



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

if  
ta...

19755



Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Distr. LIMITADA  
ID/WG.525/1(SPEC.)  
10 de junio de 1992  
Original: ESPAÑOL

Seminario sobre el Aprovechamiento de la Madera en  
la Construcción en América Latina y el Caribe

Quito, Ecuador, 4 al 8 de noviembre de 1991

Punto 1(a) del programa

EL USO DE LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION EN LATINOAMERICA\*

Preparado por

Christian E. Arbaiza\*\*

\* El documento ha sido reproducido sin pasar por los Servicios de Edición.

\*\* Arquitecto y Director ejecutivo del Centro Latinoamericano de Promoción y Desarrollo de la Madera, CAMBIUM, Lima 18, Peru.

I N D I C E

	Página
1.0 Situación actual	3
1.1 Introducción	3
1.2 Aspectos de Planeamiento	5
1.3 Documentación Técnica, Códigos y Reglamento	6
2.0 La evolución de la construcción en madera en Latinoamérica	7
3.0 El proyecto de desarrollo tecnológico de la madera para la construcción en el pacto Andino	9
4.0 El recurso forestal y su utilización en el futuro	11
Cuadro I: Producción de Madera Aserrada Comparación entre Latinoamérica y Canada	12
Cuadro II: Uso Potencial de la Madera en la Construcción de Viviendas en Latinoamérica	13
5.0 Conclusiones	16
Literatura Citada	17

## 1.0 SITUACION ACTUAL

### 1.1. Introducción

Los problemas actuales de Latinoamérica respecto a la utilización de madera para construcción son los mismos que existen en los países en vías de desarrollo en otras regiones del mundo. El futuro de la construcción con madera en Latinoamérica es todavía incierto, no obstante que últimamente se han observado algunos esfuerzos aislados por rectificar dicha situación. Todavía no se percibe un apoyo claro y agresivo por parte de las actividades del Estado encargadas de formular y ejecutar las políticas de vivienda en favor de la construcción con madera, situación que si se observa en el caso de la construcción tradicional a base de cemento-ladrillo-acero.

Al mismo tiempo, la industria tradicional de construcción ha demostrado que por si sola, no será capaz de resolver el problema del déficit de vivienda y que la única solución será incorporar materiales no-convencionales de construcción, tales como la madera y el adobe.

El déficit acumulado y el crecimiento vegetativo de la población para el año 2000, harán necesaria la construcción de casi veinticinco millones de unidades, lo que significa alrededor de seis mil seiscientos cincuenta viviendas diarias o 2'425,000 unidades anuales, cifra históricamente imposible de alcanzar, si insistimos en los mecanismos tradicionales de la actual industria de la construcción. Lo más lamentable es que dicha situación se presenta en circunstancias, en que parte de la industria forestal latinoamericana, especialmente la de transformación primaria, se encuentra en crisis y sólo utilizan en algunos casos menos del 30% de su capacidad instalada.

En Latinoamérica el bosque aún no tiene una participación importante en las economías de los países a pesar del hecho de que cubre casi la mitad del territorio latinoamericano. Al mismo tiempo, el sector de construcción y los usuarios en general no se benefician de las ventajas de la utilización de la madera, debido a que falta una política adecuada por parte de los que toman las decisiones, de aquellos que administran los recursos económicos, o de ambos.

Tal vez lo más lamentable es tener que admitir que Latinoamérica cuenta con un abundante, renovable y subutilizado recurso forestal, que cubre casi el 40% del territorio latinoamericano y al mismo tiempo, esta región atraviesa por un serio y cíclico problema, para satisfacer el crecimiento vegetativo de la población y solucionar la gran escasez de vivienda, especialmente si tenemos presente que actualmente se necesitan 22 millones de viviendas para cubrir este déficit. Si tomamos en cuenta el ritmo actual para construir, a un

nivel moderado, se puede calcular que en el año 2,000 la necesidad de viviendas será alrededor de 25 millones de unidades y no hay nada que indique que la industria de construcción tradicional pueda solucionar por si misma un problema de tal naturaleza.

Este trabajo ha sido preparado con la intención de proporcionar un análisis razonable de los usos de la madera como material de construcción en los países latinoamericanos, especialmente para poner énfasis en el rol que pueden desempeñar los recursos forestales en las próximas décadas, contribuyendo en la solución del problema

habitacional que actualmente afecta a más del 25% de los 426.5 millones de habitantes de esta región.

Como se mencionó anteriormente, el 40% del territorio total de Latinoamérica está cubierto de bosques. Se calcula que sólo el bosque tropical abarca 680 millones de hectáreas, lo que representa el 90% del total de recursos forestales de Centro y Sudamérica. Fuera de esas áreas forestales, se considera que hay 520 millones de ha (12) de árboles principalmente de especies latifoliadas que son productivos y representan el 46% de las reservas de producción forestal del mundo.

En los últimos 25 años considerando lo que pueden significar las fuentes forestales para las economías latinoamericanas y para la solución a las necesidades de vivienda, Brasil, Chile, Paraguay, Argentina y México (7) así como los países del Pacto Andino - Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela - han puesto en marcha ambiciosos proyectos de investigación, proyectos para determinar las propiedades tecnológicas de las especies de madera blanda y madera dura tropical, para utilizar y desarrollar nuevas tecnologías en el diseño y la construcción de viviendas y edificios pequeños.

En Latinoamérica los recursos forestales son subutilizados desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo; se utiliza un porcentaje muy limitado de madera como material estructural. La mayor parte de este material se quema cuando es utilizado como leña o se incorpora a la tierra cultivable, o se utiliza en la fabricación de muebles de decoración y, en forma excepcional, se exporta en caso de especies preciosas. Por otro lado, existen cerca de 2,500 especies forestales en el bosque tropical de las cuales aproximadamente 500 son conocidas botánicamente y no más de 60 son comercializadas.

Existe, por lo tanto, una explotación forestal selectiva que, a su vez, aumenta la extracción y los gastos de transporte de las trozas.

En general la industria forestal no contribuye significativamente a la economía de los países latinoamericanos como un producto de exportación no tradicional, ya que sólo el 8.1% del total de madera aserrada se vende en el extranjero. Esta situación es comprensible en muchos países porque en algunos casos se está utilizando menos del 30% de la capacidad instalada de la industria forestal (1). A modo de ilustración debemos mencionar que en Latinoamérica el consumo per cápita de madera aserrada asciende a 64 m<sup>3</sup> por 1,000

habitantes (17). Haciendo una comparación, esta proporción asciende a 1,932 m<sup>3</sup> en Canadá, 1,649 m<sup>3</sup> en Finlandia, 1,409 m<sup>3</sup> en Suecia, 828 m<sup>3</sup> en Austria, 667 m<sup>3</sup> en Nueva Zelanda y 400 en Rusia. Los principales países consumidores de madera aserrada en Latinoamérica son: Paraguay (178 m<sup>3</sup>), Costa Rica (155 m<sup>3</sup>), Chile (136 m<sup>3</sup>), Brasil (116 m<sup>3</sup>), Ecuador (105 m<sup>3</sup>) y Honduras (104 m<sup>3</sup>).

Se puede notar una dicotomía en el uso de la madera: la utilizan en los sectores más pobres de la población - principalmente en las áreas rurales o suburbios - así como en los sectores más acomodados que viven en las áreas urbanas más exclusivas del país. Sin embargo, la madera es más conocida como "el material de construcción de los pobres" y no se le considera "noble" como el cemento, el acero y el ladrillo. Esto se debe al prejuicio de los usuarios, especialmente por parte de las autoridades, contra el uso de la madera.

Al mismo tiempo las organizaciones financieras públicas y privadas brindan un apoyo muy limitado a los proyectos de construcción en madera y hasta hace poco era imposible obtener un préstamo bajo estas condiciones. No obstante, se está produciendo un lento cambio de actitudes en países como Brasil, Chile, Ecuador, Perú, Colombia y México. También existe cierta resistencia de las compañías de seguros

que son reacias para asegurar las construcciones de madera y cuando lo hacen, las primas son muy altas en comparación con la construcción tradicional. En este sentido, se castiga demasiado el riesgo por incendio, pero no se premia al mismo tiempo su resistencia sísmica. Al momento existe el interés por reducir las tarifas de seguros, considerando que ambos riesgos pueden compensarse al ser incluidos en una edificación como "líneas aliadas".

Otro aspecto importante se refiere al entrenamiento limitado que ofrecen las universidades públicas y privadas a los estudiantes de Ingeniería y arquitectura y a los profesionales que se desenvuelven en el área de tecnología, estructuras, diseño, fabricación y construcción con madera. Por consiguiente, donde la madera es utilizada en la construcción, ésta aparece sin el beneficio del diseño profesional, esto implica que no se construye con madera, tomando adecuadamente en cuenta los riesgos de sismos, incendios y ataques de insectos y hongos. Asimismo, en los últimos 70 años ha habido una significativa disminución de carpinteros y artesanos que se dedican a las construcciones en madera.

### 1.2 Aspectos de Planeamiento (3)

En el transcurso de la historia, los países latinoamericanos han puesto en práctica diferentes políticas de crecimiento económico, tratando de orientar su desarrollo, priorizando aquellas actividades que obtengan mejores beneficios y representen mayores efectos multiplicadores.

En materia de políticas de vivienda sin embargo, todavía no se reconocen los beneficios directos y sobre todo indirectos, que representa la utilización masiva de la madera con material de construcción.

Es impostergable que no sólo se considere a la construcción con madera como una alternativa de construir más con menos dinero, sino sobre todo que se le considere por sus beneficios indirectos y muchas veces "invisibles", como son, el de reducir el consumo de energía durante su transformación, el de importar menos bienes de capital y por lo tanto consumir menor cantidad de divisas y lo más importante tal vez, el de captar mayor cantidad de mano de obra en todas las etapas de producción. En este último caso incluye la creación de fuentes de trabajo durante la etapa de renovación del recurso natural, aspecto que obviamente no puede ser contemplado en caso de los materiales tradicionales de construcción.

Recientes investigaciones (2), indican que en el caso del Perú, para solucionar el déficit de viviendas, la construcción con madera en comparación con la construcción tradicional, generaría 78% más de empleos, consumiría 63% menos de energía (petróleo) y demandaría 23% menos de importación de bienes de capital. Estos aspectos deben ser adecuadamente valorados en las consideraciones para definir una Política Nacional de Vivienda en Latinoamérica.

Una forma de incorporar activamente la madera a la economía latinoamericana, es a través de la cooperación externa entre países, sobre la base de objetivos comunes y teniendo en cuenta una planificación dirigida a alcanzar metas tal vez no muy ambiciosas, pero de repercusión inmediata. La experiencia del Pacto Andino en Latinoamérica en organizar programas de desarrollo tecnológico en el área forestal, ha gozado de gran aceptación entre los Países Miembros; lo cual sugiere la conveniencia no sólo de continuar sino de extender dicha experiencia al resto de la región. Los resultados indican que en países en desarrollo, resulta mucho más sensato dividir

el trabajo entre todos para luego beneficiarse de los resultados, utilizando para ello, una fracción de los recursos económicos necesarios.

Por otro lado, el sector privado en la industria forestal latinoamericana, o es muy fuerte y especializado o es muy pequeño y desorganizado. Todavía no se asume el rol de verdadero promotor del crecimiento económico de su sector y mientras no se organice, tendrá escasas posibilidades de éxito. En ese sentido, no puede postergarse la creación en cada país de instituciones que agrupen a todos los sectores interesados para que la construcción con madera tenga una presencia relevante en las economías nacionales. Deben integrarse desde aquellos sectores que poseen y transforman el recurso, hasta aquellos que lo investigan, lo financian o lo utilizan en la construcción; de tal manera que los planes de corto, mediano o largo plazo que se hagan o se dejen de hacer, sean de exclusiva responsabilidad de los propios interesados, y no sólo de las autoridades y gobiernos de turno.

Finalmente, la mayor utilización de la madera en construcción, tiene que orientarse a los sectores urbanos que representan más del 60% de la población, con una capacidad económica mayor y con menor renuencia al cambio de sus patrones de consumo. En el sector rural los problemas más importantes son la alimentación, la salud y la educación. La construcción de la vivienda es tal vez lo primero que se solucione y mas bien requiere urgentemente de una mayor atención para resolver sus necesidades de servicios, tales como agua, desagüe, electricidad y medios de comunicación.

### 1.3 Documentación Técnica, Códigos y Reglamento

La existencia y utilización de códigos, normas y reglamentos de construcción con madera en Latinoamérica, se encuentran en términos generales en niveles de desarrollo inicial. Hasta hace algunos años no existía ningún tipo de documentación en ese sentido y cuando existía, ésta era la traducción de algún código extranjero que en vez de estimular el consumo de la madera, imponían criterios que no se ajustaban a las características de las maderas latinoamericanas y consecuentemente desinteresaban o confundían a potenciales usuarios.

Uno de los mayores éxitos que ha tenido el Proyecto de Tecnología de la Madera del Pacto Andino, ha sido la producción y difusión de documentación técnica y normativa. Este es un ejemplo donde una planificación central de los programas entre organismos o países, dividiéndose el trabajo, arroja excelentes resultados. Esto fue particularmente importante, en la medida que los Países Andinos poseen un bosque tropical con especies forestales similares, lo cual permitió que la investigación sea diferente pero al mismo tiempo complementaria en cada país. La información disponible, sería aplicable en cualquier otro país latinoamericano, excepto en aquellos con bosques de clima templado de especies coníferas, para los cuales debería desarrollarse el mismo procedimiento.

La documentación obtenida estuvo orientada a cubrir aspectos promocionales, de ingeniería y de carácter normativo. Estuvo dirigida a usuarios sin ningún tipo de conocimientos a niveles medios y a niveles avanzados. Asimismo, la elaboración de la información fue en forma escrita (manuales, cartillas, etc.) y de tipo audio-visual (diapositivas, videos, etc.). Actualmente, se cuenta con más de 20 publicaciones técnicas y material didáctico disponibles para programas de enseñanza de nivel medio y superior.

Resulta de vital importancia que el trabajo del Pacto Andino en materia

de documentación técnica, sea difundido en el resto de Latinoamérica, de ser posible, a través de instituciones o programas de carácter nacional e internacional. Adicionalmente, debería gestionarse ante organismos de cooperación, la promoción, recopilación, adaptación y diseminación de material existente en países desarrollados, que puedan ser utilizados en aquellas instituciones o centros de enseñanza de países en vías de desarrollo, en relación al uso de la madera en construcción

## 2.0 LA EVOLUCION DE LA CONSTRUCCION EN MADERA EN LATINOAMERICA

La ubicación geográfica del continente latinoamericano en el globo terrestre está determinada por tres características principales:

- a) Se encuentra en el hemisferio sur y está cortado por la línea ecuatorial, la que determina una zona climática principalmente tropical y subtropical, por lo tanto favorece una mayor abundancia de especies latifoliadas.
- b) La Cordillera de los Andes atraviesa de norte a sur los principales países latinoamericanos y divide su geografía con territorios muy empinados de temperatura templada y generalmente seca, donde principalmente crecen árboles de especies coníferas.
- c) El continente latinoamericano limita con el Océano Pacífico por el oeste y con el Océano Atlántico por el este, hecho que determina unas condiciones geoclimáticas absolutamente diferentes a lo largo de sus costas, diferenciándolo de las dos regiones anteriormente descritas que están divididas por la Cordillera de los Andes.

Como es lógico suponer, las culturas Azteca, Maya e Inca que durante siglos predominaron en el continente, tenían una arquitectura que tuvo que adaptarse no sólo a las características geográficas y étnicas sino también a las disponibilidades de materias primas y técnicas apropiadas para la construcción de todo tipo de edificaciones entre las que podemos mencionar a Teotihuacan, Chichen-Itza y Machu-Picchu, todas construidas en piedra. La piedra era el material de construcción más importante junto con el barro. La madera sólo se utilizaba para el techado. En el siglo XVI, con las conquistas llevadas a cabo por España y Portugal en la mayor parte de Latinoamérica, la madera fue convirtiéndose gradualmente en el material de construcción predominante - durante casi tres siglos - junto con el ladrillo o el adobe, y la utilización de la piedra era limitada. La madera era utilizada comúnmente bajo la forma de "quincha", "bahareque" o "hajareque", nombres que aluden a su origen moro. La "quincha" como se le conocía en el Perú, se utilizaba para los techos y sobre todo para las paredes, y consistía en largos y verticales postes de madera colocados unos de otros a una distancia de menos de 600 mm. y separados con arriostres diagonales en el extremo inferior y con caña chancada o redonda atada perpendicularmente a los postes. Luego se aplicaba barro o yeso a la caña, algunas veces mezclado con paja, y finalmente se pintaba con colores típicos de la época.

Durante la época colonial, fue común construir paredes de adobe, en el primer piso, y entrepisos y techos de madera con muros de "quincha" en el segundo piso. En la arquitectura religiosa, como en iglesias y



catedrales, se utilizaban piedras o ladrillo para las paredes y "quincha" para las torres, cúpulas y bóvedas. La verdad es que estos sistemas constructivos fueron una respuesta en el siglo XVIII, a la necesidad de contar con edificios resistentes a los terremotos que sucesivamente fueron destruyendo las principales ciudades coloniales. De la misma manera, en los últimos años éstos movimientos sísmicos han causado daños en Santiago de Chile, Popayan (Colombia), ciudad de México, y hace muy poco en el Cuzco y Moyobamba (Perú). Es interesante señalar que durante siglos, la misma técnica de construcción se utilizó en Europa, especialmente en Gran Bretaña, donde se le conoce como "Wattle and Daub".

Con la inauguración del Canal de Panamá en 1914, la costa Latinoamericana del Pacífico se benefició de una mayor comunicación con Europa. Empezaron a ser utilizados los materiales de construcción tales como el cemento, el acero y el vidrio -en ese momento considerados exóticos- que junto con el ladrillo fueron desplazando progresivamente a la madera a los niveles de más bajo consumo. Además, la mano de obra calificada de carpintería y los constructores que trabajan con madera empezaron a desaparecer, integrándose al aprendizaje de nuevas técnicas de construcción. Sin embargo es recién durante los últimos 70 años, que los recursos forestales de la selva tropical latinoamericana han sido explotados hasta el nivel que han alcanzado actualmente. Durante el período colonial, la extracción y la comercialización de madera, tuvieron lugar principalmente alrededor de las ciudades costeras, que utilizaban el transporte marítimo debido a las dificultades para extraer y transportar madera desde los bosques naturales de la selva hasta los lugares de consumo, teniendo que viajar grandes distancias y cruzar la Cordillera de los Andes.

Es por esto que la mayoría de los monumentos históricos y de las edificaciones más antiguas construidos en madera, se encuentran cerca a la costa Pacífica o Atlántica de Latinoamérica.

Actualmente, aunque existe una industria forestal latinoamericana relativamente desarrollada, se deben enfrentar muchos problemas al tratar con madera aserrada como material de construcción. Una desventaja básica es que la diferencia de costos entre la casa de madera y la casa construida con material convencional no es aún tan significativa como lo es en Estados Unidos, Canadá o Japón.

A manera de ilustración, se calcula que la construcción en madera es 14.5% menos costosa en Brasil (11); 15.7% en Perú, 10.2% en Ecuador y 18.2% en Colombia (5). En el resto de países la diferencia de costos es la misma o incluso menor. Esta situación se puede explicar, en primer lugar, porque los materiales de construcción tradicional son bastante baratos en Latinoamérica debido a la abundancia de materias primas y a la facilidad de extracción, aunque

los costos de transformación han estado subiendo a causa de la crisis de energía. Al mismo tiempo, a pesar de que el recurso forestal también es abundante, el costo de la madera aún es muy elevado debido a la heterogeneidad forestal, a la periodicidad de la explotación de áreas boscosas debido a las condiciones climáticas, costos de transporte que resultan de las largas distancias entre los bosques y los puntos de consumo y, por último, debido a la baja productividad del proceso de transformación.

Es necesario señalar sin embargo (2), que si bien en términos de costos directos la diferencia no es tan significativa, los menores tiempos de ejecución de las construcciones a base de madera, reducen consecuentemente los costos indirectos o financieros, razón por la cual la diferencia total puede representar una economía del orden del 20%

al 30%.

Sin tener en cuenta todas las dificultades, en Latinoamérica se está desarrollando la construcción en madera, en algunos casos debido a la preferencia de los usuarios y en la mayoría de ellos debido a la necesidad de solucionar el problema habitacional. Analicemos el caso de Chile (8), cuya evolución en los programas de reforestación de "Radiata Pine" puede ser considerada como un caso único en Latinoamérica y cuyas perspectivas de consumo de madera para fines de construcción son sumamente alentadoras para los años venideros.

Durante el período 1974-1984 el 20.1% del total de edificios construidos en el país utilizaron la madera como material predominante y sólo fueron superados en número por las construcciones de ladrillo y cemento, que representan el 55.1%. Sin embargo, como en la región de Bio-Bio al sur del país, el Ministerio de Vivienda y Planificación construyó, en el mismo período de 27% de casas de madera. A manera de ilustración, el nivel más bajo de construcción en ese período, se alcanzó en 1978 con 7% y el más alto en 1982 con 68%.

A modo de comparación, analicemos el caso del Perú (4), donde hay una abundancia de bosques tropicales de madera latifoliada mientras que en Chile existe predominantemente madera conífera reforestada. Según el último censo habitacional realizado en Julio de 1981, la construcción en madera representaba sólo el 7% del total nacional, después de las construcciones de adobe (47.7%) y de las construcciones tradicionales de ladrillo y cemento (30.9%). Las construcciones con "quincha" a base de madera, ocupaban el cuarto lugar con 6.9%.

Sin embargo, estas cifras no muestran la evolución que los materiales de construcción han experimentado durante el período 1960-1981. Durante este período el número de construcciones de ladrillo y cemento por año bajó de un tope de 38.2% (1973-1974) a 26.8%. Asimismo, las construcciones en adobe bajaron de 59.2% (1960) a 27.5%, mientras que las construcciones en madera subieron de 2.5% en 1961 a 20.4% del total nacional en el año 1981, cifra muy similar a la que prevalece ahora en Chile. En este análisis no estamos tomando en cuenta ni el promedio de 6.9% de construcciones de "quincha", que como anteriormente se explicó, están hechas en base a madera, ni el hecho de que los pisos y los techos de las construcciones de adobe sean de madera. Esto significaría que, de una u otra forma, la madera está presente en un alto porcentaje de viviendas en el Perú, desafortunadamente no siempre en las condiciones más adecuadas.

Además de los esfuerzos de las industrias forestales de cada país para introducir la madera en Latinoamérica, han habido iniciativas públicas y privadas para importar viviendas de otros países, como los casos de Venezuela (13) -que importó casas de Chile y Surinam- Uruguay (10) -que importó del Brasil-, Bolivia (14) -que importó de Finlandia- o Perú (4), que sólo ha construido algunas casas para exhibición, traídas de Estados Unidos. En Latinoamérica la situación de la industria de construcción en madera, aunque está comenzando a tener su propia personalidad, aún no puede ser considerada una alternativa importante que puede ayudar a reducir el déficit de viviendas, ni tampoco podemos considerar a la industria de la construcción con madera como un sector importante dentro de las debilitadas economías de los países de la región.

### 3.0 EL PROYECTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA MADERA PARA LA CONSTRUCCIÓN EN EL PACTO ANDINO

En 1969 cinco países Sudamericanos - Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador

y Perú - se unieron y formaron la organización internacional conocida como el Grupo Andino o el Pacto Andino, cuyo número original de miembros cambió con la incorporación de Venezuela en 1973 y el retiro de Chile en 1976. Su principal objetivo era formar lazos dirigidos a la integración comercial, industrial y tecnológica entre sus miembros, a base de esfuerzos compartidos para alcanzar los objetivos comunes, que en una base individual, sería mucho más difícil y costoso de conseguir.

Dos de los programas que se llevaron a cabo en esta organización durante 15 años, se conocieron como los Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el Área de Recursos Forestales Tropicales (PADT-REFORT) y el Proyecto de Promoción Industrial de la Madera para la Construcción (PRID-MADERA). Desde el punto de vista económico este proyecto fue financiado en sus dos primeras fases por los países miembros y organizaciones internacionales como el International Development Research Centre, IDRC (Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo -CIID), y la Canadian International Development Agency, CIDA (Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional-ACDI), ambas agencias del gobierno canadiense. La tercera y última fase fue financiada por la Comunidad Económica Europea, CEE., entre 1984 y 1989.

El programa original (9) consistió en el estudio de 105 especies forestales seleccionadas de acuerdo a criterios de volúmenes explotables, tamaño del árbol, posibilidad de ser usados en construcción e intereses de explotación comercial.

Cada uno de los países escogió 20 especies, excepto Colombia que escogió 25 especies y llevó adelante una investigación que abarcó seis aspectos diferentes: propiedades físicas y mecánicas, clasificación visual, diseño arquitectónico, trabajabilidad, uniones estructurales y preservación y secado.

Durante la primera fase del proyecto participaron más de 200 técnicos de 11 laboratorios sub-regionales y del Laboratorio Central de Lima. El objetivo final de esta etapa era desarrollar la base tecnológica para el uso de madera tropical como material de construcción. A modo de ilustración debemos mencionar que fueron realizados alrededor de 117,000 experimentos de tecnología básica en las áreas mencionadas.

La segunda fase del proyecto consistió en desarrollar el uso de madera como material de ingeniería, destacándose los ensayos a escala natural con especímenes con defectos. Fueron estudiadas cincuenta especies para fines de clasificación visual, 500 vigas de cinco especies diferentes para evaluar la influencia de los defectos en la resistencia de la madera, 140 vigas con carga sostenida, 250 paneles de muros de 2.4 x 2.4 m. para obtener información de diseño sobre resistencia lateral, 400 cerchas para proporcionar a los usuarios pautas de diseño preestablecidas y finalmente 2,000 columnas para verificar el comportamiento en relación a la esbeltez cuando son sometidas a cargas verticales. También se llevaron a cabo ensayos dinámicos para verificar el comportamiento de las estructuras sometidas a fuerzas sísmicas. La metodología de diseño estructural se desarrolló en base a los experimentos mencionados. Igualmente se elaboró un análisis de la infraestructura industrial existente para el abastecimiento de madera y se desarrollaron estudios para la construcción de cinco conjuntos habitacionales de madera, construyéndose alrededor de 25 prototipos experimentales. Esta fase comenzó en 1979 y terminó en 1983 con la publicación de un manual de diseño y más una docena de documentos técnicos, códigos de construcción y normas de calidad.

La tercera y última fase del proyecto, empezó en 1984 y concluyó en 1989. Se obtuvieron los siguientes resultados: se desarrollaron 13 estudios industriales y de mercado relativos a métodos de explotación, secado, preservación e industrialización de la madera. Se realizaron 153 seminarios en 90 ciudades de los 5 países, en los que participaron 11,500 técnicos y profesionales del área de diseño y construcción con madera. Se revisaron, prepararon y distribuyeron, diversas publicaciones técnicas con un tiraje aproximado de 100,000 ejemplares. Asimismo se prepararon 8 videos promocionales y 6 colecciones de diapositivas, destinadas para ser usadas como material didáctico. Se construyeron 95 edificaciones no residenciales en áreas urbanas y rurales del Pacto Andino y se edificaron 6 conjuntos habitacionales de viviendas de interés social a base de madera, con un total aproximado de 180 viviendas.

Es importante señalar que la experiencia del Pacto Andino, constituye el esfuerzo más importante en Latinoamérica y países en desarrollo, en materia de promoción de la madera tropical como material de construcción.

#### 4.0 EL RECURSO FORESTAL Y SU UTILIZACION EN EL FUTURO

Anteriormente hemos mencionado que los recursos forestales son sub-utilizados y que aún no constituyen una contribución a la economía de los países Latinoamericanos. A modo de ilustración analicemos el Cuadro I - Producción de Madera Aserrada, Comparación entre Latinoamérica y Canadá (año 1983). Como se puede apreciar, Latinoamérica tiene 15.9 veces más población que Canadá, pero 2.1 veces menos de potencial forestal y como consecuencia 1.96 veces menos de producción de madera aserrada. Hasta ese punto la relación es de algún modo proporcional. La comparación se desequilibra cuando analizamos el consumo per cápita de Latinoamérica, el cual asciende sólo a 68.6 m<sup>3</sup> por 1,000 habitantes comparados con el de Canadá que asciende a 1931.9 m<sup>3</sup> por 1,000 habitantes, es decir, 30.2 veces menos.

CUADRO I

PRODUCCION DE MADERA ASERRADA  
COMPARACION ENTRE LATINOAMERICA Y CANADA 1/

PAIS	POBLACION (x 1000 hab.)	POTENCIAL Forestal (x 1000 Ha.)	PRODUCCION de Madera Aserrada (x1000 m <sup>3</sup> )	CONSUMO (x 1000 hab. m <sup>3</sup> )	VOLUMEN EXPORT. (x 1000 m <sup>3</sup> )	RAZON EXP./P RCD. (%)	VALOR EXPORT. (x 1000 U.S.\$)	PRECIO PROMEDIO DE EXPORT (M <sup>3</sup> )
Argentina	29,490	27,000	1,096	38.7	---	---	---	---
Bolivia	7,282	29,850	93	14.7	24	25.8	5,500(F)	229.2
Brasil	151,440	300,910	15,852 (F)	115.8	575	3.6	177,301	308.3
Colombia	30,869	39,500	681 (F)	24.0	2	.3	297	148.5
Costa Rica	2,686	1,100	378 (F)	154.9	5(F)	1.3	805(F)	161.0
Cuba	10,473	995	85 (F)	8.5	---	---	---	---
Chile	12,597	8,407	1,607	135.9	755	47.0	65,764	87.1
Ecuador	10,864	10,915	978 (F)	104.9	11	1.1	10,172	924.8
E. Salvador	6,262	25	33 (F)	6.1	---	---	---	---
Guatemala	9,290	3,012	104	12.7	7	6.7	1,082	154.6
Guyana	1,037	13,465	70 (F)	73.1	14	20.0	2,691(F)	263.6
Honduras	5,095	3,038	453	104.0	264	58.3	21,200(F)	80.3
México	91,390	24,330	1,324	16.5	31	2.3	3,725	120.2
Nicaragua	3,660	4,076	220 (F)	70.0	6	2.7	539(F)	89.8
Panamá	2,318	2,943	53 (F)	25.1	---	---	---	---
Paraguay	4,133	3,040	649 (F)	177.5	271	41.8	49,900(F)	184.1
Perú	22,517	43,500	572 (F)	26.3	7	1.2	2,741(F)	391.6
Uruguay	3,106	1,770	13	4.3	---	---	---	---
Venezuela	20,986	19,210	210	11.5	---	---	---	---
Latinoamérica	426,497	537,056	24,471	63.8	1,972	8.1	342,718	173.8
Canadá	26,810	1,141,275	48,069	1931.9	34,226	71.2	3,236,526	94.6
COMPARACION	15.9(-)	2.1 (-)	1.96 (-)	30.2(-)	17.4(-)	8.8(-)	9.4 (-)	1.8 (-)

(F) Cálculo de la FAC

Fuente : Yearbook of Forest Products 1972 - 1983 (FAC 1985)

1/ Incluye Maderas coníferas y latifoliadas

Referencias : (4),(5),(7),(8),(10),(12),(13),(14),(16)

Asimismo, como consecuencia de su pequeña población Canadá exporta el 71.2% de su producción, es decir más de 34 millones de m<sup>3</sup>. comparado con Latinoamérica cuyas exportaciones constituyen el 8.1% de su producción, es decir 2 millones de m<sup>3</sup>. En 1983, los ingresos por exportaciones canadienses representaban unos US\$ 3,240 millones, sin embargo en Latinoamérica eran de apenas US\$ 340 millones, es decir 9.4 veces menos. La diferencia de proporción entre el volumen y el valor de exportación se explica en el costo de un metro cúbico de madera aserrada, mientras que en Latinoamérica las cotizaciones promedio de la madera latifoliada fueron de US\$ 174/m<sup>3</sup>, la madera conifera canadiense se vendió a sólo US\$ 95/m<sup>3</sup>, es decir a casi la mitad de precio.

De este análisis podemos inferir que la sub-utilización de madera en Latinoamérica se puede tratar desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo. En el primer caso, a pesar que la producción de madera aserrada en Latinoamérica, se destina al mercado interno de consumo - ya que sólo se exporta el 8.1% -, este consumo no se refleja en el uso de la madera en la construcción como podría serlo. Por otro lado, existe una disponibilidad forestal que puede representar una producción anual de aproximadamente 180 millones de m<sup>3</sup>. considerando 100 m<sup>3</sup>/ha. y utilizando sólo el 10% del recurso en un programa de explotación de 30 años. Actualmente sólo se explotan 24.5 millones de m<sup>3</sup>. que representan el 13.5% del potencial anual forestal, lo que se refleja en un menor excedente de madera y, por lo tanto, en menos ingresos por exportaciones.

En esta etapa del análisis es el momento de abordar las perspectivas del uso potencial de la madera en la construcción de viviendas en Latinoamérica y de la evolución significativa que se espera que ocurra en las décadas venideras. Como lo muestra el Cuadro II, la población del continente aumentará en 20% hacia finales del año 2000, más allá de los 510 millones de habitantes. En un nivel conservador, el déficit habitacional en el mismo período, aumentará sólo 11% debido a la atención que se le ha puesto al problema habitacional. Se calcula un déficit de aproximadamente 25 millones de unidades, considerando el crecimiento vegetativo de la población, la necesidad de sustitución y el déficit acumulado.

CUADRO II

USO POTENCIAL DE LA MADERA EN LA  
CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN LATINOAMERICA

PAIS	POBLACION (x 1000 hab)		NECESIDAD DE VIVIENDAS (x1000 unidades)		RECURSO FORESTAL PRODUCTIVO 1/ (x1000 ha) (x1000 m3) 2/		POTENCIAL DE VIVIENDAS(x1000 unidades) 3/		RELA- CION CONST/ DEFI- CIT
	AÑO 1990	AÑO 2000	AÑO 1990	AÑO 2000	AÑO 1990	AÑO 2000	AÑO 1990	AÑO 2000	
Argentina	29,490	31,806	1,903	1,770	27,000	9,000	900	9,000	5.09
Bolivia	7,282	9,184	391	442	29,850	9,950	995	9,950	22.61
Brasil	151,440	180,536	7,027	7,682	300,910	100,303	10,030	100,300	13.06
Colombia	30,869	35,888	998	1,035	59,500	13,167	1,317	13,170	12.73
Costa Rica	2,688	3,185	64	66	1,100	367	37	370	5.61
Cuba	10,473	11,343	230	211	995	332	33	330	1.56
Chile	12,597	14,136	833	900	8,407	2,802	280	2,800	3.11
Ecuador	10,864	13,952	617	712	10,915	3,638	364	3,640	5.11
El Salvador	6,262	7,891	269	287	25	8	1	10	0.94
Guatemala	9,290	11,444	402	432	3,012	1,004	100	1,000	2.32
Guyana	1,037	1,196	50	49	13,465	4,488	449	4,490	91.63
Honduras	5,095	6,571	200	227	3,038	1,013	101	1,010	4.45
México	91,390	113,443	5,500	6,500	24,300	8,100	810	8,100	1.25
Nicaragua	3,660	4,692	135	151	4,076	1,359	136	1,360	9.00
Panamá	2,318	2,731	75	80	2,943	981	98	980	12.25
Paraguay	4,133	5,087	107	115	3,040	1,013	101	1,010	8.78
Perú	23,517	30,086	1,640	1,920	43,500	14,500	1,450	14,500	7.55
Uruguay	3,106	3,315	135	124	1,770	590	59	590	4.76
Venezuela	20,986	26,427	1,335	1,555	19,210	6,403	640	6,400	4.12
<b>Latinoamérica</b>	<b>426,497</b>	<b>512,913</b>	<b>21,911</b>	<b>24,258</b>	<b>537,056</b>	<b>179,018</b>	<b>17,901</b>	<b>179,010</b>	<b>7.38</b>

1/ Incluye Maderas duras y blandas

Fuente : Yearbook of Forest Products  
1983 (FAO 1985)

2/ Considerando 100 m3/ha. y utilizando  
el 10% del recurso en ciclos de  
explotación de 30 años.

3/ Considerando 10 m3 de madera en pie/viv. Referencias: (4), (5), (6), (7), (8),  
(10), (11), (12), (13),  
(14), (16).

Anteriormente hemos mencionado que la capacidad potencial de los bosques latinoamericanos podría representar una producción anual de 180 millones de m<sup>3</sup> de volúmen en trozas, lo que se traduciría en una capacidad de construcción de 18 millones de casas por año, considerando 10 m<sup>3</sup> de volúmen en trozas por unidad de vivienda. Para el año 2,000 dado el mismo ritmo de construcción estaríamos en la situación de resolver las necesidades de viviendas de 180 millones de familias, lo que significa 7.4 veces más que el déficit de vivienda que se espera para finales del siglo. Puede considerarse que esta conclusión es demasiado optimista y que es el resultado de un ejercicio académico, pero hay mucha gente que cree que no es así. Aún si se utilizara el 5% del recurso forestal, en vez del 10% considerado en el Cuadro II, sería posible construir alrededor de 36 millones de casas de madera en los próximos 10 años, es decir 1.5 veces más que el déficit que se calcula para el año 2,000.

Es necesario recalcar que el concepto moderno de manejo sostenido del bosque, implica esfuerzos permanentes de renovación del recurso forestal, lo que conlleva una generación de empleos adicional que obviamente no puede considerarse con los recursos naturales no renovables que constituyen las materias primas de los llamados materiales tradicionales de construcción.

Vale la pena destacar los beneficios de la reforestación para el desarrollo económico y social de Latinoamérica. Las agencias de gobierno y las compañías privadas de varios países han recibido el mensaje y han declarado que es de interés público y de necesidad nacional, es estimular la reforestación como parte del manejo integral del bosque Latinoamericano. Los casos de plantaciones en Brasil, Chile, Argentina y, en menos extensión, en Perú, México, Colombia y Venezuela nos demuestran que el futuro forestal en Latinoamérica no sólo está en los bosques naturales existentes - aunque representan el 46% de las reservas de producción forestal del mundo - sino en las nuevas plantaciones que están en la región. A modo de ilustración, en 1983 Brasil (17) tenía un área reforestada de pinos y eucaliptos de 3.9 millones de hectáreas y era considerada la cuarta más grande del mundo. En conjunto, los países latinoamericanos han reforestado cerca de 6 millones de hectáreas, que de acuerdo a los cálculos de la FAO representa el 40% del total de plantaciones en los países tropicales (17).

La situación descrita nos permite abrigar esperanzas en el sentido que los recursos forestales en Latinoamé. ca empiezan a desempeñar un rol cada vez más importante en las economías de los países y al mismo tiempo, puede ser uno de los principales protagonistas en la solución al problema habitacional. Si queremos que esto suceda pronto es necesario que los esfuerzos en introducir la madera en la región se concentren en el desarrollo intensivo de las siguientes áreas complementarias:



a) Mayor conocimiento del material :

La información respecto al bosque tropical aún es limitada, lo que determina la necesidad de incorporar especies secundarias a través del conocimiento de sus propiedades tecnológicas así como del desarrollo en las técnicas de preservación y secado. También es necesario estimular la utilización de reglas de clasificación así como la de criterios de agrupación por especies, entonces habrían mayores posibilidades de extracción y consumo de madera, actualmente limitadas a un 2% de disponibilidad de bosques.

b) Desarrollo de técnicas de construcción :

El mercado más grande para la madera aserrada debería encontrarse en las viviendas y las edificaciones de mediana altura, para lo cual es importante establecer Códigos de Construcción y Sistemas de Coordinación modular que faciliten la construcción a una escala industrial así como la auto-construcción y la auto-fabricación de casas de madera. Es necesario igualmente promover el uso de nuevos y mejores elementos de unión de fabricación local, así como de revestimientos apropiados contra la humedad y los incendios.

Analizando experiencias anteriores, resulta impostergable la utilización de sistemas mixtos de construcción, combinando las ventajas económicas y estéticas de los entrepisos y techos de madera, con los menores costos y la preferencia por los muros de mampostería. Finalmente, es necesario insistir en la necesidad de impulsar la construcción en altura a base de elementos estructurales con madera, con la finalidad de adecuarse a las limitaciones de expansión urbana de las ciudades y sus necesidades de densificación.

c) Ampliación de la base industrial :

Sin duda este sector representa el principal obstáculo para el mayor consumo de madera. Las acciones futuras deberían dirigirse al mejoramiento de los sistemas de explotación y comercialización, que garanticen la calidad y la cantidad del abastecimiento de madera. Será necesario establecer centros de asistencia técnica y entrenamiento del personal a través de talleres y seminarios con el fin de aumentar la productividad de la industria; ayudar para que las industrias de transformación primaria se conviertan en industrias de transformación secundaria, especialmente en la fabricación de elementos y componentes de madera.

Igualmente se pueden organizar empresas de pequeños industriales forestales, para establecer centros de acopio de madera clasificada que incluyan plantas de preservación y de secado de carácter cooperativo, así como sistemas de transporte y distribución de componentes, que permita minimizar los costos operativos en forma proporcional a la poca capacidad empresarial de los pequeños industriales.

d) Programas de fortalecimiento del mercado :

Si al bajo poder adquisitivo del poblador latinoamericano se agrega, el costo de la construcción y el costo financiero del dinero, podremos entender la razón por la cual subsiste y se acumula el déficit de vivienda en la región. La madera permite

encontrar fórmulas ingeniosas para contrarrestar estas características típicas de los países en desarrollo, siendo una de ellas la posibilidad de crear bancos de componentes organizados por el estado o por cooperativas de usuarios, mediante los cuales sea posible adquirir paulatinamente, las partes y piezas que requieren una vivienda de madera, listas para ser auto-fabricadas y auto-construidas bajo una supervisión técnica dirigida.

Si este mismo principio se aplicara para la compra de automóviles, tal vez muchos usuarios, podrían comprar los componentes, pero definitivamente muy pocos podrían ensamblar el vehículo por su desconocimiento de mecánica. La construcción de viviendas de madera, no requiere sin embargo, de una alta calificación de mano de obra para la mayor parte de las operaciones y se ajusta perfectamente a programas de auto-ayuda, que si bien han perdido su vigencia, tienen grandes posibilidades de reactualizarse.

Se debería poner más énfasis en la promoción y apertura de nuevos mercados para la construcción con madera, como por ejemplo aplicándola en estructuras no residenciales de grandes luces. Igualmente se debería insistir en la preparación y distribución de material técnico y audiovisual y entrenamiento educacional en todos los niveles : ingenieros, arquitectos, autoridades y técnicos. También será necesario un cambio de actitud en lo que respecta al acceso de financiamiento y la rebaja de las primas de seguro, que hasta ahora han restringido el uso de la madera en la construcción. Asimismo se debería estimular a través de incentivos tributarios, a

aquellas compañías de construcción que utilicen madera, parcial o totalmente, en sus construcciones. Finalmente, no se puede seguir posponiendo la creación de instituciones permanentes que promuevan el uso de la madera en la construcción, reuniendo a todos los sectores interesados en lo que debería ser una verdadera industria de la construcción con madera en cada uno de los países latinoamericanos.

## 5.0 CONCLUSIONES

El curso que ha tomado la construcción en madera en los países desarrollados ha tenido un ciclo de evolución muy similar al que se prevé para las próximas décadas en Latinoamérica.

Esto significa que la madera irá reemplazando a los materiales tradicionales en la construcción de viviendas y edificaciones de mediana densidad, limitando así el uso del ladrillo, el cemento y el acero para las construcciones que estrictamente los necesitan. Sin embargo, es posible que este proceso de transición sea menos rápido que en Norteamérica y Europa, en parte debido a la abundancia relativa de materiales de construcción tradicionales y sobre todo a las circunstancias menos apremiantes en comparación de aquellas experimentadas por los países beligerantes después de las dos guerras mundiales.

Además, si la construcción en madera no se desarrolla en Latinoamérica, es porque no existe la voluntad de hacerlo, no porque no se pueda hacer, ya que actualmente hay suficientes recursos forestales, capacidad instalada y personal calificado para facilitar una mayor presencia del uso de madera en la industria de construcción en conjunto. Podríamos declarar que el origen de las limitaciones concierne al hombre y no a la naturaleza, ya que las actuales políticas siguen siendo limitativas para promover y favorecer el uso de este importante recurso natural renovable. Afortunadamente el camino por recorrer es cada vez más corto y Latinoamérica puede hacer uso, en términos reales y potenciales, de suficientes recursos forestales que -tarde o temprano- permitirán a la madera participar activamente en la solución del problema habitacional existente, pudiéndose convertir de este modo, en el material de construcción del siglo 21, y por qué no, del próximo milenio.

Quito, Noviembre 1991

#### LITERATURA CITADA

- (1) ARBAIZA M. CHRISTIAN, (1984). " Propuesta para la Creación de la Sociedad Peruana de la Construcción con Madera". V Congreso Nacional de Arquitectos. Cuzco, Perú. 26 pp.
- (2) ARBAIZA M. CHRISTIAN, (1991). "Madera, Vivienda y Economía en el Perú". Investaigación en proceso de publicación. Lima, Perú.
- (3) ARBAIZA CH., FOX, H. Y METTEM, CH. (1987). "The Pontencial Contribution of Timber Construction to Urban Shelter in Latin America". Presentado a la International Conference on Urban Shelter in Developing Countries. Londres, Inglaterra.
- (4) ARBULU C. ALFREDO, (1985). " La Construcción con Madera en el Perú". Empresa Nacional de Edificaciones. Lima, Perú.
- (5) CALDERON RIVERA MARIO, (1985). " La Construcción con Madera en Colombia". Banco Central Hipotecario. Bogotá, Colombia.
- (6) FAO (1985). " Yearbook of Forest Products 1983". FAO Forestry Series Rome, Italy. 408 pp.
- (7) GOMEZ CRESPO JAIME, (1985). " La Construcción con Madera en México". Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. México D.F.
- (8) GOYCOCHEA I. ROBERTO, (1985). " La Construcción con Madera en Chile". C.E.D.A.C. Universidad del Biobio. Concepción, Chile.

- (9) KEENAN F.J. y TEJADA MARCELO, (1984). Tropical Timber for Building Material in the Andean Group Countries of South America". International Development Research Centre. Ottawa-Canadá. 151pp.
- (10) KNEIT JULIO E., (1986). "La Construcción con Madera en Uruguay". Banco Hipotecario del Uruguay. Montevideo, Uruguay.
- (11) MINISTERIO DE AGRICULTURA, (1978). " Aplicacao da Madeira e sus Derivados na Coonstrucao Habitacional ". Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Brasilia, Brasil. 88 pp.
- (12) NACIONES UNIDAS, (1981). " Proyecto de Evaluación de los Recursos Forestales Tropicales". " Los Recursos Forestales de la América Tropical". UN 32/6,1301-78-04. Informe Técnico 1. Roma. 243 pp.
- (13) SALAZAR ELSA, (1986). "La Construcción con Madera en Venezuela". Instituto Nacional de la Vivienda. Caracas, Venezuela.
- (14) SANCHEZ R. LUIS, (1986). " La Construcción con Madera en Bolivia". Ministerio de Urbanismo y Vivienda. La Paz, Bolivia.
- (15) TEJADA MARCELO, (1983). " Utilización de la Madera en la Construcción de Viviendas". Documento preparado a solicitud de ONUDI para la Primera Consulta Mundial sobre la Industria de la Madera en Helsinki. Lima, Perú. pp. 26 -34.
- (16) TUK JUAN, (1985). " La Vivienda en Costa Rica y la Madera". Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- (17) WORLD WOOD, (1985). Industry Review. " The International Forest Products Magazine". Volumen 26. Número 6. Singapur. 68 pp.

\*\*\*\*\*