

LA MADERA : UNA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ana Loreto, Ricardo Molina, Virginia Vivas, Argenis Lugo, Antonio Conti

INTRODUCCIÓN

Sabemos que la madera tiene grandes potencialidades en el campo de la construcción y que es uno de los pocos materiales constructivos renovables en el corto plazo. En Venezuela existen abundantes recursos forestales naturales y de plantación de pino caribe, además de una industria instalada para el procesamiento y transformación de la madera como material de construcción. Esta circunstancia, aunada a una probada tradición constructiva con madera, posibilitan en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela FAU-UCV, la implementación de una línea de investigación orientada al "Conocimiento de la madera de pino caribe como material de construcción" y el "Desarrollo de componentes constructivos de madera para la producción de viviendas".

La tradición constructiva de la madera existe desde que el hombre habitó los lugares de la tierra ricos en recursos forestales, utilizándola como materia prima para la construcción de sus moradas transitorias y permanentes. En Venezuela, la madera formó parte de la construcción de las ciudades coloniales, donde se conjugaron los materiales constructivos (madera, tierra, piedra) presentes en los diferentes habitados indígenas, con la incorporación de las técnicas importadas. A finales del siglo XIX, con la importación de materiales y técnicas que resultaron del desarrollo de los procesos de industrialización en Europa, la madera se combinó con el acero y el hormigón en los nuevos tipos arquitectónicos, perdiendo progresivamente su carácter estructural al utilizarse en la fabricación de partes componentes, decorados y objetos muebles.

En el siglo XX, la explotación del petróleo cambió cualitativamente la estructura económica y social del país, circunstancia que modificó la forma tradicional de construir, e incorporó las tecnologías del concreto armado y del acero en las nuevas edificaciones. Mientras que las urbanizaciones obreras se construyeron en concreto, la madera se utilizó sólo en elaborados proyectos residenciales y de uso recreativo, que hoy constituyen una referencia de la arquitectura moderna venezolana. La madera

ABSTRACT

RESUMEN

La línea de investigación sobre la madera retoma las iniciativas realizadas desde 1986 en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), planteándose resolver problemas vinculados con la industria de la construcción, específicamente en el área de la vivienda. Se plantean dos líneas generales de investigación, en el marco de las cuales se desarrollan diferentes propuestas particulares: el uso de la madera de pino caribe como material de construcción, y el desarrollo de componentes constructivos de pino caribe para la producción de viviendas. Para ello se revisa brevemente el uso de la madera en la historia de la vivienda, particularmente en América y Venezuela. Asimismo se analiza el estado actual de la madera como recurso forestal y las características de su aplicación en la construcción de edificaciones, tomando por caso la madera de las plantaciones de pino caribe.

The research line on wood takes back the initiative developed since 1986 at the Institute for Experimental Development of Construction (Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDEC), outlining the solution of problem linked to the Construction Industry, specially in housing. Within the frameworks of two general research lines, different particular proposals and developed: use of caribbean pine wood as a construction material, and the design of construction components made of caribbean pine wood for housing production. In this matter we briefly revise the use of wood in housing history, particularly in America and Venezuela. Thus, it is analyzed the actual condition of wood as a forestal resource, and the characteristics of its application on building construction, taking as an example the existing at caribbean pine plantations.

DESCRIPTORES:

Madera; Pino caribe; Vivienda; Ventana; Techo; Sistema constructivo.

se presenta actualmente en la construcción como un material de lujo o de baja calidad, y en sus aplicaciones están implícitos distintos niveles tecnológicos que condicionan su utilización.

En este contexto, que combina la tradición constructiva con la madera, la disponibilidad del recurso forestal de plantación y la tecnología disponible en el país, pretendemos desarrollar la línea de investigación que estamos formulando. En este orden esbozaremos los tres aspectos planteados.

I. FUNDAMENTACIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: LA TRADICIÓN, LOS RECURSOS Y LA TECNOLOGÍA

LA TRADICIÓN: del bejuco al concreto

La madera ha sido históricamente un material de primer orden en la industria de la construcción de los países desarrollados. Esta situación se presenta en Venezuela en la actualidad de una forma particular, donde la madera no se ha utilizado en la cuantía en que pudiese haberlo hecho, no obstante que su uso en la construcción ha sido determinante, principalmente dentro de los materiales utilizados desde los tiempos prehispánicos hasta mediados del siglo XX.

Las primeras huellas de la madera

Las primeras huellas de las habitaciones humanas están registradas entre 50.000-30.000 años antes de nuestra era, cuando el hombre construyó abrigos con enramadas de madera (Leroi-Gourhan, 1971:303). La mayoría de las culturas que ocuparon las regiones de la tierra ricas en recursos forestales fabricaron una gran parte de sus objetos utilitarios con madera, entre ellos la vivienda (instrumentos musicales, herramientas de trabajo, de cacería y de defensa, culinaria, mueblería, juguetes, objetos suntuarios y ceremoniales, medios de transporte y comunicaciones). Tanto las sociedades apropiadoras de alimentos como las productoras, realizaron enramadas y espacios habitables de distintos tipos.¹



Fuente: Los rastros de los primeros habitados (foto: B. Brandli, B. Los hijos de la luna 1983/K. Weldman. En Cocco, L. Iyewei-Teri 1973).

En Venezuela, las primeras evidencias del uso de la madera en la construcción se remontan aproximadamente a 12.000 años antes del presente, con los campamentos o paraderos estacionales de la sociedad de cazadores recolectores, mientras que las sociedades tribales construyeron distintos tipos de aldeas estables hace 4.600 años (Sanoja y Vargas, 1997,13-17).

Las casas de palos hincados

Con estas construcciones se encontraron los conquistadores en América en el siglo XV, que describieron en sus crónicas de viaje desde sus referencias europeas. Gonzalo Fernández de Oviedo, en su *Historia General*, hace una precisa descripción de las viviendas de los indígenas de La Española:



Fuente: Enramada indígena vista por artistas europeos. En: *El Farol* 181, 1959.

[...] "las casas en que moraban, (...) se hacían según la voluntad del edificador (...) hincaban muchos postes a la redonda, de buena madera y de la groseza (cada uno) convenientemente, y en circuito a cuatro o cinco pasos de un poste del otro (...) e sobre ellos, (...) por encima de las cabezas, en lo alto pónenles sus soleras, e sobre aquellas ponen en torno la varazón (que es la templadura de la cubierta) (...) sobre las varas ponen de través cañas, o latas de palmo a palmo (o menos) de dos en dos (o sencillas) e sobre aquesto cubren de paja delgada e lengua. (...) En lo bajo, en lugar de paredes desde la solera a tierra, de poste a poste, ponen cañas hincadas en tierra, (...) e una a par de otra hacen pared e átanlas muy bien con bejuocos (...) esta manera de casa o caney, para que sea fuerte e bien trabada la obra e armazón toda ha de tener en medio un poste o mástil [...] que se fije en tierra cuatro o cinco palmos de hondo e que alcance hasta la punta o capitel más alto del buhío; al cual se han de atar todas las puntas de las varas [...] En Alcina, 1988:89-90.

En Venezuela, el gobernador don Juan de Pimentel describió las casas de la ciudad de Santiago de León de Caracas en su famosa *Relación de Caracas* de 1578, como:

[...] El edificio de las casas de esta ciudad ha sido y es de madera y de palos hincados, cubiertas de paja. Las más que hay en esta ciudad de Santiago son de tapias, sin alto alguno y cubiertas de cogollos de caña". [...] "En Nuestra Señora de Caraballeda todas las casas son pajizas con palos hincados". En Acosta, 1967:700.

La madera en la Colonia fue uno de los materiales predominantes en la construcción de iglesias, conventos, hospitales, almacenes, casas, etc., participando como material estructural, y fundamentalmente como componente constructivo para

¹ Sobre arquitectura "primitiva", "vernácula" o "indígena", ver E. Guidoni, *Arquitectura primitiva* 1997, Cobiño 1981.

las cubiertas de techo, entrepisos, escaleras, balastradas, balcones, dinteles, puertas, ventanas y rejas, en combinación con otros materiales y técnicas constructivas como la mampostería de adobe y de ladrillos, la tapia, el bahareque, los muros de sillería y de cal y canto. También se fabricaron con madera los muebles y decorados interiores (retablos, repisas, techos de armadura).²

La construcción de la nación venezolana

Durante el siglo XIX y hasta comienzos del siglo XX se aplicaron las mismas técnicas coloniales tradicionales; la madera se combinó con los nuevos materiales y técnicas importadas de Europa, resultantes del proceso de desarrollo y expansión de la industria de la construcción que siguió a la primera revolución industrial. La madera estructural se sustituyó por ligeras



Fuente: Estructura y techumbre del templo de Obispos, Estado Barinas, Venezuela. Foto: G. Gasparini. En Gasparini, 1965.

estructuras prefabricadas en hierro, y la carpintería de componentes de madera se sustituyó por la herrería, con la que se construyeron rejas, balastradas, escaleras, pérgolas, y vitrales. La madera continuó utilizándose en la fabricación de puertas y ventanas de romanilla, en las cubiertas de techo y en los decorados.

En estos años se produjo un salto cualitativo en el desarrollo de la industria de la construcción. Las edificaciones pasaron de ser fábricas *in situ*, a sitios de ensamblaje de partes componentes prefabricadas, que en muchos casos se combinaron con las estructuras de tapia o mampostería tradicionales. Fue posible demoler las edificaciones anteriores para sustituirlas o integrarlas a las nuevas estructuras, creando tipologías edificatorias *ex novo*, a la imagen de los tipos arquitectónicos europeos.³

Hacia la modernidad

En el presente siglo, a partir de la explotación del petróleo se produjo en Venezuela un cambio sustancial en su estructura económica, social y política, que originó el desarrollo



Fuente: Túnel y puente del gran ferrocarril en Venezuela hacia el año 1891 (Maldonado B.C. Ingenieros e ingeniería en Venezuela siglos XV al XX 1997).

de procesos industriales, entre ellos, la industria de la construcción. Se impulsó la utilización del acero y el concreto armado para responder a las necesidades de nuevas edificaciones creadas por el acelerado proceso de urbanización de las principales ciudades del país, especialmente en la capital. En las estructuras se utilizaron tanto las modernas técnicas constructivas como la mampostería de arcilla y el concreto. La madera se incorporó a estas edificaciones mediante elaborados componentes estructurales, de cerramiento, escaleras y pisos, construidos con el nivel de especialización de la mano de obra proveniente de los inmigrantes europeos que vinieron al país incentivados por las políticas de inmigración del Estado nacional.⁴



Fuente: Hotel Prado Río, Mérida, Venezuela (Revista Integral 6, 1957).

Por contraste, el interior del país pasó a la categoría de "rural". Las viviendas "rurales", "tradicionales" o "populares" siguieron manifestando los contenidos indígenas y españoles al construirse con los materiales y las técnicas "tradicionales", como las estructuras de madera, y las de tierra cruda y cocida que incorporaron progresivamente los componentes industrializados como el bloque de concreto y de arcilla, y las láminas de zinc.⁵

En los últimos años, los materiales y las técnicas tradicionales fueron paulatinamente desplazados por la industria del concreto armado y el acero. La utilización de la madera en la construcción se redujo a su aplicación en encofrados, puertas, ventanas y revestimientos, hasta tal punto que en la actualidad la madera se presenta como un material para construccio-

² Para una discusión más extensa sobre arquitectura indígena y colonial venezolana, ver Acosta Saignes, 1967; Capablanca, 1995; Carrera Damas, 1967; Gasparini, 1965, 1986 y 1996; Quintero, 1967; Villanueva, 1966; López M., 1979, 1980.

³ Para una mejor comprensión acerca del período referido, ver Almandoz, 1995; Carrera Damas, 1967; González Deluca., 1991; Maldonado Bourgoín, 1997; Martín, 1994; Quintero, 1967; Vivas y Vásquez., 1998.

⁴ Almandoz, 1995; Vivas, 1998; Martín, 1994; Maldonado Bourgoín, 1997.

⁵ Sobre arquitectura rural venezolana son fundamentales los estudios de Acosta Saignes, 1971; AA.VV. 1980-1982.



Fuente: Contrastes del uso de la madera en la actualidad (Revista *Integral* 8/casa venezolana 1992/seminario 2000. Desastres sísmicos 1999).

nes de lujo, o como un material de baja calidad utilizado en los ranchos o estructuras temporales habitadas por la población de los barrios marginales.

Como ejemplo del uso de la madera en la construcción de edificaciones en Venezuela, encontramos casi todo el patrimonio construido colonial y republicano existente, así como gran parte de la arquitectura moderna, la arquitectura rural, y la de las etnias indígenas actuales. Igualmente debemos mencionar la importancia de todo el patrimonio mueble construido con madera que forma parte de los distintos objetos de uso cotidiano vinculado a los distintos periodos definidos. Todas estas referencias demuestran que la construcción con madera en Venezuela es posible, en la medida que exista la disponibilidad del recurso forestal y retomemos el conocimiento del manejo de este material.

Los recursos: la madera en los países andinos

Es importante señalar el estudio realizado en los últimos veinte años por los países del Grupo Andino sobre las maderas propias de la región y el desarrollo de la tecnología necesaria para su aprovechamiento. La Comisión del Acuerdo de Cartagena aprobó en junio de 1974, la Decisión 84, por la cual los países andinos acordaron una serie de disposiciones para la definición y adopción de una política subregional de desarrollo tecnológico, entendido éste como un elemento importante para coadyuvar al logro del proceso de integración y a la satisfacción de las necesidades del desarrollo económico y social de los países miembro.

En el marco de estas políticas se emprendieron los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el área de Recursos Forestales Tropicales (PADT-REFORT), para incorporar los bosques tropicales andinos a la economía de los países desde una adecuada base tecnológica, de tal manera que su utilización pueda contribuir a la solución de problemas críticos como el de la vivienda.⁶ Con el apoyo económico de la Comunidad Económica Europea y el Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA), los PADT-REFORT han concretado sus estudios e investigaciones en una serie de manuales técnicos que presentan recomendaciones para el uso adecuado de las maderas tropicales y el desarrollo de soluciones constructivas que, a falta de una normativa nacional en este campo, se han convertido en referencia obligada

para quien diseña, calcula y construye con este material (JUNAC, 1980, 1984, 1988).

La Junta del Acuerdo de Cartagena firmó en 1985 un convenio de cooperación técnica con la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela para el «Proyecto Subregional de Promoción Industrial de la Madera para la Construcción». Este programa fue coordinado por el arquitecto Juan José Merchán en el Sector de Tecnología de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la UCV y tuvo una duración de tres años. Durante el mismo se organizaron seminarios e iniciativas docentes, promoviendo y divulgando el material de la JUNAC.

En el año 1986, el IDEC tomó estas iniciativas como referencia para la fundamentación de una línea de investigación sobre la madera, con el objeto de generar una plataforma de apoyo para la investigación y la docencia en el área de la construcción de edificaciones.

La madera: un recurso forestal disponible

En Venezuela disponemos de una riqueza forestal abundante. Según el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, en su último Informe de Venezuela sobre recursos fitogenéticos, declara en julio de 1995.⁷



Fuente: Selva amazónica venezolana (Los hijos de la luna, 1983).

“...nuestro país cuenta con una superficie boscosa calculada en 52,9 millones de hectáreas, equivalente al 59% del territorio nacional, concentradas al sur del río Orinoco y al occidente del país, con un volumen estimado total de 65 a 120 m³ por hectárea en el occidente y 78 a 190 m³ por hectárea en el sur del Orinoco, valores que definen una reserva aproximada de unos 6.800 millones de metros cúbicos de madera, de los cuales 3.500 millones corresponden a especies aptas para el mercado”. (<http://web.ICPPGR.fao.org/>).

En la composición florística de los bosques naturales venezolanos se encuentran unas 60 especies maderables con características físico-mecánicas que las hacen aptas para ser utilizadas en la construcción de edificaciones y otras obras civiles. Los principales demandantes de madera en Venezuela son las industrias de tableros contrachapados, aglomerados, tableros enlistonados y madera aserrada, en su gran mayoría destinados a la industria del mueble y a la industria de la construcción, no como material de construcción propiamente dicho, sino como material accesorio para la fabricación de encofrados y puntales, principalmente.

Hoy en día Venezuela cuenta con un gran potencial de madera proveniente de plantaciones de pino caribe en los estados Anzoátegui y Monagas, manejada en gran escala por Productos Forestales de Oriente C.A. (PROFORCA-CVG) de la Cor-

⁶ Ver JUNAC, Junta del Acuerdo de Cartagena, 1980, 1984, 1988.

⁷ International Conference and Program for Plant Genetic Resources.

poración Venezolana de Guayana, y en menor escala de propiedad privada, que han producido un excedente de madera en pie que requiere ser procesada y comercializada. Esta coyuntura debe ser aprovechada para realizar proposiciones basadas en un uso racional de este recurso y desarrollar diseños adecuados a sus posibilidades y condiciones (Molina, 1998).

Características de la industria de la construcción con madera

Señalaremos algunos aspectos del problema que caracterizan la situación actual de la industria de la construcción con madera en Venezuela y que debemos considerar al emprender una línea de investigación como la que nos planteamos:

- **La formación, información y difusión del conocimiento técnico sobre la madera.** Existe poca formación técnica por parte de los profesionales vinculados al área de la construcción sobre la madera y sus posibilidades de utilización. Esto se debe a la poca difusión de conocimientos sobre esta materia en universidades y centros educativos, salvo algunas excepciones como la Universidad de Los Andes (ULA) en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LABONAC) que realiza actividades de docencia, investigación y servicios. Asimismo, la Escuela Artesanal de la Madera Colonia Tovar (IACT) ha formado personal técnico en el área de la carpintería de mobiliario y la empresa Productos Forestales de Oriente de la Corporación Venezolana de Guayana (PROFORCA-CVG) a través de la Agenda Pino Caribe, en el campo de carpinteros para la industria de la construcción, propiciando el uso del pino caribe en la región oriental del país.
- **Ausencia de una normativa sobre el uso de la madera en la construcción.** Tampoco se cuenta en nuestro país con un cuerpo de normas en el campo de las edificaciones y estructuras de madera, circunstancia que restringe las posibilidades de trabajo en el área. En otros países latinoamericanos se han realizado legislaciones y normas adecuadas, que han tomado en cuenta las condiciones particulares del riesgo sísmico en aquellas regiones determinadas como tales (INCOTEC, 1985, 1989). No obstante se han realizado esfuerzos puntuales como los manuales de cálculo específico para maderas venezolanas, desarrollados por el Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA, 1991), obteniendo resultados menos conservadores que los presentados por PADT-REPORT-JUNAC.
- **El riesgo de construir con madera.** Existe un cúmulo de creencias sobre algunas condiciones de las maderas en general, como son su inflamabilidad, susceptibilidad al ataque de hongos e insectos, y consecuente perecibilidad. Estos aspectos son manejables a partir de adecuados dise-

ños, controles en el proceso de producción y selección de las maderas, y acciones preventivas contra los ataques de organismos biológicos. El comportamiento de la madera en el tiempo es otro tema de estudio al igual que su mantenimiento, y todos estos aspectos inciden en sus posibilidades de utilización (JUNAC, 1988; ENCINAS, 1999).

- **Los costos de la madera.** Las maderas provenientes de bosques naturales son más costosas que las maderas de plantación, por las características de su explotación. La orientación de un mercado nacional selectivo tiende a utilizar sólo las maderas más conocidas, desechando maderas igualmente resistentes y estables, situación que conduce al aumento especulativo en los costos de este recurso renovable. Si además consideramos que las políticas estatales en el campo forestal no controlan el mercado, la madera en la construcción se reduce a usos muy exclusivos.
- **La madera: las propuestas para el uso de un recurso posible.** El encarecimiento actual del acero y el cemento obliga a explorar materiales y tecnologías que permitan obtener soluciones acordes con la nueva realidad. La abundancia de un recurso como la madera proveniente de las plantaciones de pino caribe y sus posibilidades de aprovechamiento, han despertado el interés de los sectores público y privado de la construcción debido a la demanda de edificaciones (especialmente viviendas) que existe en la actualidad.

Se han perfilado ya algunas iniciativas por parte de las empresas que explotan la madera, a pesar de la limitada variedad de soluciones técnicas adecuadas para responder a los problemas planteados, lo que justifica la urgencia de emprender investigaciones que produzcan resultados en el corto plazo, y que sienten las bases en el más largo plazo para el desarrollo de una industria productora de componentes de madera de pino caribe orientados a la construcción de edificaciones (Loreto,



Fuente: Productos Forestales de Oriente C.A., Uverito, Chagaramas, estado Monagas, Venezuela.

1998; Molina, 1998). Vemos así productos como la producción de vigas laminadas por las empresas KONDOR (1999), y los paneles de viruta orientada con la tecnología de Oriented Strand Board (OSB) producidos por iniciativa de PROFORCA (1999), la Mampostería de madera ROLOBLOCK (1999) y la Mampostería estructural de madera de pino caribe (2000) y el Sistema Constructivo VIMA (Conti, 1999), ambos desarrollados en el IDEC.

II. LA MADERA: UNA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

EL IDEC: de los inicios a la actualidad

En 1986, el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) inició algunas investigaciones que se denominaron «Uso Potencial de la Madera para la Construcción», bajo la dirección del arquitecto Alejandro Calvo. Se propuso una estructura triangulada simple para cubiertas livianas y paredes de bloques de cemento para ser utilizada en viviendas rurales. Este trabajo se concretó en un prototipo y se presentó en la exposición VIVIENDA 86, evento auspiciado por el Convenio Vivienda.



Fuente: Prototipo de estructura triangulada para viviendas rurales (foto: A. Calvo, 1986).

Posteriormente, en 1989, se comenzaron estudios para producir secaderos de madera utilizando el SICUP, sistema constructivo conformado por una cubierta de plástico reforzado con fibra de vidrio, desarrollado por el IDEC, usando el criterio de invernadero para facilitar el secado de la madera por radiación solar, controlándose así los niveles de humedad y de temperatura al interior del mismo (Calvo, 1990). En 1992 el IDEC retomó el proyecto de diseño de una cámara de secado de madera. Para ello propuso como alternativa la tecnología existente, la capacidad instalada del Instituto, y el uso de componentes y materias primas nacionales, aprovechando los desperdicios del propio aserradero como fuente de energía. El primer prototipo se construyó en 1994, en la planta experimental del IDEC.

En el contexto de la línea de investigación con madera, el IDEC entabló relaciones con otros institutos, empresas y personas interesadas en el tema. La empresa "Urbano Ripoll, Maderas Estructurales", establecida en Bogotá desde 1980, realizó contactos con el instituto a través del «Convenio de Cooperación Técnica entre la Junta de Acuerdo de Cartagena y la Universidad Central de Venezuela». Esta empresa fabrica es-

tructuras "a la medida" para edificios públicos e institucionales, construidas con piezas de tamaños y secciones tipificadas unidas mediante conectores producidos nacionalmente. Los aspectos referidos a la producción, comercialización e investigación de la propuesta Ripoll, representan una referencia importante para el IDEC (Ripoll, 1995, 1993).

En 1995, el ingeniero forestal Ricardo Molina inicia una investigación respaldada por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela –CDCH-UCV–, sobre las factibilidades de utilización de la madera de pino caribe para la construcción, ya que el manejo y la explotación de ese recurso forestal presentaba en Venezuela condiciones favorables para plantearse posibilidades de trabajo en esa dirección. La investigación de Molina se orientó al estudio de las propiedades tecnológicas de la madera como material de construcción y sus procesos de industrialización (Molina, 1998).



Fuente: Estructura de techo. Iglesia diseñada por Urbano Ripoll. Bogotá. Colombia (foto: A. Loreto).

En 1997, la arquitecto Ana Loreto, con el apoyo del CDCH-UCV, desarrolló la propuesta de un componente constructivo de ventana en pino caribe para la vivienda (Loreto, 1998), como alternativa a las ventanas tipo "macuto" utilizadas tradicionalmente.

Este mismo año, el arquitecto Antonio Conti y Alberto Platone obtuvieron el primer premio en el concurso público "Uso de la Lámina Prensada Chapaforte® en el Diseño de Componentes Estructurales para Viviendas", con una propuesta de estructura en madera y cerramientos de chapaforte desarrollada posteriormente bajo el concepto de Sistema Constructivo VIMA.

Con el objetivo de actualizar y divulgar el conocimiento sobre el trabajo con madera, en julio de 1999 se realizó en el IDEC un curso-taller de ampliación de conocimientos de postgrado dirigido a graduados y estudiantes de pregrado que se denominó "Diseño con Madera", al que asistieron expositores invitados nacionales e internacionales. Este evento propició la posibilidad de establecer un convenio interinstitucional con el ACRAN de la Universidad de Sevilla, España.

En febrero de 2000, el IDEC convocó en la sede del Colegio de Ingenieros de Venezuela al foro titulado "La Vivienda de Madera: ¿Mito o Realidad?" en el cual participaron los distintos sectores (académico, gubernamental e industrial) involucrados en la construcción de viviendas con madera. Con estos eventos se refuerza la línea de investigación que pretendemos consolidar.

Enunciados de la línea de investigación

En la actualidad, el programa de investigación en el área de la madera está enmarcado dentro de los lineamientos generales del IDEC, esbozados en el proyecto para el área de Vivienda de Desarrollo Progresivo. A su vez, esta premisa de trabajo coincide con los objetivos del «Programa Experimental de Gestión Habitacional Local» (PEGHAL) promovido por la Asociación para la Investigación en Vivienda Leopoldo Martínez Olavarría (ALEMO), cuya propuesta central es un enfoque integral a la gestión habitacional con la participación comunitaria (Ciento, 1997).

La línea de investigación genera propuestas para la construcción con madera de pino caribe a partir del apoyo y el conocimiento teórico acumulado por los PADT-REFORT, así como de los centros de investigación en el país sobre las maderas tropicales. Igualmente se tomará como referencia la experiencia que se tiene en el ámbito mundial en la construcción con madera, lo que garantiza la aplicación inmediata de sus resultados en la realización de proyectos para la construcción de edificaciones, especialmente las de viviendas.

Se proponen dos líneas principales de investigación, en las cuales se enmarcarán las distintas investigaciones relacionadas con las mismas:

1. La madera en la construcción de edificaciones en Venezuela

Estos estudios permiten tener información adecuada para la formulación de planes tendentes al uso racional y sostenido de este recurso. Los resultados obtenidos orientarán el análisis para posibles aplicaciones de la madera en la construcción. Se plantean asimismo actividades de extensión, cursos de actualización de conocimientos y convenios Interinstitucionales.

Las líneas de investigación que estamos desarrollando en este sentido son:

- 1.1. El uso estructural de la madera pino caribe en la construcción de edificaciones en Venezuela.
- 1.2. Glosario de términos relacionados con la construcción con madera. En etapa de formulación.

2. Componentes constructivos de madera de pino caribe

Esta línea está orientada fundamentalmente al desarrollo de componentes producidos con madera de pino caribe, compatibles e integrables a los sistemas constructivos tradicionalmente usados en Venezuela en la construcción de edificaciones, con énfasis en la vivienda. Esta estrategia se adecua al comportamiento actual del mercado, que limita la madera a la producción de componentes constructivos como techos, ventanas, puertas, etc.

Se hará referencia a las características actuales del mercado de la construcción, partiendo de las siguientes premisas:

- Fácil apropiación y versatilidad: se insertan en el mercado de la construcción como un producto comercialmente factible.
- Posibilidad de aplicación inmediata en proyectos

habitacionales tanto del sector público como del privado.

- Consideración de la relación existente entre la demanda y los precios de las maderas.
- La producción a gran escala permite la versatilidad y adaptabilidad de los productos al mercado de la vivienda como producto.
- El diseño de los productos deberá fundamentarse sobre el conocimiento real de las leyes que rigen este mercado (Loreto, 1998).

Investigaciones que se encuentran en curso:

- 2.1 Evaluación de la madera de *Pinus caribaea* var. hondurensis y de dos adhesivos para la fabricación de elementos laminados para uso estructural.
- 2.2 Ventana de paletas de madera pino caribe.
- 2.3 Mampostería estructural en madera de pino caribe.
- 2.4 Sistema constructivo para viviendas con madera de pino caribe (VIMA).

Situación actual de las investigaciones

1. La madera en la construcción de edificaciones en Venezuela

1.1. El uso estructural de la madera pino caribe en la construcción de edificaciones en Venezuela. Ingeniero Ricardo Molina. Este estudio se centra en la madera de pino caribe producida y procesada mecánicamente en la zona sur oriental de Venezuela, y enfocada hacia su uso en construcción de estructuras para edificaciones exclusivamente. El pino caribe es una especie forestal introducida en Venezuela en el año 1969, cuando se iniciaron las plantaciones a gran escala. Actualmente hay aproximadamente 485.511 hectáreas plantadas con un volumen de madera en pie estimado en 49.600.000 m³ rollizos y un volumen de madera comercial en pie de 12.000.000 m³ rollizos (Molina, 1998).



Fuente: Rolas de pino caribe descortezados (foto: Ricardo Molina).

La madera de pino caribe ha adquirido mucha importancia dentro del mercado de productos forestales venezolanos por ser obtenida de plantaciones, con seguridad de suministro de volúmenes importantes a futuro y por reunir las características físicas y mecánicas necesarias para ser usada como material de construcción. La investigación resume las características de esta madera, un diagnóstico de la industria de aserrio de pino caribe en Venezuela con sus potencialidades y limitaciones, una propuesta de normalización dimensional, otra de clasificación visual orientada hacia la construcción, y una propuesta metodológica para orientarse en cuanto a los costos de producción de la construcción con madera (Molina, 1998).

1.2. Glosario de términos relacionados con la construcción con madera. Arquitecto Enrique Capablanca y Arquitecto Virginia Vivas. En etapa de formulación ante el CDCH-UCV. El desarrollo de la madera como material de construcción ha generado un extenso vocabulario de herramientas, procedimientos, tipos de materiales, usos y elementos que no siempre son conocidos o sobre los cuales existen confusiones de uso ocasionadas por la falta de información. La ampliación de actividades en el campo de la investigación sobre madera, hace necesario profundizar en el tema del vocabulario utilizado en esta actividad.

No obstante que existen distintos manuales y diccionarios sobre la madera y su uso en la arquitectura y construcción, es preciso acceder a un diccionario sobre la construcción en madera para obtener rápida respuesta sobre definiciones y delimitaciones de conceptos en este campo de trabajo, con sus expresiones particulares para Venezuela. Esta investigación se propone realizar una recopilación organizada del mayor número de vocablos posibles de los distintos aspectos que se vinculan con la construcción en madera, incluyendo temas como: tipos de maderas naturales y elaboradas, elementos arquitectónicos en madera, tipología arquitectónica en madera, herramientas y procedimientos. La recopilación utilizará los usos generales de la lengua castellana, haciendo énfasis en las prácticas constructivas y técnicas usadas en Venezuela.

Otro de los objetivos de este proyecto es fomentar las relaciones e intercambio con instituciones nacionales y extranjeras que trabajan en el tema de la madera, como el ACRAM, de la Universidad de Sevilla, España, y el Laboratorio Nacional de Productos Forestales de la Universidad de Los Andes ULA, en Mérida, con el objetivo de unificar criterios para la escogencia de términos utilizados para la construcción de edificaciones de madera en Venezuela.

2. Componentes constructivos de madera de pino caribe

2.1. Evaluación de la aptitud de la madera de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y de dos adhesivos para la fabricación de elementos laminados para uso estructural. Profesor Ricardo Molina. La tecnología de madera laminada o glulam, ha venido aplicándose hace cuarenta años en diversos países como una alternativa para mejorar la calidad de la madera para construcción. Para ello se desarrollaron adhesivos especia-

les, logrando juntas más efectivas entre las láminas de madera. La aplicación de esta tecnología en Venezuela se ha visto limitada por el alto costo de importación de los adhesivos, lo que incide significativamente en la estructura de costos de fabricación. Sin embargo, con el desarrollo de la industria química en el país, actualmente se cuenta con adhesivos que, aunque no fueron desarrollados para ser usados en la madera laminada, parecen tener las cualidades para ello.

Por otro lado, la madera de pino caribe de plantación se perfila como un material de construcción que cobra importancia, sobre todo por el interés gubernamental de utilizarla en construcción de edificaciones, debido a los grandes volúmenes que se manejan. Esta madera tiene limitaciones en dimensiones y en calidad, para su uso en edificaciones de grandes luces, donde se requieren elementos de grandes secciones y longitudes. Por su baja densidad y sus propiedades mecánicas, aunadas a las características de dimensión y volumen, aparece como un material apropiado para la aplicación de la tecnología del laminado.

En Venezuela, la experiencia en el área ha sido poca. Se ha utilizado madera proveniente de bosques naturales y adhesivos importados, condicionando su desarrollo por los altos costos de producción. Tampoco se cuenta con valores de diseño propios del pino caribe que permitan realizar el cálculo y diseño estructural apropiado cuando se utiliza en elementos laminados. No obstante se ven esfuerzos puntuales como los de la empresa Asetecma-Kondor, ubicada en Puerto Ordaz, que produce vigas laminadas para la construcción de viviendas con este tipo de tecnología.

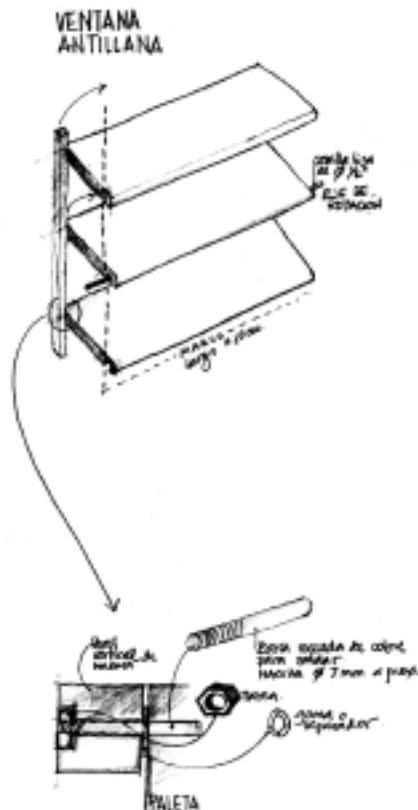
Dado el potencial mencionado antes y la carencia de valores de diseño, es necesario evaluar las características físico-mecánicas de los laminados fabricados con madera de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y dos adhesivos apropiados, dando cumplimiento a los siguientes objetivos específicos:

- Registrar la información sobre propiedades de la madera de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.
- Recopilar información sobre los adhesivos que se producen en el país y sus posibilidades de aplicación.
- Evaluar la compatibilidad madera-adhesivo.
- Diseñar y fabricar «n» elementos laminados.
- Determinar la capacidad resistente y deformabilidad de los elementos laminados.
- Analizar los resultados, emitir conclusiones y enunciar recomendaciones.
- Determinar los valores de diseño para la madera laminada de pino caribe.
- Elaborar informe contentivo de los resultados.
- Diseñar, con base en los valores obtenidos y previa definición del uso, una estructura con madera laminada de pino caribe.
- Construir la estructura diseñada y evaluar el proceso de fabricación, transporte y montaje.

Esta investigación se llevará a cabo en un período de tres años, con la participación del IDEC-FAU-UCV, de CVG-PROFORCA y de empresas privadas vinculadas al sector maderero.

ro, y sus resultados serán de gran utilidad para promover la aplicación de esta tecnología en el país (Molina, 1997-1998).

2.2. Ventana de paletas de madera pino caribe. *Profesora Ana Loreto.* Tradicionalmente, los desarrollos habitacionales de bajo costo proponen ventanas de romanillas (tipo macuto) y/o bloques de ventilación para iluminar y ventilar las viviendas. Por otra parte, los topes en los financiamientos y las nuevas políticas habitacionales, aunados a los aumentos de los precios de los materiales, han generado por parte de promotores, diseñadores y constructores una tendencia a disminuir tanto el tamaño de las mismas como los elementos que las componen, afectando de esta manera la iluminación y ventilación de los espacios. Igualmente, las propuestas constructivas, tanto de empresas privadas como de centros de investigación no aportan soluciones diferentes, los estudios realizados en general se han dirigido a resolver otras partes de la edificación. No obstante, en el IDEC se han realizado investigaciones importantes en el tema de transferencia calórica, clima y ventilación, que tienen mucho que aportar en el campo del diseño de ventanas para un clima tropical-húmedo.



Este trabajo propone el desarrollo de un componente de ventana para la vivienda, que garantice niveles adecuados de seguridad, protección solar, iluminación y ventilación de las edificaciones (Loreto, 1997, 1999). Actualmente la investigación, financiada por el CDCH-UCV, se encuentra en su segunda fase, que consiste en la evaluación del prototipo de la ventana de paletas de madera de pino caribe realizado en la primera fase,

con la finalidad de que los resultados obtenidos puedan incorporarse a la producción de un componente de ventana competitivo a los que actualmente ofrece el mercado de la construcción para las soluciones habitacionales (Loreto, 1998a; 1998b).



Fuente: Mampostería estructural con madera de pino caribe de pequeños diámetros. (foto: MRJ).

2.3. Mampostería estructural en madera de pino caribe. *Arquitecto Argenis Lugo.* En etapa de formulación ante el CDCH-UCV y cofinanciada por el CYTED, CONAVI e IDEC-FAU-UCV. La presente investigación forma parte de la tesis de la V Maestría de Desarrollo Tecnológico de la Construcción del IDEC, tutorada por la profesora Ana Loreto. Se propone explorar una vía de aprovechamiento de la madera de pino caribe para su factible aplicación en el mercado venezolano de la construcción, a través del desarrollo de una tecnología para la construcción de paredes portantes con madera maciza de pino caribe. Su aplicación estará destinada a construcciones de pequeñas y medianas luces permitiendo su crecimiento hasta dos plantas.

La propuesta parte de la utilización de madera maciza de pino caribe con diámetros inferiores a 15 cm, que representan el 40% de la madera que se aprovecha en la industria de aserrio de pino caribe en el país.

La tecnología a desarrollar pretende constituir una respuesta adecuada al mercado de la construcción de edificaciones, considerando la racionalización de sus procesos de producción, la disminución de desperdicios, la simplificación y agilización de los procesos de construcción, utilizando mano de obra no calificada con herramientas y equipos sencillos. A su vez esta propuesta debe permitir su combinación con tecnologías tradicionalmente utilizadas y considerar la progresividad y consolidación de la edificación.

A lo largo de la investigación se abordarán aspectos referidos a diseño de propuestas constructivas, procesos de producción y montaje, así como de los aspectos técnicos y económicos que indiquen la factibilidad del desarrollo. Como resultado se obtendrá una primera aproximación de la tecnología, recomendaciones para su adecuada ejecución, indicaciones pertinentes para su producción y montaje, así como propuestas de futuras investigaciones en esta línea.

Actualmente se planifica la construcción de un prototipo realizado con mampostería estructural de madera de pino caribe, en el marco del PROGRAMA 10X10, "10 Viviendas Experimentales en 10 Países Latinoamericanos", coauspiciada por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), el Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI) y el IDEC-FAU-UCV. El programa se inició con un taller demostrativo de las tecnologías realizado en julio de 2000 en la planta experimental de El Laurel del IDEC, estando previsto en los meses subsiguientes la construcción de la vivienda en Altagracia de Orituco, en el estado Guárico.

2.4. Sistema constructivo para viviendas de madera VIMA. Profesor Antonio Conti y Alberto Platone. Investigación financiada por el CDCH-UCV y cofinanciada por el CYTED, CONAVI e IDEC-FAU-UCV. Está formado por:

1. Subsistema estructural, aporticado en ambos sentidos, con luces de 3.60 x 3.60 m y altura de 2.70 m, para edificaciones de hasta dos niveles. Los componentes para las losas de entrepiso y techos son de secciones huecas, compuestas por chapaforte® y pino caribe, apoyadas sobre columnas metálicas de perfiles 'L' de Sidor.
2. Subsistema de cerramientos entamborados de madera de pino y chapaforte® y acabados con láminas Plycem® para exteriores.
3. Subsistema para instalaciones sanitarias y eléctricas, modulado y semiprefabricado en taller. Los elementos están unidos entre sí por 'junta seca' y el sistema, en su conjunto, está concebido como 'sistema abierto', que incorpora mejoras y cambios en los materiales y procesos individuales, acordes con las necesidades del usuario y características constructivas del lugar.

El sistema satisface también los objetivos particulares de:

- Utilizar las enormes reservas de madera de plantación de pino caribe, en Venezuela.

- Solventar: a) las limitaciones dimensionales de las secciones y longitudes del aserrado; b) la menor exuberancia estética de esta especie maderera en comparación con la de los bosques naturales; y c) incrementar la capacidad resistente del pino caribe.
- Incorporar instrumentos propios de la industrialización y la producción continua, como la normalización y la coordinación modular para el ordenamiento dimensional; la producción serial y la prefabricación parcial y en pequeña escala.
- Utilizar la capacidad instalada de talleres medianos de carpintería.
- Ensamblar manualmente los componentes a pie de obra, con mano de obra no especializada y su empleo intensivo.
- Incorporar al usuario en el proceso de producción, tanto durante el proyecto como en la fabricación, estimulando su participación y adecuando las construcciones al entorno geocultural.
- Adoptar criterios de construcción progresiva.
- Reducir el número de los insumos básicos a dos materiales: chapaforte® (contrachapado o similar) y madera de pino caribe en forma de sección de tablas.

El sistema constructivo VIMA participará igualmente en la construcción de prototipos para viviendas, que se está llevando a cabo en Altagracia de Orituco, en el estado Guárico, conjuntamente con el Conavi, en el marco del PROGRAMA CYTED 10X10, "10 Viviendas Experimentales en 10 Países Latinoamericanos", que hemos referido en párrafos anteriores (Conti, 1997-1999).

LO QUE ESPERAMOS: A MANERA DE CONCLUSIÓN

- Retomar la tradición constructiva de la madera en Venezuela, aprovechando las ventajas que representa el recurso forestal disponible de madera de plantación de pino caribe, manejado por el Estado nacional.
- Generar soluciones al problema de la construcción de edificaciones con énfasis en la vivienda, que correspondan a las capacidades tecnológicas actuales, a partir de la producción de partes componentes fabricados con madera de pino caribe, compatibles e integrables a los sistemas constructivos tradicionalmente utilizados en Venezuela.
- Dar respuesta a los contenidos geoculturales que hacen que la arquitectura se exprese con particularidades propias en las distintas regiones del país, en tanto que sea posible producir componentes constructivos integrables con las formas tradicionalmente aceptadas, e incorporarlos progresivamente a las técnicas constructivas existentes.
- Contemplar el crecimiento progresivo de la edificación como una solución al problema de los

costos de construcción, sin perjuicio de las condiciones óptimas consideradas para la vivienda.

- De esta forma, los distintos componentes constructivos, entendidos como productos comercialmente factibles, permitirán retomar y desarrollar la práctica constructiva de la madera, principalmente en la construcción de viviendas.

BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV. 1980-1982. «La vivienda rural en Venezuela». Instituto de Investigaciones Históricas y Estéticas de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Caracas. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela. Inédito.
- ACOSTA SAIGNES, Miguel. 1967. La vivienda de los pobres. En: *Estudio de Caracas*, Caracas, volumen II, tomo II, cap. V, pp. 631-893, Ediciones de la Biblioteca, Universidad Central de Venezuela.
- _____. 1971. *La vivienda rural en Venezuela*. Instituto de Investigaciones Estéticas, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- ALCINA F., José. 1988. *El descubrimiento científico de América*. Autores, Textos y Temas. Antropología. N° 16. Barcelona, Editorial Anthropos.
- ALMANDOZ, Arturo. 1995. *Urbanismo europeo en Caracas (1870-1940)*. Caracas, Fundarte, Ateneo de Caracas.
- ARVAY, I. Y RODRÍGUEZ, M. 1988. «Utilización de rollizos de pino caribe en la manufactura de ambos». Tesis de grado. Caracas, Universidad Metropolitana.
- ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN TÉCNICA DE LAS INDUSTRIAS DE LA MADERA Y CORCHO (AITIM) (1995). *Casas de madera*. Madrid, Cosmoprint, S.L.
- CALVO, Alejandro. 1990. «Sistema constructivo para cubiertas de plástico SICUP». En: *Revista Tecnología y Construcción*, N° 6, pp. 93-108. Caracas, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC. FAU. UCV/ IFA. LUZ.
- CAPABLANCA, Enrique. 1995. «El Caribe. Frontera y crisol». En: *El mudéjar iberoamericano, del Islam al Nuevo Mundo*, pp. 211-219. Sierra Nevada 95. El Legado Andalusi. Barcelona, España, Lunwerg Editores S.A.
- CARRERA DAMAS, Germán. 1967. Principales momentos del desarrollo histórico de Caracas. En: *Estudio de Caracas*. Volumen II, tomo I. Caracas, Ediciones de la Biblioteca, Universidad Central de Venezuela.
- CILENTO S. Alfredo. 1996. Mitos que se derrumban: el paradigma de la vivienda. En: Revista *Tribuna del Investigador Universitario*, volumen 3, N° 2. Caracas.
- CILENTO S., Alfredo *et al.* ALEMO. 1997. Programa Experimental de Gestión Habitacional Local (PEGHAL). En: *Revista Tecnología y Construcción*, volumen 13.I. Caracas, IDEC, FAU, UCV.
- CONTI, A. 1998. «Sistema constructivo para viviendas de madera VIMA». Monografía. Caracas, IDEC-FAU-UCV.
- CVG-PROFORCA, LABONAC. 1996. «Propiedades físicas y mecánicas del pino caribe proveniente de las plantaciones de CVG-PROFORCA. Puerto Ordaz». Instituto Forestal Latinoamericano.
- ENCINAS, Osvaldo. 1999. «Agentes de deterioro y técnicas de conservación de maderas: una visión general y su aplicación en construcciones con madera». Ponencia presentada en: *Seminario Diseño con Madera*. 19-23 julio 1999. Caracas, Instituto Experimental de la Construcción, IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.
- FINNLAMELLI (2000). Sistema Lamellihirret. (<http://www.finniamelli-fi/spanish/ominaisuudet.htm>).
- GASPARINI, Graziano. 1965. *La arquitectura colonial en Venezuela*. Caracas, Ediciones Armitano.
- _____. 1996. «El mudéjar en Venezuela». En: Revista *Armitano Arte*, N° 21, pp. 31-34, noviembre 1996. Caracas.
- GASPARINI, Graziano y Louise MARGOLIES. 1986. *Arquitectura popular de Venezuela*. Caracas, Ernesto Ermitano Editor.
- GONZÁLEZ DELUCA, María Elena. 1991. *Negocios y política en tiempos de Guzmán Blanco*. Caracas, Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.
- INCOTEC. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. 1985. Código Colombiano del Uso de la Madera en la Construcción. Bogotá.
- _____. 1989. Código Colombiano del Uso de la Madera en la Construcción. Bogotá.

IFLA. INSTITUTO FORESTAL LATINOAMERICANO. 1991. «Maderas comerciales de Venezuela. Pino caribe». Mérida. Ficha Técnica N° 22.

1995 International Conference and Program for Plant Genetic Resources (<http://web.ICPPGR.fao.org/>).

JUNAC. JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. 1980. *Cartilla de Construcción en Madera*. PAD-REFORT. Colombia.

_____. 1984. *Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino*. Lima. Laboratorio Nacional de Productos Forestales.

_____. 1988. *Manual del Grupo Andino para la Preservación de Maderas*. PAD-REFORT. Colombia.

LEROI-GOURHAN, André. 1971. *El gesto y la palabra*. Caracas. Ediciones de la Universidad Central de Venezuela.

LOPEZ, Manuel. 1979. «Sobre la arquitectura nacional científica y de masas I». En: *Punto* 61. Junio 1979, pp. 8-16. Caracas, Centro de Información y Documentación, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

_____. 1980. Sobre la arquitectura nacional científica y de masas II. En: *Punto* 62. Junio 1980, pp. 42-64. Caracas, Centro de Información y Documentación, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

LORETO, Ana Isabel. 1998a. «Ventana de paletas de madera, una propuesta». Trabajo de ascenso para optar a la categoría de Profesor Agregado. Instituto Experimental de la Construcción, IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

_____. 1998b. «Ventana de paletas de Madera, una propuesta». En: Revista *Tecnología y Construcción*, N° 14 II, pp. 23-38. Caracas, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC, FAU, UCV/ IFA, LUZ.

LUGO, Argenis. 2000. «Una propuesta de mampostería estructural con madera de pino caribe para la construcción de paredes portantes». Monografía. Caracas, IDEC-FAU-UCV.

MALDONADO-BOURGOIN, Carlos. 1997. «Ingenieros e Ingeniería en Venezuela. Siglos XV al XX». Caracas, Tecnoconsult.

MARTÍN, Juan José. 1994. Planes, planos y proyectos para Venezuela: 1908-1958, (Apuntes para una historia de la construcción de un país). Caracas, Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Fondo Editorial Acta Científica de Venezolana.

MOLINA, Ricardo. 1997. «El proceso productivo de elementos estructurales de madera laminada». Mimeo. IDEC-FAU-UCV. Caracas. Servicio Autónomo Forestal Venezolano.

MOLINA, Ricardo. 1997. «La madera de pino caribe (*Pinus caribaea*, variedad hondurensis) para uso estructural en la construcción de edificaciones en Venezuela». Trabajo de ascenso para optar a la categoría de Profesor Asistente. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela.

RIPOLL, L.T.D.A. 1985. «Experiencias en el uso de la madera estructural». Ponencia presentada en: *Sextas Jornadas Estructurales de la Ingeniería*. 24-26 octubre. Bogotá, Sociedad Colombiana de Ingenieros.

RIPOLL, Urbano. 1993. «Aplicación de estructuras de madera a viviendas de bajo costo». En: *Encuentro Técnico. Tecnologías para Viviendas de Bajo Costo*. CYTED Subprograma XIV. 3: Techos. Bogotá.

SANOJA, Mario y VARGAS Iraida, 1997. «La economía de las sociedades autóctonas venezolanas». *Historia mínima de la economía venezolana*. Caracas, Ediciones de los Trabajadores de Lagoven, pp. 11-41.

SHELTER PUBLICATIONS DEL CORRAL, José. Traductor. 1981. *Cobijo*, Madrid, H. Blume Ediciones, pp. 17-19.

QUINTERO, Rodolfo. 1967. El desarrollo tecnológico del área metropolitana. En: *Estudio de Caracas*, volumen II, tomo I, Caracas, Ediciones de la Biblioteca, Universidad Central de Venezuela.

VILLANUEVA, Carlos Raúl. 1966. *Caracas en tres tiempos*. Caracas. Ediciones Comisión de Asuntos Culturales del Cuatricentenario de Caracas.

VIVAS, V. y VARGAS, I. 1998. «Caracas: espacio y vida cotidiana en la transición entre un modo de vida colonial y uno nacional». *V Congreso Nacional de Historia Regional y Local*. Universidad de Carabobo. Mimeo.