

## **LA MADERA EN LA PREFABRICACION**

1.—Afirmábamos, en otros trabajos, que la construcción de viviendas completas de madera no ha tenido en Chile el desarrollo que pudiera esperarse si se considera la abundancia de bosques y la gran demanda de viviendas económicas. Constatamos, en cambio, su uso generalizado en la estructura de las techumbres, puertas, ventanas y pavimentos. (Nota 1-1).

En las zonas agrícolas del Sur de Chile, con baja densidad de población, la vivienda construida totalmente de madera es lo habitual. Mas, allí, los constructores y el usuario se rigen por otras normas técnicas y por conceptos distintos sobre la duración y estética de los edificios.

La vivienda, en particular, tiene carácter transitorio en las zonas agrícolas. A lo largo de su vida experimenta varios cambios, ampliaciones y diversificaciones. La construcción misma es en general precaria en su concepto, materiales y métodos, lo que ha contribuido a crear la idea demasiado arraigada de que las casas de madera son, por necesidad, ligeras y provisionarias.

Las nuevas generaciones de arquitectos han querido revalidar las potencialidades plásticas de la madera, introduciéndola como elemento decorativo "aplicado" en revestimientos interiores y exteriores, en artesonados y aleros. Otros, más audaces, han rejuvenecido

la arquitectura de "bungalows" construyéndolos totalmente de madera. Se aprecia en estos trabajos un gran esfuerzo renovador y un inteligente sentido plástico y estructural. Sin embargo, y a no mediar muchos desvelos y preocupación personal del Arquitecto, tanto los resultados económicos, plásticos y de confort interno de tales edificios son insatisfactorios.

2.—Los argumentos más corrientes esgrimidos contra el uso extenso de la madera en la construcción de edificios son los siguientes:

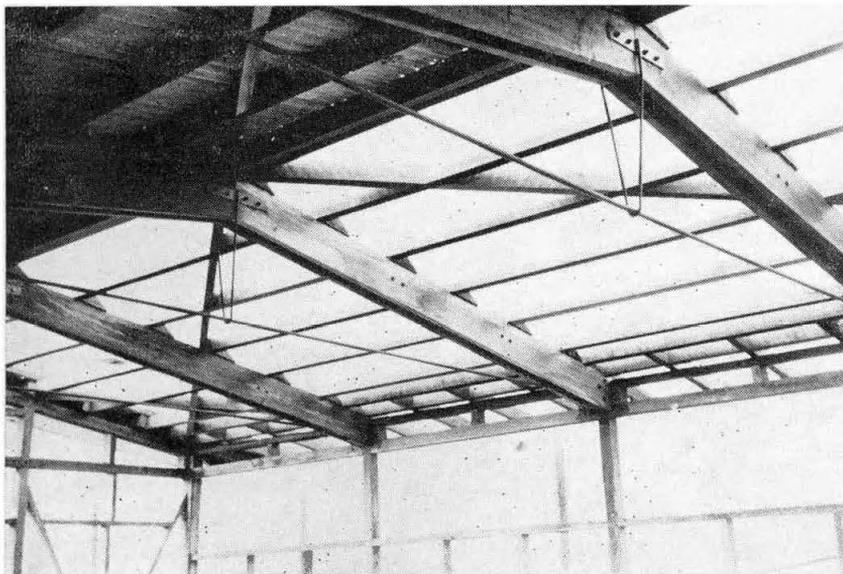
Costo relativamente alto en comparación con materiales más durables y sólidos. (Nota 2-1).

Material sensible a la acción de la intemperie y ataque de organismos vivos (duración limitada).

Gran inestabilidad dimensional que malogra el alineamiento geométrico de los elementos constructivos.

Combustibilidad que hace imprescindible aislar los edificios o proteger eficazmente a los elementos expuestos.

Y, en un orden crítico más avanzado, se arguye también en su contra lo siguiente:



**Estructura elemental, isostática, con tirante de acero. Este simplifica notablemente la solución constructiva y materializa en forma inequívoca la naturaleza de las tensiones.**

Material que se expende fuera de toda norma.

Clasificación defectuosa en calidades y especies.

Elaboración y presentación comercial incorrectas.

Contenido de humedad incontrolado.

Alto costo de mantención de los edificios.

Todos los inconvenientes señalados son ciertos en parte; algunos pueden tener corrección fácil por acuerdo entre las industrias elaboradoras de madera; otros se presentan en determinadas zonas del país o bajo condiciones adversas del medio. (Nota 2-2). El conjunto de ellos configura, de manera incontrovertible, el aspecto negativo que afecta y restringe el uso de la madera en la edificación convencional.

Si se tratara, en cambio, de hacer aquí una apología sobria de la madera con vistas a su futuro desarrollo, diríamos:

Material abundante y renovable, de fácil obtención.

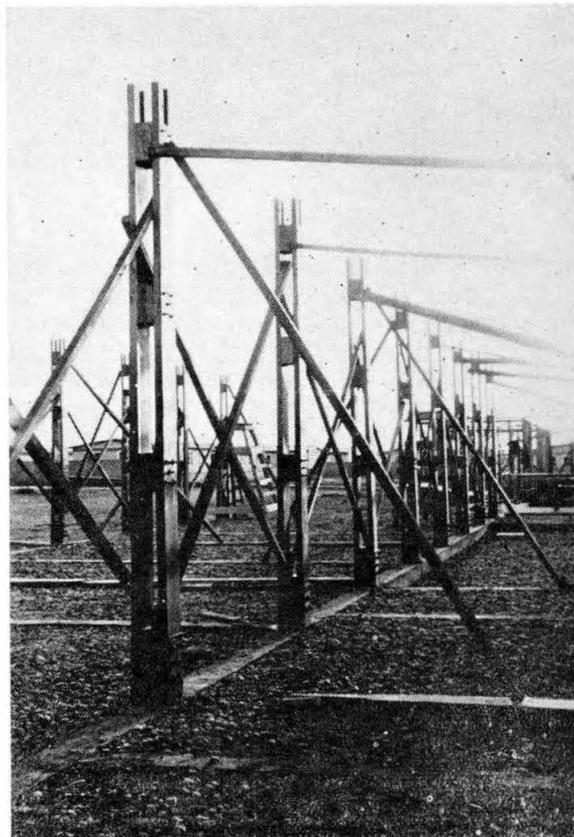
Possibilidades de elaboración a las más variadas formas prismáticas y laminares.

Alta resistencia y flexibilidad en comparación a su peso.

Gran afinidad con los adhesivos industriales, lo que augura una inminente revolución

3.—De una manera un tanto artificial, hemos recomendado o propuesto a título de ensayo, algunos rudimentos de racionalización en construcciones convencionales de madera, probablemente impresionados por las realizaciones norteamericanas y de algunos países europeos. Se ha ensayo cepillar las piezas de la estructura y cortarlas en fábrica. En forma aún más restringida, algunos industriales y constructores han utilizado madera seca en hornos.

Cualquier medida de esta especie practicada a escala industrial será sin duda beneficiosa para aquella parte del proceso absoluto en que es aplicada, pero no alcanzarán por sí solas a modificar sensiblemente el panorama general de la construcción con madera. Esto se comprende fácilmente considerando



**Esqueleto listo para ser revestido. Nótese las dobles diagonales que dirijan la acción sísmica hacia el suelo.**

de las formas habituales de unión.

Bajo consumo de energía en los procesos de elaboración y procedimientos mecánicos de enlace de elementos.

Incomparable belleza y variedad plástica por tratarse de un material vivo, siempre diferenciado.

que el cepillado por cuatro caras aumenta el costo de la madera que acostumbramos a usar en bruto, de un 15 a un 18 por ciento. Al tratarse de piezas cepilladas y no "rectificadas", la necesidad de suplir las caras vistas prevalece en un 50 por ciento de los casos. La obra de mano es más lenta al intentar con instrumentos y métodos artesanales mantener las piezas coplanares. Por otra parte, el pre-cortado o corte de piezas de madera en taller, a la medida, es impropio practicarlo en madera verde (sin tratamiento) ya que en el tiempo transcurrido entre el corte y la colocación, las contracciones longitudinales harán imprescindible rectificar de nuevo los cortes en la obra. El pre-cortado influye en uno de los trabajos más sencillos de la carpintería, cual es cortar con serrucho

manual en sentido perpendicular a las fibras, ya que no podría siquiera pensarse ejecutar en taller cortes más complejos sin un acabado plan de prefabricación modulada.

En los últimos años ha habido cierta actividad industrial en torno a la prefabricación con madera, que no ha logrado interesar seriamente al mercado consumidor de viviendas por el sencillo hecho de que esas industrias operan en el restringido campo de las casas provisionales, desarmables o de verano, para las cuales disminuyen las exigencias técnicas y de duración. Las industrias que se han arriesgado a realizaciones más complejas combinando madera y acero; madera y asbesto-cemento o utilizando productos de diversificación industrial de la madera para los revestimientos, han logrado en su mayoría interesantes resultados técnicos y estéticos, pero no han ofrecido una rebaja substancial de costos. Lo anterior indica la necesidad urgente de analizar críticamente esas experiencias y divulgar sus resultados.

Una de las características de las épocas de gran desarrollo industrial consiste en que el progreso de las técnicas y de los métodos de producción no sucede paulatinamente, sino a saltos. En nuestro caso pareciera normal usar herramientas de carpintería más perfeccionadas, máquinas de expansión para clavar clavos, impregnación y secado industrial de la madera como sanas medidas que mejoren paulatinamente los procedimientos convencionales de construcción.

Sin embargo, opinamos que ciertos procedimientos son plenamente válidos para una época y una circunstancia determinada. Adquieren su pleno desarrollo creando sus propias secuencias metódicas, su división del trabajo, su continuidad en tiempo y espacio y su capacidad de expresión.

Veamos, por ejemplo, con cierto detalle el procedimiento clásico de confeccionar una estructura de edificio en la que se utiliza madera.

En los procesos clásicos de edificación, la conformación de estructuras (albañilerías, hormigón armado, estructuras leñosas) es, como se sabe, una tarea gruesa ejecutada con materiales en una primera etapa de elaboración.

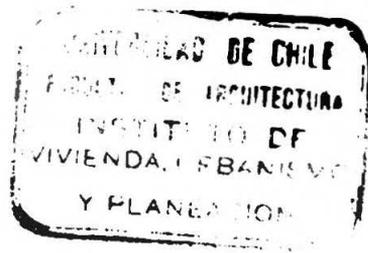
Trabajan equipos de dos hombres, un maestro carpintero adelantado y su aprendiz. Las

herramientas son del tipo manual; rara vez el carpintero posee una sierra o un taladro eléctrico; las uniones se realizan con calados a media madera, cajas y espigas, cortes rectos y cortes a inglete, reforzando con clavos y, a veces, con pernos. La madera "aserrada" en fuertes escuadras es por lo general coigüe, roble o pino insigne con alto contenido de humedad (superior al 20 por ciento); los largos fluctúan entre 3,25 m. y 3,68 m., con ambos extremos agrietados; no más de un 20 por ciento de las piezas son tolerablemente rectas; un 15 por ciento de ellas están alabeadas; las dimensiones transversales varían de un extremo a otro con tolerancias hasta de un 10 por ciento.

Se seleccionan para soleras las piezas no alabeadas, que presenten un ancho constante que, en ciertos casos, debe rectificarse con cortes de serrucho "al hilo" o con cepillo. Como por lo general no existe un plan de producción de piezas en coincidencia con el trazado, las soleras se "presentan" y reciben el primer corte sobre el plano de apoyo en el sobrecimiento; se laboran a pares (una superior y otra inferior, coincidentes) numerándolas ya que casi todas ellas serán diferentes. Se señalan los vanos que, por lo general, están enmarcados con piezas de mayor escuadría. Se fijan y apernan las soleras inferiores; se cortan los pilares o piederechos y se trabajan las espigas, si las hay. En la elección de estos últimos sólo se eliminan los que tienen nudos pasados, podreduras o fallas que comprometan totalmente su resistencia; se colocan sin escrúpulos los que están curvados en un plano y los levemente alabeados, que se llevan a línea con algunos golpes de azuela.

Por regla general, los piederechos extremos de un paño se ajustan a plomo y son coplanares con las soleras; los piederechos intermedios no tienen esa exigencia. La solera superior debe ser colocada a nivel, lo que trae el segundo trabajo de ajuste controlando la profundidad del encaje de las espigas. La colocación de diagonales, pasadas a media madera en la intersección de piederechos, remata la erección de la estructura descrita que corresponde a un muro de madera o tabique exterior en nuestro lenguaje técnico.

Un método similar, con las variantes de posición y diseño, puede observarse en los



planos resistentes horizontales (envigados) o en las estructuras de techumbre.

La observación acuciosa de estas operaciones ejecutadas por carpinteros idóneos, revela ritmo y método y un cierto grado de racionalización dentro de las precarias condiciones materiales en que se ejecutan. El rendimiento, según el Arquitecto Sr. Jorge Oyanedel G. (Cálculo práctico de presupuestos de edificación, 1957) es de unos 10 m<sup>2</sup>. en jornada de 8 horas, por obrero calificado. Las observaciones del suscrito registran rendimientos algo mayores especialmente en entramados verticales sin vanos. (Nota 3-1).

Este esqueleto debe ser revestido por ambas caras y, eventualmente, debe disponerse un

4.—Si dentro del mismo plan de operaciones decidimos racionalizar parcialmente, introduciendo madera cepillada y piederachos certados a medida, por ejemplo, pueden observarse las siguientes reacciones:

Los carpinteros comprueban de inmediato que el cepillado solamente alisa las caras de las piezas, manteniendo la curvatura original de la madera en bruto, cuando aquella es importante; baja el porcentaje de piezas alabeadas; mejora la tolerancia de medidas de uno a otro extremo de la pieza, sin llegar a ser exactas; aumenta la evaporación de la humedad en las caras expuestas y con ello el riesgo de alabeo posterior.

El operario tratará de mantener, al menos en una cara del entramado, una planimetría perfecta mediante lienzas y plomadas, ya que es situado "éticamente" frente a un trabajo que no debería suplir; se ve obligado a ejercitar una superación de su geometría de obras para la cual carece de sensibilidad. Su trabajo mejora técnicamente, con gran desmedro de su rendimiento. Un entrenamiento riguroso en este nuevo tipo de faena lo llevará en poco tiempo a equilibrar de nuevo el rendimiento, pero no a superarlo.

Hemos tratado de demostrar aquí el precario valor de una racionalización parcial que no modifica fundamentalmente el concepto mecánico de un proceso constructivo convencional, enmarcado en sus propias leyes a través de las cuales alcanzó su punto más elevado de desarrollo, simplificando y adaptando los métodos al concepto estructural estable-

relleno aislante. Si el revestimiento es de tablas o de placas poco rígidas, a posteriori de la ejecución debe rectificarse la planimetría para asentar el revestimiento; esto se consigue supliendo con listones cepillados de madera blanda las líneas entrantes y rebajando los salientes con azuela, o supliendo la totalidad en un nuevo plano determinado por los puntos más salientes del conjunto. Los revestimientos de láminas de yeso, madera terciada y madera prensada exigen rectificación con menor tolerancia (hasta 2 mm.).

Este trabajo, la rectificación o suplido de entramados, debe considerarse con un rendimiento de 15 a 20 m<sup>2</sup>. por operario y jornada de 8 horas.

cido y a los materiales tradicionales. Recordemos aquí que las máquinas herramientas son en general de diseño ultra específico y concebidas para altos rendimientos. Su uso racional pleno puede obtenerse exclusivamente cuando participan en trabajos programados en detalle. Una segueta o un serrucho circular trabajando a altas revoluciones han sido fabricados para producir cortes netos, precisos y rápidos, pero son inútiles para corregir defectos de los materiales cortados, para cortar en cuña o para "charlatear".

Si en un proceso más avanzado entregamos al carpintero madera secada industrialmente al punto de humedad de equilibrio (aproximadamente un 12 por ciento para Santiago) e impregnada para disminuir la absorción de humedad, de manera que pueda rectificarse en bancos cepilladores por sus cuatro caras, tendremos que aceptar un aumento del costo original de la madera que puede superar el 100 por ciento. Aunque el rendimiento del artesano mejorase considerablemente, no podrá compensar el aumento de costo del material, si se mantiene la idea original de la estructura leñosa. El círculo se ha cerrado impidiendo la continuidad evolutiva del proceso.

La carpintería chilena no ha llegado aún a la etapa del secado industrial ni de la impregnación y está lejos de haber agotado las posibilidades de uso de máquinas que ayuden al trabajo artesanal. El procesamiento de la madera se practica sólo en las industrias de muebles y de parquet, allí donde

se admite un alto costo de los materiales que queda a su vez compensado por una fundamental simplificación del proceso y por una alta mecanización de sus etapas.

Nos preguntamos si es lícito mantener la idea de una evolución paulatina de la construcción en madera que conduzca a la industrialización y a la prefabricación de viviendas. Las industrias de mayor éxito en Chile han sido aquellas como la siderúrgica y la del petróleo que no necesitaron de los altos hornos a carbón ni de los alambiques primitivos como etapa previa de su actual desarrollo, sino que fueron implantadas como métodos definitivos "saltando" por encima del reconocido retraso económico e industrial de Chile y sin que ello hubiera significado un trastorno a las líneas normales del desarrollo económico.

#### NOTAS:

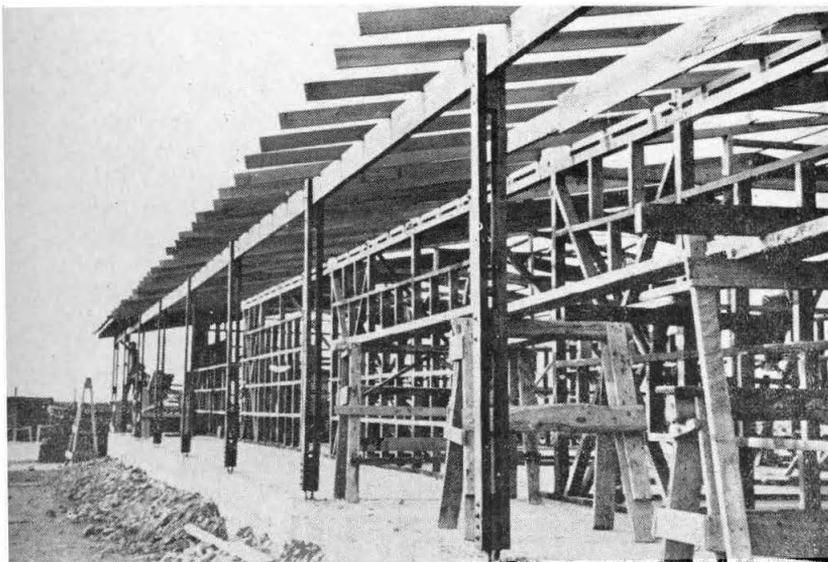
- (1-1) Las tres partidas mencionadas representan apenas un 15,4 por ciento del costo de una vivienda de albañilería reforzada de 100 m<sup>2</sup>. de planta.
- (2-1) Con precios del mes de Marzo de 1963, el costo de un m<sup>2</sup>. de tabique de madera dura con entramado de 4", revestimiento exterior e interior de pino cepillado y relleno de lana de vidrio, puede apreciarse en unos E<sup>9</sup> 8,85.

La prefabricación en madera no podrá alcanzarse como una etapa superior de la artesanía actual de la madera. Se fundamenta en diseños totalmente diferentes y usará procedimientos absolutamente distintos. Su material original será la madera natural procesada industrialmente, en combinación con todos los productos de diversificación industrial.

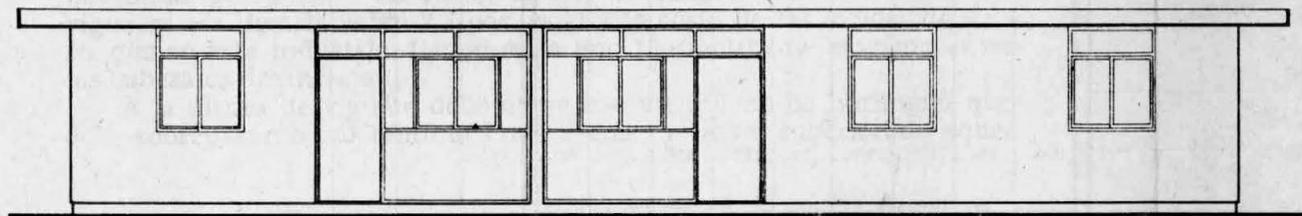
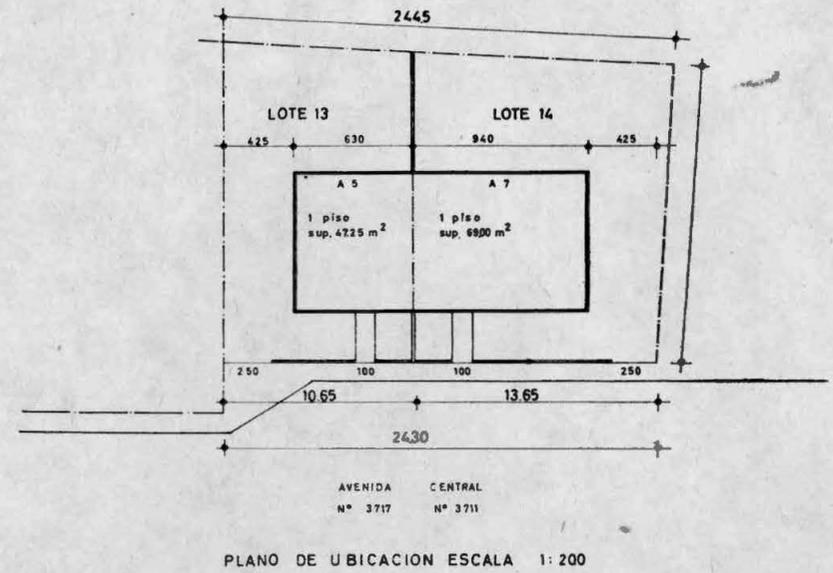
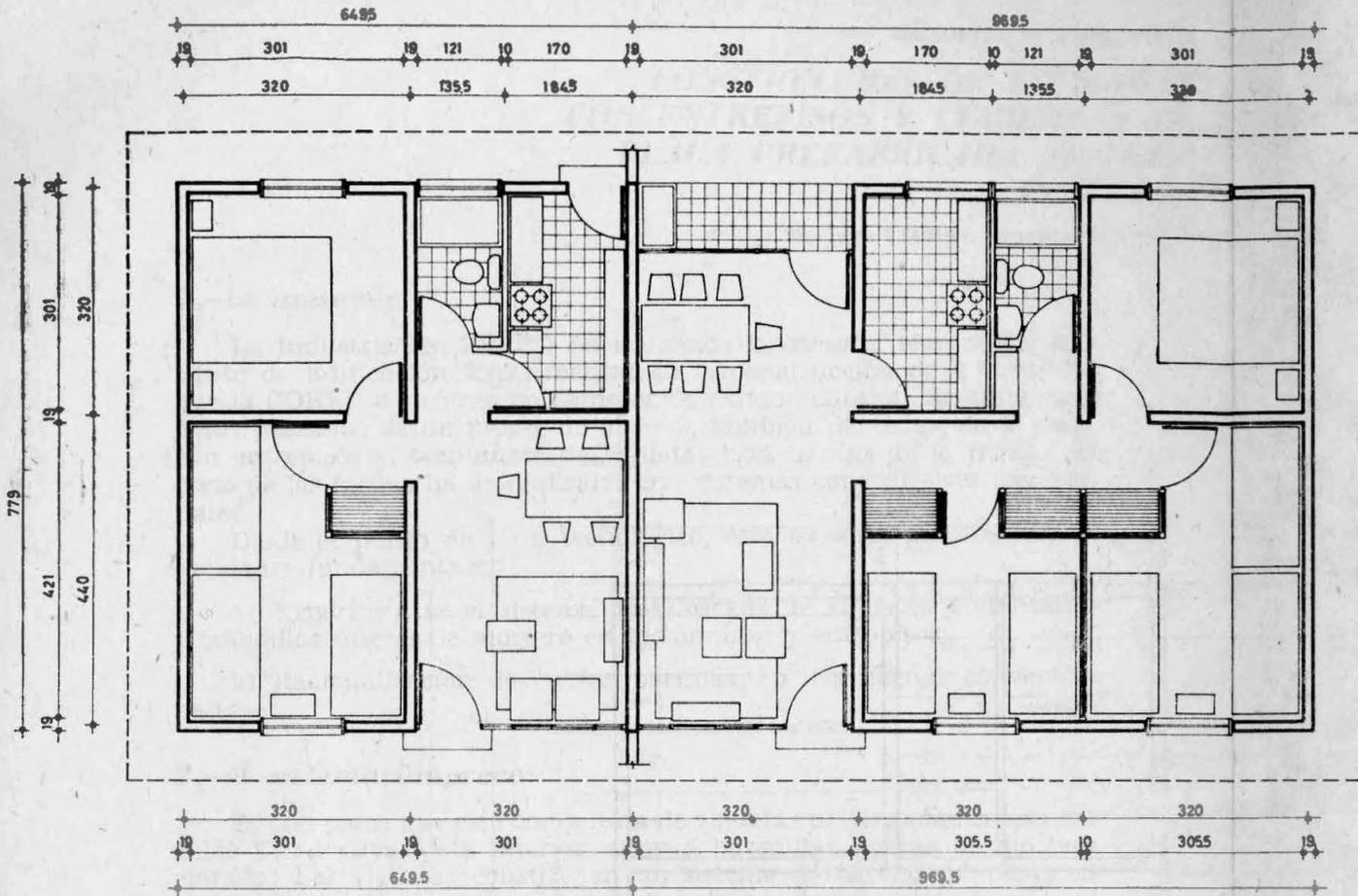
La segunda parte de este trabajo comprende los siguientes capítulos:

- 5.—Mecánica de la madera natural.
- 6.—Productos de diversificación industrial.
- 7.—Adherencia y adhesivos.
- 8.—Diseño de la prefabricación.

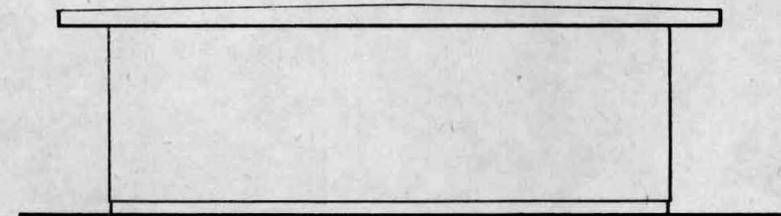
- (2-2) Aunque no se ha comprobado su verdadero alcance, es evidente que la mayor parte de las especies madereras chilenas son atacadas por larvas o algún tipo de insecto taladrador en las zonas costeras del Norte de Chile. Las maderas en general se pudren en la zona de transición de medio húmedo a seco.
- (3-1) En una población de 175 viviendas, los rendimientos registrados como promedio fueron de 14,2 m<sup>2</sup>. por hombre/día.



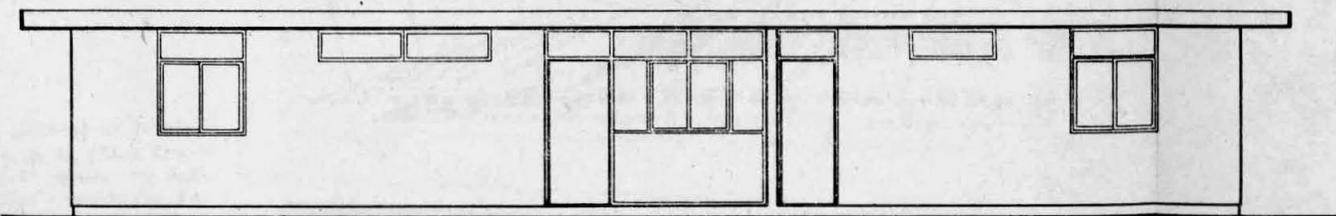
Detalle de la erección de pilares con las alzaprimas de montaje. La doble pieza afina las formas y proporciona suficiente inercia a la flexión lateral.



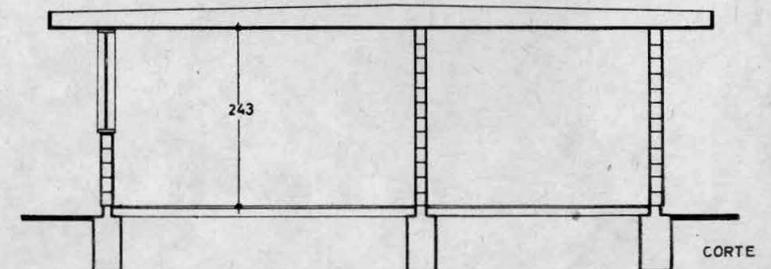
FACHADA ANTERIOR



FACHADA LATERAL



FACHADA POSTERIOR



CORTE

