megaestructural: grandes estructuras en las que convergen todas las funciones de una sociedad y una ciudad o bien, partes que conforman el entramado orgánico y funcional del hombre megaconstructor. Las megaestructuras devienen en nuevas e íntimas relaciones entre lo construido privado y lo construido público, nuevos valores, nuevas tendencias donde lo particular se relaciona más estrechamente con lo general, estructuras que se acoplan para conformar un ambiente que reúne forma, imagen, parte y función. Se presentan las propuestas más importantes a nivel mundial donde el hombre devela su futuro urbano desde la óptica de un pasado reciente.

(NA6400 / B22)



Este material está disponible en el Centro de Información y Documentación del IDEC.



CONDES

Consejo de Desarrollo
Científico y Humanístico
de La Universidad del Zulia

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

Visión

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

Misión

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

Objetivos

General:

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

Específicos:

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

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

Fomentar la actualización del personal de investigación.

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

Mantener relación estrecha entre las actividades de investigación y Postgrado.

Programas de Financiamiento del CONDES

Programas y Proyectos de Investigación:

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

Equipo:

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

Asistencia a Eventos y Reuniones científicas:

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

Organización de Eventos científicos:

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

Cursos, entrenamiento y pasantías:

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

Revistas científicas:

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



Dirección
Av. 4 Bella Vista con calle 74. Edif. FUNDALUZ. Piso 10. Maracaibo, Edo. Zulia
Código Postal: 4002. Tel./fax: (0261) 926307, 926308, 596860.
Página Web: www.condes.luz.ve. E-mail: condes@europa.ica.luz.ve, condes@neblina.reaccion.ve

Normas para la presentación de trabajos a Tecnología y Construcción

Tecnología y Construcción es una publicación que recoge artículos inscritos dentro del campo de la Arquitectura y de la Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Construcción, especialmente: 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.

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

- El autor (o los autores) debe(n) indicar título completo del trabajo acompañándolo de un breve resumen en español e inglés (máximo 100 palabras), además de una síntesis curricular no mayor de 50 palabras, que incluya: nombre, título(s) académico(s), institución donde trabaja(n), cargo, área de investigación, dirección postal, fax y correo electrónico.
- Los trabajos deben ser entregados en diskette, indicando el programa y versión utilizados, o enviados al Comité Editorial como documento a través del correo electrónico de la revista (tyc@idec.arq.ucv.ve), acompañados de una versión impresa con una extensión no mayor de treinta (30) páginas escritas a doble espacio en tamaño carta incluyendo notas, cuadros, gráficos, anexos y referencias bibliográficas.
- En el caso de que el trabajo contenga cuadros, gráficos, diagramas, planos y/o fotos, éstos deben presentarse en versión original impresa, numerados correlativamente según orden de aparición en el texto. Lo mismo es válido en el caso de artículos que contengan ecuaciones o fórmulas.
- Las referencias bibliográficas deben ser incluidas en el texto con el sistema autor-fecha: por ejemplo, (HERNÁNDEZ, E., 1995). Al final del texto deben incluirse los datos completos de las publicaciones mencionadas, organizados alfabéticamente.
- Se aceptarán trabajos escritos en castellano, portugués o inglés.
- Los trabajos deben ser inéditos y no haber sido propuestos simultáneamente a otra(s) revista(s).
- Las colaboraciones presentadas no serán devueltas.

El Comité Editorial someterá los trabajos enviados a la revisión crítica de por lo menos dos árbitros escogidos entre especialistas o pares investigadores. La identificación de los autores no es comunicada a los árbitros, y viceversa. El dictamen del arbitraje se basará en la calidad del contenido, el cumplimiento de estas normas y la presentación del material. Las sugerencias de los árbitros, cuando las haya, serán comunicadas a los autores con la confidencialidad del caso.

La revista se reserva el derecho de hacer las correcciones de estilo que considere convenientes, una vez que hayan sido aprobados los textos para su publicación. Siempre que sea posible, esas correcciones serán consultadas con los autores.

Los autores recibirán sin cargo tres (3) ejemplares del número de la revista en el cual haya sido publicada su colaboración. Por su parte, los árbitros, en compensación por sus servicios, recibirán una bonificación en efectivo y un ejemplar del número de la revista con el cual contribuyeron con su arbitraje, independientemente de que su opinión en relación con la publicación del artículo sometido a su consideración haya sido favorable o no.

El envío de un texto a la revista y su aceptación por parte del Comité Editorial representa un contrato por medio del cual se transfieren los derechos de autor a la revista *Tecnología y Construcción*. Esta revista no tiene propósitos comerciales y no produce beneficio alguno a sus editores.



Rector
Giuseppe Giannetto
Vice-Rector Académico
Ernesto González
Vice-Rector Administrativo
Humberto García Larralde
Secretaria
Elizabeth Marval

Rector
Domingo Bracho Díaz
Vice-Rector Académico
Teresa Álvarez
Vice-Rector Administrativo
Leonardo Atencio Finol
Secretaria
Rosa Nava

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

Coordinador
Fulvia Nieves de Galicia

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

Coordinadora Secretaria
Ana Julia Bozo de Carmona

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Decano
Azier Calvo
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
Ronald Pérez

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN / IDEC

Directora
Milena Sosa G.
Coordinador Docente
Domingo Acosta
Coordinador Administrativo
Lunia Betancourt
Consejo Técnico
Miembros Principales
Carlos Pérez Schael
Gaspere Lavega
Andrés Azpúrua
Virgilio Urbina
Carlos H. Hernández
Milena Sosa
José Rosas Vera
Miembros Suplentes
Nayib Ablan
Ricardo Molina
Tomás Páez
Ignacio Avalos
Alexis Méndez

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