

# *madera*

en la construcción

*Desarrollo de un sistema constructivo en madera*

*Las ventajas del uso de  
• Madera Laminada*

<<Madera - Separata de **Edificar** (Revista de Arquitectura y Construcción)/Marzo de 2005>>



8

## Editorial

Les presentamos en este número otra de las Ponencias presentadas por el Equipo de Construcción con Madera de la Facultad de Arquitectura en el Primer Congreso de Patologías de la Construcción.

Este trabajo trata sobre el desarrollo de un sistema constructivo aplicado en un prototipo en el Rincón del Bonete.

Se podrán apreciar la aplicación de algunas innovaciones tecnológicas en el uso de la madera en la construcción.

También hemos incluido un artículo sobre el uso de madera laminada, sus características y principales ventajas.

**Mario Bellón**  
Director

**Editorial** ..... 2

**Desarrollo de un sistema constructivo en madera y su aplicación en el prototipo del Rincón del Bonete** ..... 3

Arq. Carlos Meyer, Arq. María Calone, Arq. Pier Nogara, Bach. Susana Torán

**Las ventajas del uso de Madera Laminada** ..... 13

Separata **Madera** es una publicación de **Edificar** (Revista de Arquitectura y Construcción) / Director: Mario Bellón Sub-Director: Paulo Pereyra. Se distribuye GRATIS junto con la edición 43 de la revista / Precio de venta independiente \$ 10. El contenido de esta separata está coordinado con el Equipo de Construcción con Madera de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República, integrado por el Arq. Carlos Meyer, la Arq. María Calone, el Arq. Pier Nogara y la Bach. Susana Torán.

## Toda la madera a la medida que usted requiera

- Entrepisos / Pisos
- Vigas laminadas
- Cielorrasos / Lambris
- Molduras
- Estantes a medida



**RAICES S.R.L.**  
**INDUSTRIA DE LA MADERA**

Daniel Fernández Crespo 1838  
Tel/Fax: 402-1159 / 401-9122  
raicesur@adinet.com.uy

## **Desarrollo de un sistema constructivo en madera y su aplicación en el prototipo del Rincón del Bonete**

Innovaciones técnicas y procedimientos aplicados en la construcción con madera  
Arq. Carlos Meyer, Arq. María Calone, Arq. Pier Nogara, Bach. Susana Torán

### **1. ANTECEDENTES.**

En el año 1993 se firma un convenio entre UTE y la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República con el fin de analizar la factibilidad de la madera de los bosques implantados por UTE con destino a la construcción de viviendas para sus funcionarios. A partir de esto se buscó diseñar un sistema de construcción y tipologías acordes a los recursos existentes de la empresa estatal: bosques con madera apta para ser procesada, un establecimiento de aserrío para ese cometido y una planta de impregnación que se encontraba en funcionamiento.

El desarrollo de este sistema constructivo culminó con un Prototipo de Vivienda en Madera ejecutado en el predio Forestal de la Represa de Rincón del Bonete.

### **2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.**

Se trata de un sistema constructivo en base a bastidores de madera cuya estructura se arma en fábrica y se terminan en obra. El sistema constructivo es totalmente panelizado, característica esta que le confiere gran capacidad de industrialización y productividad.

Los bastidores tienen como módulo base 0.80 m. que permite ser utilizado en variadas tipologías y son unidos entre sí por medio de uniones especiales que garantizan la estabilidad del sistema. La propuesta de estos paneles-bastidores estuvo pautada entre otros aspectos por el laboreo en régimen de operarios de ayuda mutua con un máximo de elaboración de piezas en taller y una gran simplificación en el montaje.

Siendo los paneles realizados en fábrica se puede llegar a mejores y controlados niveles de terminación, con mayor aprovechamiento de la mano de obra y de

los materiales por ser módulos repetitivos en base a una medida y sus múltiplos.

Desde el punto de vista constructivo, se trata de un sistema de fácil armado mediante la yuxtaposición de los distintos paneles, (ciegos o con aberturas) unidos con clavos comunes galvanizados. Estas uniones, sean a tope o en ángulo, con cerramientos verticales y con paneles de techo, más la presencia de una solera de cierre o amarre que le otorgan al conjunto una conformación compacta y difícilmente deformable.

La rapidez de armado que conlleva el sistema implica llegar en pocos días al techado lo que mejora la calidad de construcción al quedar un mínimo de tiempo expuesta a la agresión de los agentes climáticos, además de las ventajas económicas que representa y de mejorar las condiciones para trabajar interiormente.

Desde el punto de vista estructural, se trata de paneles portantes verticales sobre los que descargan linealmente los paneles de entrepisos, cielorraso y techo, a través de una solera superior de 2" x 4", siendo arriostrados por una solera de amarre de igual escuadría, lo que da gran estabilidad al sistema y permite un trabajo en conjunto a toda la vivienda.



Los paneles cuentan con una estructura interior con montantes de 2"x 4" que transmiten la carga a la cimentación. Tienen diagonales de arriostamiento y están anclados a la fundación mediante bulones empotrados en el hormigón.

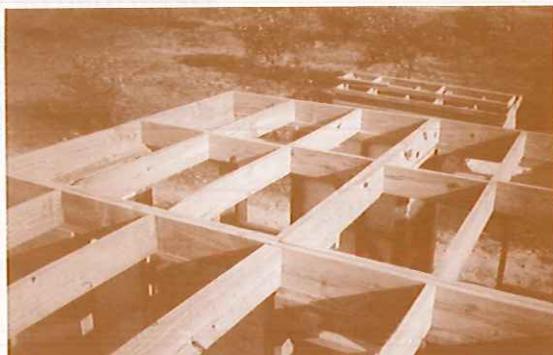
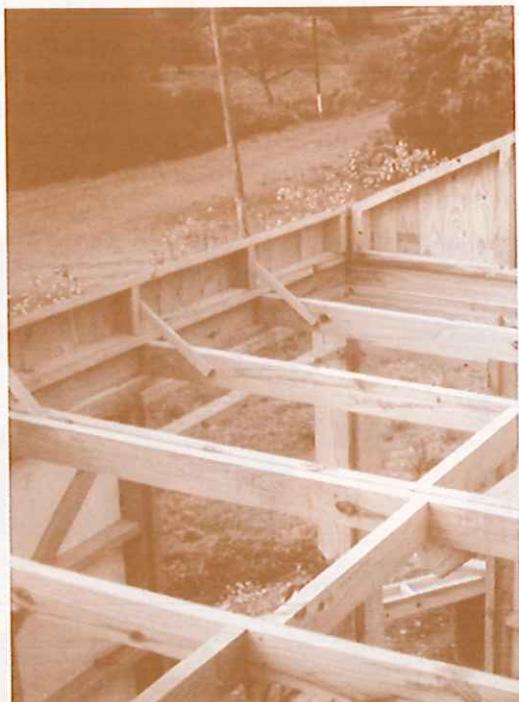
Una de las ventajas de este sistema panelizado es que permite la utilización de escuadrías relativamente pequeñas y estandarizadas, resolviéndose además todos los componentes con muy poca variación en las secciones de escuadrías (excepto los paneles de techo, el resto de la estructura de paneles es de 2"x4").

### 3. TIPO DE PANELES.

#### 3.1 Paneles verticales ciegos ( ver detalles gráficos adjuntos)

Poseen un módulo de 0.80m. estando prevista la fabricación de hasta 4 módulos (0.80, 1.60, 2.40 , 3,20 m.). Su altura es de 2.40 m.

Estos pueden ser tanto interiores como exteriores con una medida de 0.15 m. de espesor con posibilidad de que la misma sea modificada, siendo todos los paneles de igual espesor.



Constan de una estructura interior de madera de 2"x4" (soleras, pies derechos, cortafuegos y diagonales).

Tienen sus caras con revestimientos optativos (tablas de madera maciza machambrada, fibrocemento, placas de yeso, madera aglomerada, madera contrachapada, tableros de Guillermina , MDF, etc, según la terminación deseada.

Dependiendo de las condiciones tecnológicas, los paneles pueden ir con el revestimiento en una cara solamente, para permitir la colocación de cañerías de sanitaria y eléctrica en obra, o con los dos revestimientos y las cañerías ya incluidas.

Los paneles exteriores tienen una solapa especial para impedir la entrada de agua en el apoyo.

Todos los paneles constan de una canaleta superior donde reciben una madera de 2"x4" (sobresolera) que actúa como una viga de arriostamiento superior.

Cuentan con los siguientes acondicionamientos, (desde el interior al exterior de la vivienda):

- Barrera de Vapor: Polietileno de 200 micrones u hoja de Aluminio e=0.025
- Aislación Térmica : Lana de Vidrio, Lana de Roca, Poliuretano expandido, Corcho orgánico, etc. Cuyas TRANSMITANCIAS TERMICAS U menor o igual a 0.40W/m2K.
- Barrera Hidráulica: Membrana tipo Tyvek, Carton asfáltico, etc.

Los paneles son anclados a la fundación con bulones previamente colocados con el llenado de la viga de fundación a distancia de 1 m. entre bulones y a 20 cm. de cada cambio

de dirección de muros o finalización de estos. Los paneles tienen un sistema de unión entre ellos que se detalla en los gráficos (detalle de uniones). Este sistema permite que la pieza de unión sea un elemento agregado que no integra ninguno de los paneles.

Poseen canalización interna para enhebrado de cables y uniones o enchufes entre paneles (este sistema puede aplicarse o no dependiendo de las condiciones y posibilidades tecnológicas de los talleres ya que exige un proceso de fabricación de mayor precisión).

Para cada baño existe un único panel sanitario que incorpora en él todas las cañerías de abastecimiento de agua y desagües.

### 3.2 Paneles verticales abertura.

Los paneles abertura son paneles verticales totales con un módulo de 0.80 m. existiendo dos medidas (0.80 y 1.60) e igual altura que los paneles ciegos.

Los paneles abertura (ventanas y puertas exteriores) tienen escuadrías de 0.05 x 0.20m. (2"x 8") de espesor, sobresaliendo exteriormente 0.05 m. con respecto al panel vertical ciego que tiene 0.15 m.

Los paneles abertura que constituyen puertas interiores son de 0.15 m. de espesor coincidiendo con los paneles ciegos.

Estos paneles tienen un sector superior de vidrio o ciego y un sector inferior que puede tener indistintamente dos puertas o una puerta y una ventana o dos ventanas corredizas o batientes. La parte inferior de las ventanas



puede llevar vidrio o revestimiento igual al de los paneles ciegos (ver planilla de aberturas).

### 3.3 Elementos de unión entre paneles.

Los elementos de unión son de madera maciza de medidas 0.10 x 0.10 x 0.10m. o 0.15 m. según la ubicación. Ellos tienen la misión de unir entre sí los paneles mediante el clavado o atornillado de los parantes del panel a los mismos. Los elementos de unión pueden colaborar en la capacidad portante pero el sistema no está previsto para descargas puntuales sino distribuidas.

### 3.4 Viga corrida de amarre. (solera superior)

Es de madera maciza y tiene medidas de 0.05 x 0.10m. (2"x 4").

## CLAVADORAS...

*Eléctricas, manuales, neumáticas. Para clavos y grapas.  
Repuestos para todas las marcas:*



## La Casa de la Engrapadora

WILSON FERREIRA ALDUNATE (ex Río Branco) 1171

(entre Maldonado y Canelones)

TELEFONOS: 900 84 88 - 902 40 83

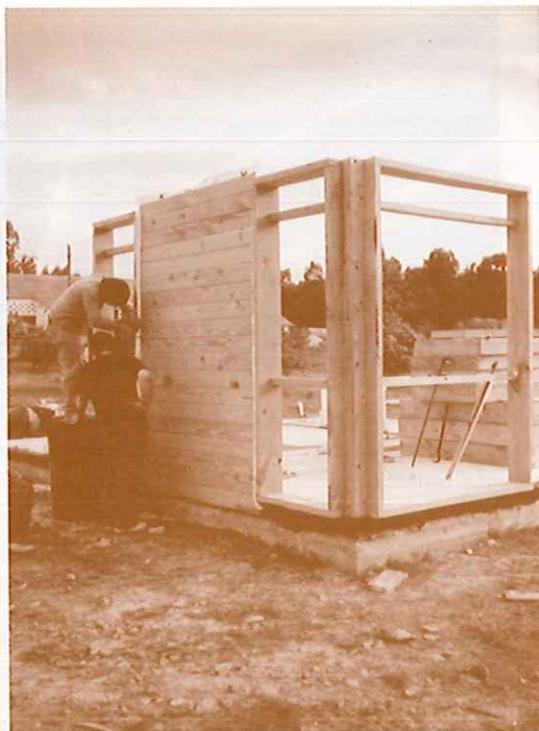
e-mail: diproind@netgate.com.uy



DISTRIBUIDORA

PROIND LTDA.

ESTACIONAMIENTO PROPIO EN EL 1165



Debe ir clavada a los travesaños superiores de los paneles tanto los ciegos como los de aberturas, amarrando todo el conjunto.

Sus uniones no deben coincidir con las uniones de los paneles. En los ángulos la unión deberá ser a media madera.

Se colocará tanto en paneles exteriores como interiores.

### 3.5 Paneles de entrepiso. (opcional para viviendas de 2 niveles)

Los paneles de entrepiso se constituyen de madera de 0.05 x 0.25 (2" x 10") de sección y longitudes mencionadas en los planos, pudiendo ser de variados módulos.

Los paneles se apoyan sobre las vigas corridas de amarre clavándose a las mismas y entre sí.

Sirven de base para el apoyo de las tablas de piso machambradas que se clavan sobre goma microporosa actuando como un material resiliente para absorber los ruidos de impacto.

Según la conveniencia del proyecto, las tablas de piso pueden ser clavadas en fábrica o en obra.. También de acuerdo al

proyecto es posible prolongar en el largo los paneles dando lugar a aleros, voladizos o balcones en un máximo de 0.80 m.

Los paneles de entrepiso pueden quedar vistos o recibir en su parte inferior un cielorraso que puede ser de tablas machimbradas, paneles de yeso, MDF, etc.

Las instalaciones eléctricas se colocan en su interior uniéndose con la de los paneles verticales.

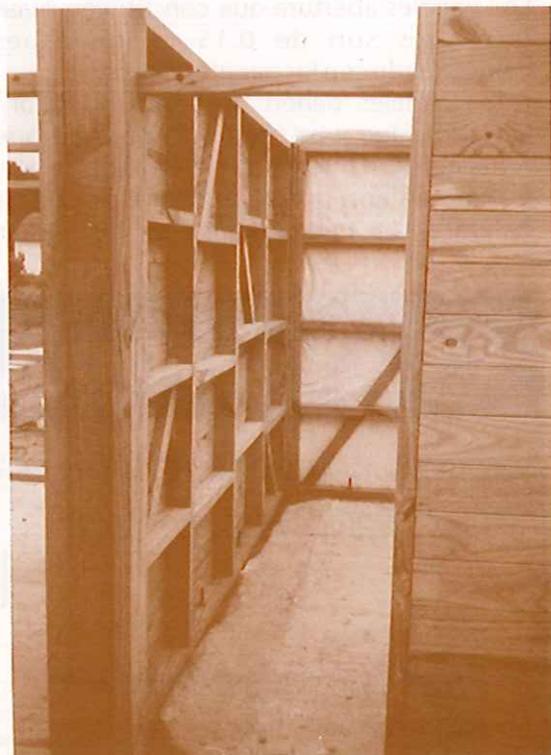
### 3.6 Paneles verticales ciegos y paneles abertura de planta alta.

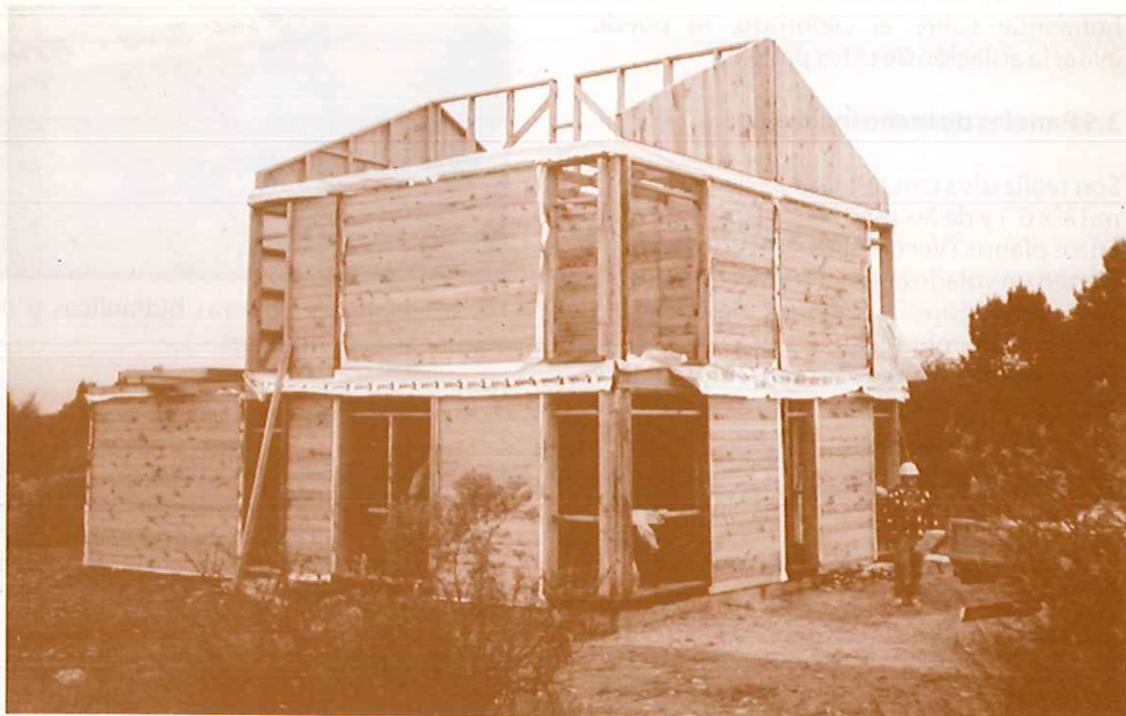
Son iguales a los ya descritos para planta baja y se clavan directamente sobre los paneles de entrepiso teniendo el mismo sistema de unión entre sí.

### 3.7 Paneles de cielorraso.

Se colocan como cielorraso de la planta alta o como cielorraso de planta baja en caso de construcciones en una planta.

Son semejantes a los paneles de entrepiso pero sus medidas son de 0.05 x 0.15 m. (2" x 6").





También pueden ser prolongados para constituir aleros, balcones o voladizos.

Pueden recibir un cielorraso de tablas machimbradas de ½" de espesor o el revestimiento que se opte por más adecuado (paneles de yeso, MDF, madera aglomerada, etc.).

Sobre las tablas se puede colocar la barrera de vapor y la aislación térmica de lana de vidrio o similar.

Si se considera que la bohardilla es accesible, sobre los paneles de cielorraso se colocará un piso de tablas machimbradas de 1" de espesor.

Al igual que los paneles de entresuelo, los paneles de cielorraso llevan babeta de chapa galvanizada.

### 3.8 Paneles frontón y transversales.

Son los paneles que sobre el panel de cielorraso conforman las pendientes del techo inclinado siendo estos quienes reciben los paneles de techo.

Las características de los paneles son iguales a la de los paneles verticales.

Puede evitarse el revestimiento interior.

En caso de realizarse la aislación térmica

**TIENE UNA ENGRAPADORA MARCA "#\*©!!"  
Y NO ENCUENTRA LAS GRAPAS ?**

**NO CAMINE MÁS !! La Casa de la Engrapadora**

*Tenemos grapas para todas las máquinas, cualquiera sea su marca.*



**WILSON FERREIRA ALDUNATE (ex Río Branco) 1171**  
(entre Maldonado y Canelones)

**TELEFONOS: 900 84 88 - 902 40 83**

e-mail: [diproind@netgate.com.uy](mailto:diproind@netgate.com.uy)

horizontal sobre el cielorraso, se puede evitar la aislación de estos paneles.

### 3.9 Paneles de techo inclinados.

Son realizados con escuadrías de 0.05 x 0.15 m. (2"x 6") y de las medidas que se expresan en los planos. (Ver detalles constructivos).

Tienen un volado lateral y frontal de 0.80 m. Los aleros vistos reciben un cielorraso de tablas machambradas.

Estos paneles reciben un entablonado de 1"x 6" sin machimbrar sobre el cual se colocará la aislación hidráulica (cartón asfáltico o membrana tipo Tyvek) y listones de 1 1/2"x 2" para la colocación de la cubierta.

### 3.10 Paneles de techo horizontal.

El sistema prevé que inmediatamente por encima de la viga de amarre se coloque un panel de entrepiso con su correspondiente entablonado a manera de techo horizontal. Con la colocación del entablonado se preverá una pendiente mínima de acuerdo a la cubierta exterior elegida. Se le colocarán



las aislaciones y barreras hidráulicas y de vapor correspondientes.

### 3.11 Cubiertas.

Es posible optar por diversos tipos de cubiertas prefiriéndose las de poco peso como ser chapas galvanizadas, tejas estampadas de chapa galvanizadas, chapas de fibrocemento, etc.

### 3.12 Escalera.

La escalera está conformada por tres tramos armados en fábrica, constituidos por los replanes o descansos y las dos ramas que suben y bajan de ellos.



## 4. ASPECTOS VARIOS

### 4.1 Instalaciones sanitarias.

La instalación sanitaria se conforma mediante un único panel sanitario que incluye dentro de sí todas las cañerías en planos verticales (abastecimientos de agua y de los desagües en paredes).

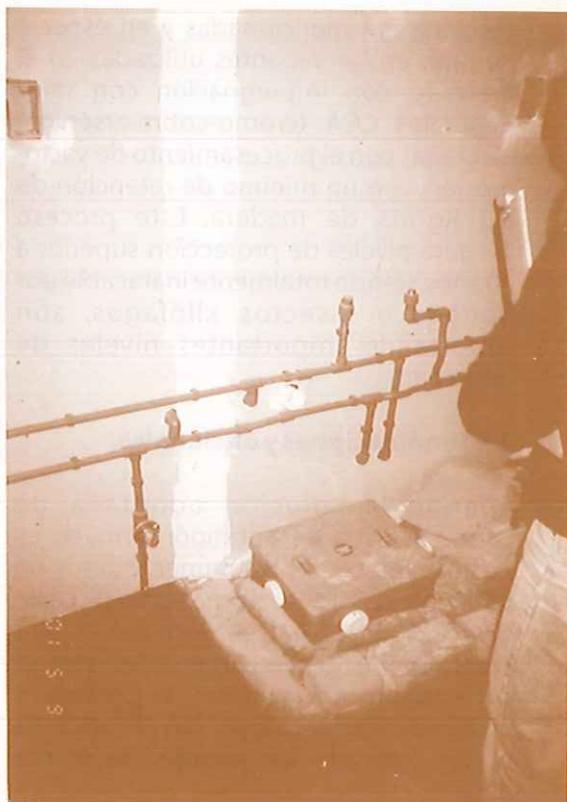
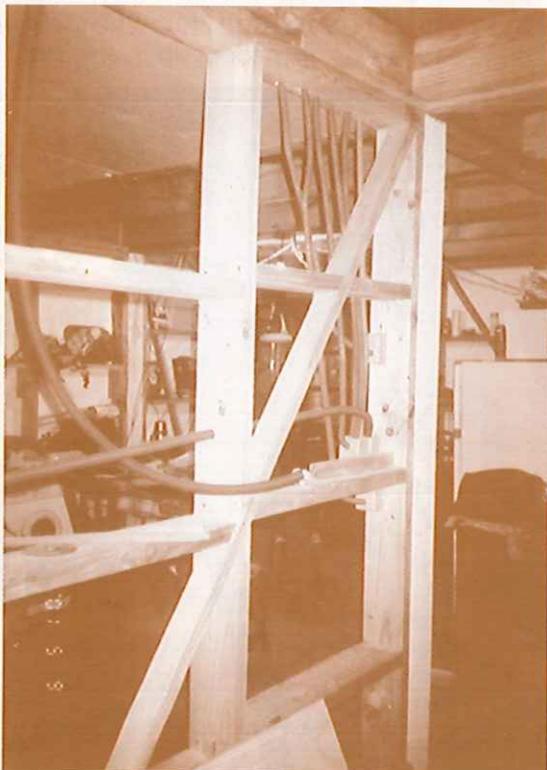
Los desagües en planta baja se realizan embutidos en la losa de hormigón. En planta alta los desagües van colgados del panel de entrepiso y cubiertos con el cielorraso.

Las cañerías de abastecimiento de agua son de polipropileno, y los desagües en PVC.

Está previsto que los paneles sanitarios puedan tener inspecciones por el lado posterior (placard de dormitorio en planta alta y placares de cocina en planta en planta baja).

### 4.2 Instalaciones eléctricas.

La instalación eléctrica se realiza de acuerdo a la reglamentación de UTE, mediante una canalización principal y una derivada de



forma de poder bajar las tomas en los distintos puntos, pudiendo ser este último tramo embutido o aparente. En caso de necesidad por razones de limitación técnica se puede realizar toda la instalación en forma aparente. Se usan materiales antillana y sistemas de protección con llaves y disyuntores térmicos.

### 4.3 Cimentaciones.

El sistema permite que su fundación se realice por cualquiera de los procedimientos que solicite el suelo del lugar de implantación.

### 4.4 Características de la madera.

El estudio que realiza el Instituto de la Construcción de la Facultad de Arquitectura tiende a fomentar el uso de las maderas nacionales en la construcción, básicamente pinos y eucaliptos. Particularmente para este caso el sistema constructivo utilizará en todos sus paneles escuadrías con las

secciones ya mencionadas y en especie de pino en las variantes utilizadas en el mercado con impregnación con sales minerales CCA (cromo-cobre-arsénico) afectadas con el procesamiento de vacío-presión, con un mínimo de retención de 6,3 Kg/m<sup>3</sup> de madera. Este proceso asegura niveles de protección superior a 70 años, siendo totalmente inatacable por hongos o insectos xilófagos, aún soportando importantes niveles de humedad.

#### 4.5 Terminaciones y opcionales.

Cuando la solución adoptada de contrapiso sea de hormigón armado es posible colocar indistintamente pisos de tablas sobre listones de madera o pisos de baldosas de cerámica, Pórtland u otra solución ofrecida en el mercado. Estos se construyen en general a posteriori pudiendo comenzarse tan pronto se hayan colocado los paneles de planta baja.

Los entresijos son de madera de 11/2" x 6" existiendo la posibilidad de realizar una losa flotante de hormigón liviano sobre un contrachapado de madera de 12 mm.

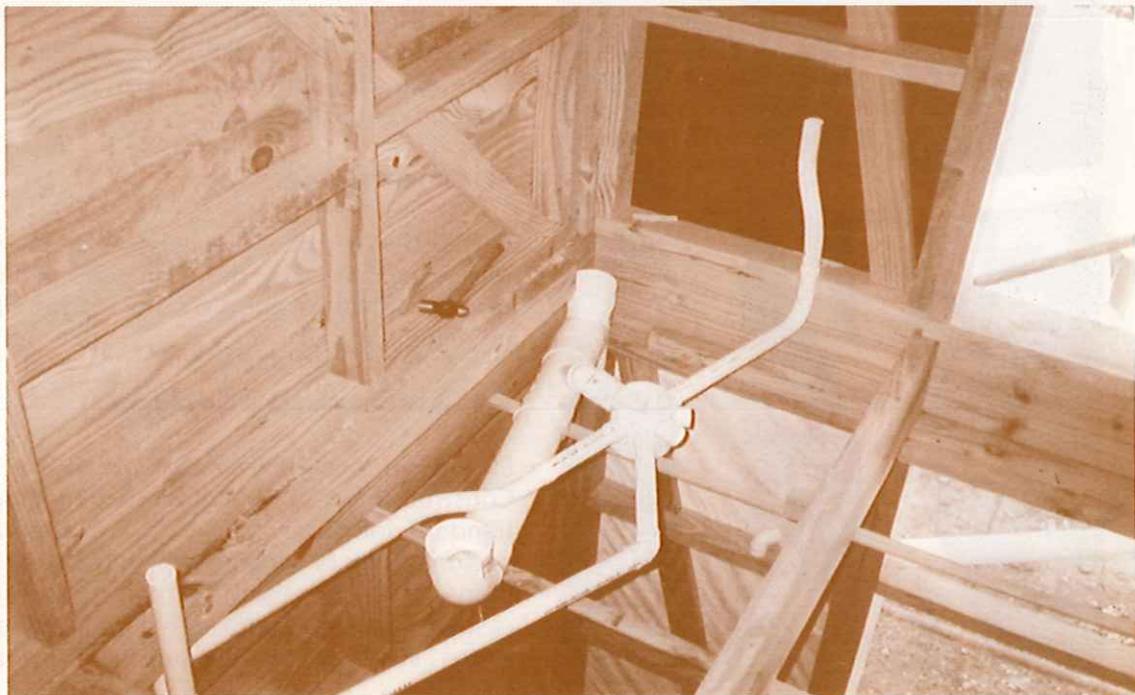
lo cual mejora las condiciones acústicas.

Los baños y cocina se pueden revestir con placas melamínicas pegadas sobre contrachapados rústicos de 12 mm. o placa de yeso resistente a la humedad, otra alternativa es con cerámicos pegados sobre las dos opciones anteriores. Por razones prácticas estos revestimientos deben ser colocados en obra.

Es posible realizar revestimientos interiores en base a tableros de maderas aglomeradas, compensadas o MDF que resultan excelentes para enduir, pintar o empapelar con buenos rendimientos de mano de obra en la colocación por el tamaño de las chapas. Los tableros de yeso también resultan excelentes para revestimientos interiores, para pintar o empapelar, teniendo además un excelente comportamiento acústico y particularmente una gran resistencia al fuego.

Las terminaciones interiores pueden ser en base a empapelados, pinturas o barnices sobre las bases mencionadas anteriormente.

Las terminaciones exteriores pueden ser en base a pinturas o barnices que no forman película. En caso de que las pinturas formen película estas serán del tipo elastoméricas para que acompañen las variaciones dimensionales de la madera sin quebrarse.



## 5. ENSAYO ACUSTICO.

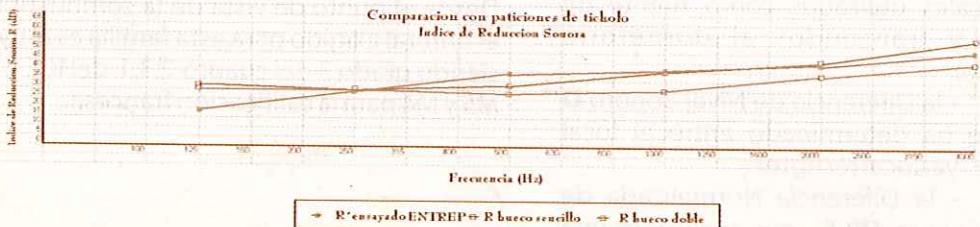
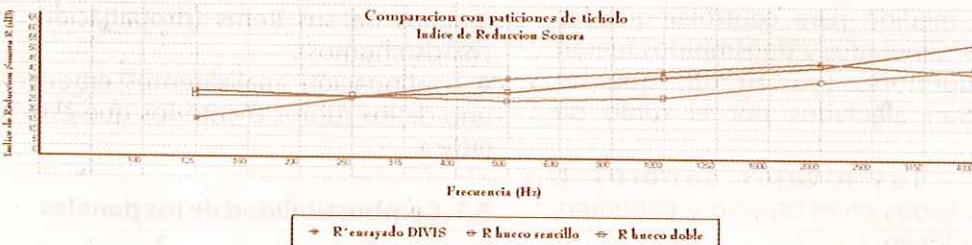
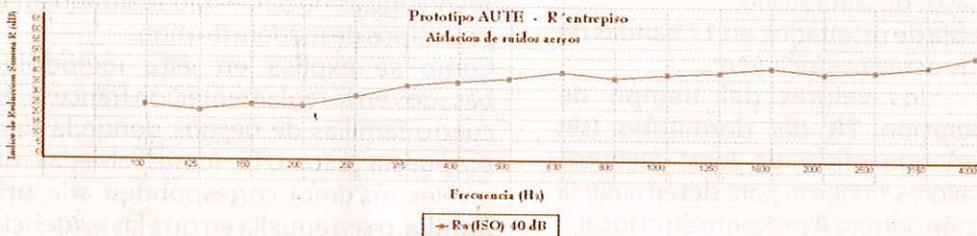
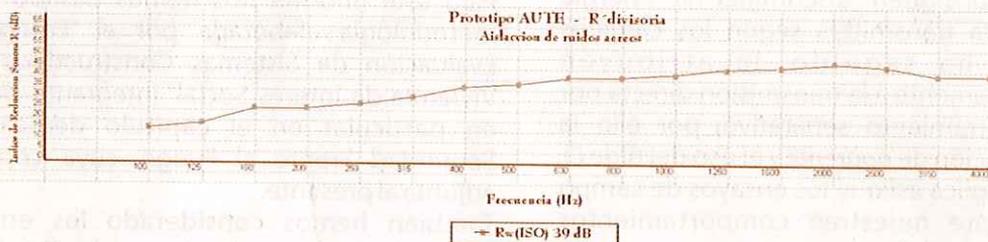
### Evaluación de la transmisión de ruidos aéreos.

Informado por la Cátedra de Acondicionamiento Acústico. Arq. J. Hakas.

En el día 20/8/96 realizamos un ensayo acústico en el prototipo de vivienda de madera proyectado por los técnicos de la Fac. de Arquitectura (ICE) y construido en Rincón del Bonete. Se estudió la transmisión sonora de ruidos aéreos entre dormitorios de planta alta, y entre el recinto cocina-comedor de planta baja y el dormitorio de planta alta situado encima.

Este ensayo, realizado de conformidad con la ISO 140/IV permitió determinar el comportamiento aislante de la partición entre dormitorios de Pa. y el del entrepiso, respecto a los ruidos aéreos.

Los resultados se reseñan en los gráficos 1 y 2 y en la tabla que siguen. Los gráficos muestran el *Indice de Reducción Sonora aparente R'* en bandas de **tercio de octava** de ambos cerramientos. Como resulta útil, a efectos comparativos y normativos, resumir en un número único el comportamiento aislante de un cerramiento, se ha determinado, siguiendo normas ISO, el *Indice Compensado de Reducción Sonora R'w*, un



valor representativo del mismo. Asimismo, a partir de la información obtenida, se calcularon los valores de **R'** en bandas de **octava** y el descriptor **R'** en **DbA**, con el propósito de facilitar comparaciones con normas y datos expresados en estos valores.

La transmisión del sonido se realiza por la vía directa a través del cerramiento separativo de los locales y también por diversos caminos *indirectos* que no involucran al cerramiento. Mientras que los ensayos en laboratorio minimizan radicalmente la transmisión por vías indirectas, los ensayos de campo (como el presente) no lo pueden hacer, y como no consiguen discriminar la energía sonora transmitida según los caminos que ha seguido, la atribuyen enteramente a la transmisión directa por el cerramiento separativo; por ello la apelación de *aparente* y el uso del tilde ('). Se explica así que los ensayos de campo siempre muestren comportamientos aislantes de los cerramientos peores que los ensayos de laboratorio.

En la tabla de resultados, en 17 bandas de tercio de octava, se incluyen:

- los valores del tiempo de reverberación **TR** del dormitorio (sin equipar) que ofició de local receptor. Estos valores sirvieron para determinar la Absorción Sonora **A** presente en el local.

- el nivel sonoro **L** del ruido de fondo, medido para controlar que los niveles generados y transmitidos fueran tan superiores ( $> 10$  dB) que no resultaran afectados por el ruido de fondo.

- los niveles sonoros **L** promediados en el espacio y el tiempo, generados en los locales utilizados como fuente de ruido y transmitidos al dormitorio receptor.

- la Diferencia de Nivel Sonoro **D** que se ha determinado entre el local fuente y el local receptor.

- la Diferencia Normalizada de Nivel Sonoro **D0,5** que incorpora una

corrección que toma en consideración que en las viviendas normalmente equipadas y amuebladas se constata un tiempo de reverberación de 0,5 s en todas las frecuencias.

- el Índice de Reducción Sonora aparente **R'** que se ha evaluado a partir de los valores de **D** la superficie del cerramiento separativo y la absorción **A** en el receptor.

- el Índice **R'** en bandas de octava, calculado a partir de los datos precedentes.

- el valor global del índice **R'** ponderado en **dB A**.

## EVALUACION DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO

Para este informe nos hemos basado en la metodología elaborada por el "Equipo de Evaluación de Sistemas Constructivos para Vivienda de Interés Social" integrante del ICE, en particular en el capítulo dedicado a Seguridad Frente al Fuego, cuya copia se adjunta al presente.

También hemos considerado los ensayos realizados por el Instituto de Pesquisas Tecnológicas de San Pablo realizado en base a prototipos de madera de pino.

Como se explica en esta metodología y basados en la reglamentación francesa, existen cuatro familias de riesgos donde la tipología propuesta para UTE (casas aisladas de dos niveles máximo) corresponden a la **primera familia**, o sea aquella en que las exigencias son menores por presentar el menor riesgo en muchos de sus ítems (propagación, escape, colapso, humos).

A continuación analizaremos entonces cada uno de los rubros o criterios que este trabajo indica:

### 6.1. Combustibilidad de los paneles

Desde el punto de vista de la combustibilidad el umbral exigido para esta familia es muy bajo, siendo grado 3 del cuadro 2.3.1. del ICE y entre M5 y M4 para la calificación francesa..

## Las ventajas del uso de Madera Laminada

La madera laminada ha permitido ampliar la gama de usos de la madera en donde se resaltan sus cualidades estéticas, físico-mecánicas y de durabilidad. Por otra parte, ha permitido la producción de elementos estructurales de forma, tamaño, funcionalidad y creatividad no logrados con la simple madera maciza, e incluso, con materiales tradicionales.

La madera laminada es un producto compuesto por piezas de madera maciza unidas con un adhesivo. La madera puede ser en forma de chapas o en forma de tablas. En la madera laminada cada uno de los componentes se alinea en tal forma que el grano o las fibras quedan dispuestas en sentido paralelo, a diferencia de la madera terciada, en la cual cada capa se entrecruza en ángulo recto.

Inicialmente se unieron piezas pequeñas de madera para fabricar laminados destinados a partes de muebles o artículos deportivos pero actualmente, se lamina madera para uso estructural, especialmente para grandes construcciones. Iglesias, gimnasios, hangares, fábricas, bodegas, coliseos cubiertos, puentes, edificios, son entre otras, las obras más comunes.

Los elementos laminados estructurales se diseñan para cubrir grandes luces y soportar grandes cargas, por eso su forma puede ser curva o rectilínea y su sección transversal usualmente tiene forma rectangular.

### El Proceso de Fabricación de las Vigas Laminadas

Entre las múltiples posibilidades industriales de la madera laminada se encuentran las vigas laminadas, es decir, aquellos elementos resistentes cuya principal aplicación se encuentra en techos, puentes y otras porciones estructurales de edificios como torres y construcciones marinas. Las maderas más utilizadas son coníferas como pinos (*Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*, *Pinus pátula*, y pinos del sur), Douglas-fir y redwood, también se utilizan maderas duras como los robles. La homogeneidad de la madera es muy importante para disminuir esfuerzos internos

sobre todo cuando la viga queda expuesta a los cambios de humedad del medio ambiente. Por lo tanto, la viga se deberá fabricar con madera de la misma especie o de especies de similares características de contracción. Así mismo, las tablas deberán tener el mismo rango de contenido de humedad y, en lo posible, el mismo patrón de aserrado para evitar esfuerzos internos que resultan en cambios de forma o agrietamientos.

Como para cualquier otro proceso industrial la madera se asierra en forma de tablas a un mismo espesor, entre 2 a 3 centímetros, se seca por medios tradicionales, a un contenido de humedad un poco menor al correspondiente a la humedad de equilibrio del lugar en donde se va a utilizar. Si la estructura va a quedar expuesta a condiciones de alta humedad o al ataque de agentes patógenos, sería aconsejable aplicar a las tablas un proceso de inmunización por inmersión o vacío presión según necesidad.

Posteriormente, se somete cada tabla ya seca a una clasificación estructural por medios mecánicos o por apreciación visual. Es probable que en la misma tabla haya porciones de diferentes calidades resistentes, en cuyo caso, se procede a seccionarlas y agruparlas según su capacidad estructural. Las tablas o secciones de tablas de un mismo grado estructural se ensamblan en tiras largas de tal forma que cada tira tiene similares características resistentes.

Los ensambles longitudinales se hacen por el sistema de finger joining.

Definidas las características de las vigas, tanto en su forma como en lo largo, ancho y espesor se procede a preparar las láminas a ensamblar. Las superficies, tanto de los cantos como de las caras de las tablas, deben ser lisas y uniformes para permitir una buena adherencia entre ellas.

Al mismo tiempo, se prepara el pegante o adhesivo según las recomendaciones del fabricante y el tipo de uso de la estructura, es decir, bajo techo o a la interperie. Los adhesivos más utilizados para condiciones bajo techo son aquellos con base en urea formaldehído. Sin embargo, la cola más utilizada es el resorcinol formol porque es neutra a agentes químicos, resistente al fuego e insensible a la humedad después del encolado. Exige madera con un

contenido de humedad inferior al 12 por ciento y superficies muy uniformes.

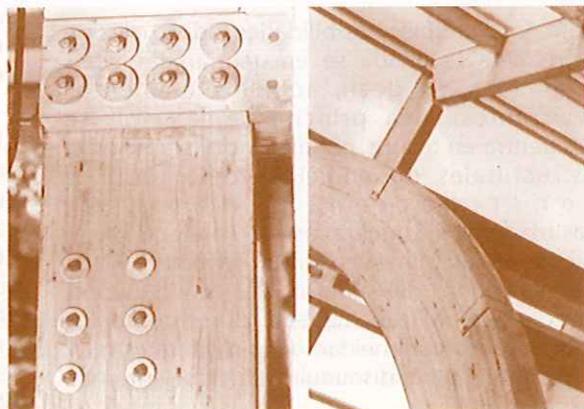
La aplicación de la cola, aunque antes se hacía manualmente, se aconseja hacerla por medios mecánicos para asegurar una distribución uniforme y homogénea sobre cantos y caras de cada lámina. El prensado se hace con prensas manuales, hidráulicas o neumáticas. Para favorecer el fraguado de la cola, la formación y prensado de la viga se hace en cuartos climatizados entre 20 y 40 grados centígrados. La duración del prensado depende del tipo de pegante utilizado, de las dimensiones de la viga y la temperatura y humedad del medio ambiente. Se debe procurar un prensado uniforme y una presión constante durante el tiempo de fraguado de la cola.

El acabado de la viga consiste en un pulido de las superficies para retirar los residuos de la cola y dar uniformidad. En muchos casos se aplican inmunizantes, generalmente óleo solubles, los cuales tienen además, un efecto de impermeabilización. Finalmente se aplican productos de acabado como barnices y lacas.

### Las ventajas de la madera laminada

A continuación se presenta un listado de algunas ventajas de estos elementos estructurales, ya que un listado mas completo depende de su imaginación y de aplicaciones mas específicas.

- **Economía:** Estos elementos permiten cubrir grandes luces sin necesidad de paredes interiores o columnas. Además, son elementos decorativos que evitan acabados costosos como falsos techos.
- **Seguridad ante situaciones eventuales de incendios, sobrecargas o movimientos telúricos:** Por su sección transversal relativamente grande se queman muy lentamente y resisten la penetración del calor porque forman una capa superficial de carbón, de tal manera que conserva su resistencia mecánica. A su vez, en comparación con otros materiales no se expande o deforma con el calor. Las vigas laminadas por su capacidad de resistir sobrecargas y absorber cargas de impacto son muy seguras ante vientos fuertes y terremotos.
- **Durabilidad:** Siempre y cuando el diseño y la construcción hayan observado los principios básicos de protección contra la humedad, la pudrición y el ataque de insectos. Muchas maderas gracias a su propia durabilidad natural se han mantenido en servicio por siglos. Para aumentar tal durabilidad existen productos y tratamientos preservantes muy eficaces.
- **Facilidad de instalación:** Ya que estos elementos son prefabricados en las plantas procesadoras y llegan a la obra listos para ser colocados. Su instalación se hace con mano de obra local o con la ayuda de grúas o implementos manuales.
- **Resistencia química de la madera** ya que esta se considera inerte y por lo tanto no sufre cambios químicos ni deterioración en condiciones normales de trabajo. La madera es resistente a ácidos, óxidos y otros agentes corrosivos. Por eso su mayor aplicación en Francia es en construcciones agrícolas e industriales.
- **Propiedades físicas y mecánicas únicas:** Por ejemplo, su resistencia le permite absorber choques o golpes que podrían romper o quebrar otros materiales. La madera puede resistir cargas repetitivas sin fatigarse ya que su límite está por encima de los niveles de esfuerzo normales de diseño. Además, posee excelentes cualidades de aislamiento térmico y eléctrico y bondades acústicas especiales. Los acabados permiten realzar sus texturas, veteados y colores. Una viga laminada en madera es en promedio cinco veces más liviana que una en concreto.
- **Grandes luces** hasta de 100 metros han sido cubiertas con vigas laminadas curvas en forma de arco, parábolas o cúpulas. Técnicamente aun sería posible cubrir luces mayores siempre y cuando se garantice una adecuada repartición de cargas en los cimientos.
- **Eficiente utilización de recursos naturales** ya que



las laminas agrupadas según su resistencia son todas utilizadas en la misma viga. Las de mayor resistencia se colocan en las áreas de alto esfuerzo y las otras hacia el centro donde los esfuerzos son menores. Esta distribución garantiza abastecimiento permanente de materia prima, la cual por otra parte, proviene de un recurso natural renovable con un inmenso potencial industrial.

- Ahorro de consumo de energía, ya que para convertir madera desde su estado de materia prima a un producto listo para el consumo industrial requiere menos combustible que cualquier otro material comparable en la industria de la construcción. La producción de una tonelada de madera requiere cerca de 430 kilowatios hora de electricidad o su equivalente, mientras que la producción de una tonelada de acero necesita 2.700 KWH y una tonelada de aluminio 17.000 KWH de electricidad.
- La tecnología de la madera laminada esta a disposición de los constructores e industriales en forma de guías practicas, especificaciones técnicas y manuales especializados.

Las desventajas de la madera laminada dependen todas de la inadecuada fabricación, el diseño constructivo y el mantenimiento. Estas desventajas tienen que ver, mas que todo, con la higroscopicidad de la madera que facilita la emigración del agua desde los extremos de las vigas favoreciendo las manchas y ataque por hongos.

### El potencial de la madera laminada:

El límite en la utilización de elementos laminados está en la mente creativa de los diseñadores, ellos

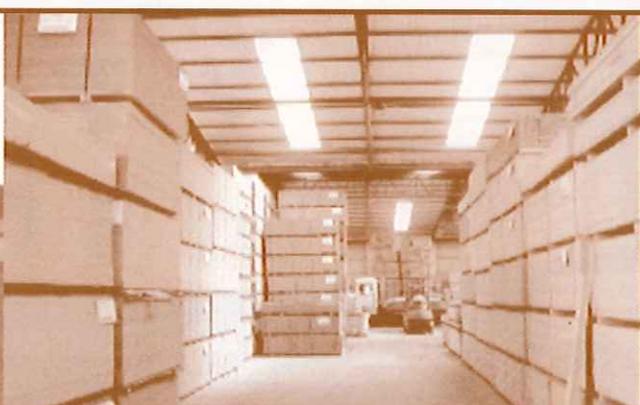
encuentran en este material infinitas alternativas para cubrir grandes áreas en una forma rápida y económica. La versatilidad del material permite lograr diseños rectilíneos con formas geométricas simples adecuados para sistemas múltiples de almacenamiento o edificios de varios pisos. Las formas curvas tipo tódor permiten formar en un solo elemento las columnas y las vigas de techo. El sistema gótico se puede lograr con arcos seccionados fáciles de fabricar, transportar e instalar ya que se unen con acoples metálicos.

Las mayores limitaciones, en el caso de Colombia, se encuentran en la industria maderera, en las especificaciones de las carreteras y en la falta de conocimiento de los constructores respecto a las ventajas y posibilidades de estos materiales constructivos.

El consumo de madera aserrada anualmente alcanza un promedio superior a los 80.000 metros cúbicos en Francia solamente.

Por otra parte surgen también inconvenientes relacionados con la falta de una oferta de madera de buena calidad y características homogéneas, con la iniciativa empresarial y con el desarrollo tecnológico del sector industrial maderero.

Pero además del uso estructural, la madera laminada también tiene su espacio en el uso decorativo de fachadas y en interiores en escaleras y similares.



MASISA, BPB PLACO, CARBORUNDUM, INROTS, MADEZAPI TRANSPINHO, INDUSTRIA QUÍMICA LLANA, FANAQUÍMICA, CIA ARGENTINA DE ENCHAPADOS.

# Maderas Gabycar



El mayor stock de maderas nacionales e importadas en todas las medidas.

Insumos para carpintería: máquinas, lijás y adhesivos. Equipamiento para cocinas, escritorios, placares.

Aberturas, herrajes, tabiques y molduras.

Atención personalizada en nuestros dos locales y un Departamento Profesional especializado en la atención a arquitectos, constructores y decoradores.

## Fenólicos y Paneles Estructurales OSB



## Maderas Macizas y Tiranería



## Aglomerados y MDF Melamínicos



## MDF Aglomerado Rústico



## Revestimiento, Piso, Pared y Cielo Raso



## Aglomerados Enchapados, Placas y Compensados



Cotizaciones y Pedidos



Asistencia Técnica



Optimización de cortes



Colocación de Tapacantos



Entrega y Carga de Productos



Entrega Programada



Stock Permanente



Cortes a Medida



Atención Telefónica



Ventas:  
**Domingo Aramburú 1668 - Tel.: 200 2068**  
Dpto. de Atención a Arquitectos, Constructores y Decoradores  
**Burgues 3320 - Tel.: 200 40 22**  
e-mail: [profesionales@gabycar.com](mailto:profesionales@gabycar.com)

**Outlet de Maderas: Los Tanjerinos 189**  
**www.gabycar.com**

