



productos

# Madera aserrada estructural de elondo

La experiencia de Pavimentos Arrondo, S.A.



GUILLERMO ÍÑIGUEZ GONZÁLEZ  
INGENIERO DE MONTES  
[INIGUEZ@INIA.ES](mailto:INIGUEZ@INIA.ES)

JUAN IGNACIO FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO  
DR. INGENIERO DE MONTES  
FERNANDO PERAZA SÁNCHEZ  
DR. INGENIERO DE MONTES

## Historia y tradición

Pavimentos Arrondo, S.A. es una empresa familiar que comenzó su actividad en 1935. D. Juan Arrondo Apaolaza, su fundador, se estableció en el caserío Oñatibia de Gabiria (Guipúzcoa) con una sierra de carro y varias máquinas de carpintería. En 1954 se incorporó a la actividad su hijo D. Juan José Arrondo, actual gerente, manteniendo la carpintería y serrería, y especializándose cada vez más en la carpintería de construcción. En 1971, se ampliaron sus instalaciones con una nueva línea de aserrado de madera tropical, se instalaron unos secaderos con una capacidad total de 500 m<sup>3</sup>, se construyeron 6.000 m<sup>2</sup> de naves destinadas a la fabricación y almacenaje de productos, y se crearon

los actuales 10.000 m<sup>2</sup> de parque. Por aquel entonces, la plantilla llegó a estar compuesta de unos 80 empleados. En 1973, se transforma jurídicamente en "Pavimentos Arrondo, S.A.", especializándose de manera exclusiva en la fabricación e instalación de pavimentos de madera maciza, tanto en tarima como en parquet. La empresa cuenta con tecnología punta en el proceso de transformación, así como, diferentes certificados de calidad para sus productos. Poseen el Sello AITIM de Suelos de Madera de tarima y parquet para el elondo (principalmente) y también para el roble, jatoba, doussie, merbau, aloma, iroko, teka o sukupira (estas últimas representan menos del 5 % de la producción total y además, se compran ya aserradas). En la actualidad, trabajan unas 16 personas en el aserradero y fábrica, siendo un total de 32, incluyendo los equipos de montaje y el personal administrativo y comercial. Dentro de la plantilla se encuentran

actualmente dos de los hijos del actual gerente, continuando de esta manera con la tradición y buen hacer de esta empresa "familiar".

## Madera aserrada estructural de elondo

En el año 1996, Pavimentos Arrondo, S.A. comenzó también a fabricar piezas y elementos estructurales en madera de elondo para forjados, cubiertas, pérgolas, etc. Es de reseñar, que esta producción se realiza siempre bajo pedido y de acuerdo a proyecto. El 9 de febrero de 2004 obtuvieron el Sello de Calidad AITIM de Madera Aserrada Estructural nº 21 - 03 para la madera de elondo. En total, se procesan anualmente unos 6.000 m<sup>3</sup> de madera en rollo con corteza de elondo (cifras del año 2003), destinados a elementos estructurales, y a parquet y tarima. De ellos, 1.400 m<sup>3</sup> se utilizaron para viguería, con un rendimiento del 50 %. Cabe señalar que en los últimos tiempos, se ha producido un incremen-



to en la demanda de este producto (madera aserrada estructural). Pasando de los 200 – 300 m<sup>3</sup> en los años 2000 y 2001, a los 400 m<sup>3</sup> en el año 2002 y a los 700 m<sup>3</sup> en el 2003. En 2004 la producción fue de 950 m<sup>3</sup> y en 2005, de 1260 m<sup>3</sup>.

La madera de elondo, que representa el 95 % de la materia prima que hoy día esta empresa procesa, se comenzó a aserrar en Gabiria en el año 1963. Ésta llega en rollo al aserradero procedente de Guinea y Camerún, anteriormente también se traía de Costa de Marfil.

La madera se transporta en barco desde los países de origen hasta el puerto de Pasajes, desde donde se lleva en camión hasta el aserradero, que dista aproximadamente unos 60 km del puerto. La compra de madera se realiza directamente a empresas holandesas o belgas, que explotan y exportan la materia prima desde los países de origen.

Pavimentos Arrondo, S.A. es una empresa muy concienciada con los temas medio ambientales, y de forma particular, con la procedencia de la madera de elondo con la que trabaja. Sus suministradores disponen del certificado OLB (Origine et Légalité des Bois - Origen y Legalidad de la madera) emitido por el representante del Programa Responsable OLB, por el responsable de la entidad certificadora BVQI, y por el representante de la empresa suministradora de madera de elondo.

Asimismo, sus suministradores han realizado una primera auditoria para el FSC (Forest Stewardship Council - Consejo de Administración Forestal), que junto con el sistema PEFC (Pan-European Forest Council - Certificación Forestal Paneuropea), supervisan la certificación de la madera procedente de bosques correctamente gestionados. La madera que se obtiene de esos bosques se denomina "madera certificada", y se incorpora al circuito de la industria de la madera como un producto con un valor añadido muy alto.



Pavimentos Arrondo, S.A. está agilizando los trámites para cumplir de forma voluntaria con este requisito, en su política de adelantarse a las futuras exigencias de los mercados.

*Nota: Se entiende por Gestión Forestal Sostenible la administración y usos de los bosques y montes, de manera y en tal medida, que mantengan su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y potencial actual de cumplir, ahora y en el futuro, funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes a escala local, nacional y global sin causar daños a otros ecosistemas.*

## Proceso productivo

La madera de elondo se compra con corteza, pero no es necesario realizar el proceso industrial de descortezado, común para otras especies maderables, por desprenderse ésta con facilidad una vez apeado el árbol, llegando en muy poca cantidad a la sierra.

La madera en rollo se corresponde

con la calidad LM (1ª calidad), definida para madera en rollo tropical. Los diámetros en el patio de apilado varían desde 70 a 120 cm. Y antes de entrar en el proceso de transformación, se verifica su calidad y se procede a su cubicación.

La sierra de cinta empleada es monocorte (corta sólo en el sentido de avance), y aunque las longitudes normales de aserrado no pasan de los 7 m, tiene la posibilidad de aserrar piezas de hasta 10 m de longitud. De cada una de las trozas se sacan piezas para:

- elementos estructurales, para ello se elimina la zona central del tronco y se emplean exclusivamente las partes obtenidas de madera de duramen, asegurándose con ello la obtención de madera de la mejor calidad
- tarima y parquet, partes mixtas de albura-duramen, y partes de duramen con dimensiones menores a las



requeridas para piezas estructurales

Un operario a pie de carro, va clasificando y seleccionando visualmente las piezas de uso estructural y ayudando al galerista en las operaciones de volteo y selección del corte. El resto de piezas obtenidas en el aserrado se transportan mediante mesas de rodillo a las sierras múltiples: desdobladoras y canteadoras, de las que se obtendrán tablas para la producción de tarima y parquet.

Las piezas estructurales que salen de la sierra principal - carro, pasan directamente al final de la nave de aserrado donde se acopian. Aunque el aserradero posee 5 secaderos, con una capacidad total de 500 m<sup>3</sup>, éstos se emplean únicamente para la madera de tarima y parquet.

Las piezas estructurales se apilan en el mismo patio de aserrado y a la intemperie. Del patio, o directamente desde la sierra, se trasladan a otra nave donde se ejecutan las labores de acabado como puede ser el cepillado. Por ello, ha de considerarse que la madera estructural que se comercializa es en verde (contenido de humedad de la madera > 30 %). En la cepilladora se encuentran dos operarios, uno de ellos, el que está colocado a la salida de la máquina, es el que se encarga de hacer la clasificación visual estructural de cada pieza; marcando cada una de las piezas con la etiqueta

correspondiente a sus dimensiones nominales y a su grado de calidad, todo ello, conforme al Reglamento del Sello de Calidad AITIM. De esta manera, se certifica que el producto terminado cumple con los requisitos de máxima calidad para un producto de uso estructural.

**Las escuadrías nominales más habituales son:**

- **Vigas:**
  - Escuadrías: 200 x 200; 200 x 250; 250 x 250; 250 x 300 mm
  - Luces: 6 - 8 m, hasta 10 m en algún pedido.
- **Pares:**
  - Escuadrías: 120 x 120; 140 x 140; 150 x 150 mm
  - Luces: 6 - 7 m, aunque suelen dividir las piezas en dos partes de 3 - 4 m (unión a media madera).
- **Pilares:**
  - Escuadrías: 250 x 250; 300 x 300 mm

### Clasificación estructural

La madera aserrada de elondo no disponía de una norma específica de clasificación visual estructural, por lo que se tuvo que realizar un estudio específico para la madera que procesa Pavimentos Arrondo, S.A.

Los ensayos de caracterización de la madera se realizaron en el Laboratorio de Estructuras de Madera del INIA (Unidad Conjunta AITIM - INIA), utilizando el método de ensayo descrito en la norma UNE EN 408 "Estructuras de madera. Madera maciza y madera laminada encolada. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas".

Es de reseñar el interés y el esfuerzo personal y económico, que la empresa demostró en todo momento para que

este tipo de estudios se desarrollasen sobre su producto. Con la idea en todo momento, de conocer al máximo el material y garantizar sus prestaciones frente al usuario.

Se ensayaron 40 vigas (200 x 250 x 5000 mm) y 42 cuadrillos (80 x 80 x 1600 mm) de dos procedencias distintas: Guinea y Camerún, obtenidas siguiendo la metodología habitual de aserrado que se emplea en la fábrica.

**Los resultados totales obtenidos fueron los siguientes:**

Densidad característica **767 kg/m<sup>3</sup>**

Resistencia característica flexión **43,1 N/mm<sup>2</sup>**

Módulo de elasticidad medio **18.832 N/mm<sup>2</sup>**

Los resultados de los ensayos permitieron asignar a la madera de elondo la clase resistente D40, de acuerdo con las normas UNE EN 384 "Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y densidad" y UNE EN 338 "Madera estructural. Clases resistentes".

Asimismo, se elaboró un protocolo específico de clasificación visual estructural, en la que se tuvieron en cuenta las singularidades presentes en este tipo de madera (nudos, desviación de la fibra, etc.). Como documento de partida para la redacción de este protocolo se utilizó la norma británica BS 5756 "Specification for visual strength grading of hardwood".

Respecto al tema de los ensayos, destacar que las piezas de elondo a estudiar tenían un gran peso (hasta 250 kg las más grandes), por lo que el movimiento y posicionamiento de las vigas en los análisis previos y en la máquina de ensayo requirió de gran ingenio. Sobre este punto, hay que destacar la pericia y eficacia de D. Rafael Díez, Director Técnico del Laboratorio de Maderas del INIA. Y de igual manera, el trabajo de los Técnicos de Laboratorio, D. Gabriel Aristizabal y D. Ramón García.

### Propiedades de la madera de elondo

La madera de elondo procede de un grupo de especies del género



*Erythrophleum* sp., con propiedades físico mecánicas similares. Algunos de sus nombres botánicos son *Erythrophleum ivorense* A. Chev.; *Erythrophleum suaveolens* Brenan.; *Erythrophleum micranthum* Harms.; *Erythrophleum guineense* G. Don. Y sus nombres comerciales más utilizados: elondo, tali, elon, roble africano, missanda, etc.

Estas especies proceden del Oeste, Centro y Este de África Tropical. *E. ivorense* crece en el bosque húmedo de Guinea, Gabón y Congo, formando extensas masas. *E. suaveolens* se desarrolla en las áreas montañosas semi-húmedas, y se encuentra en la sabana guineana y en la franja que va desde Gambia y el norte de Kenia en el Este, hasta Mozambique en el Sureste y hasta la República Democrática del Congo en el Suroeste.

Sus masas forestales son importantes, y su producción y exportación escasas o casi despreciables.

El color de la madera de albura varía del blanco-amarillo al blanco-rosáceo, y el del duramen, del pardo-amarillento al pardo-rojizo, que se va oscureciendo en función de su exposición a la luz. La madera de albura está claramente diferenciada y en la madera en rollo tiene un espesor únicamente de 3 a 6 cm. Los anillos de crecimiento son poco visibles y cuando son anchos están subrayados por una veta fina de color marrón. La fibra es muy entrelazada y el grano es grueso.

En presencia de humedad se han observado ataques recíprocos de la madera y del hierro. Los elementos de unión de hierro (pernos, tornillos, etc.) tienen el peligro de perder su resistencia al cabo de algunos meses. Es una madera que resiste bien los ácidos minerales diluidos.

El polvo de aserrado y mecanizado puede causar irritaciones en las vías respiratorias, mucosas y la piel de algunas personas.

Es una madera medianamente nerviosa, sus coeficientes de contracción



unitarios son 0,25 - 0,33 en la dirección tangencial, y 0,14 - 0,20 en la dirección radial; es dura y pesada ( $890-960 \text{ kg/m}^3$ )

Su encolado es delicado y sólo se recomienda para aplicaciones de interior. El clavado y atomillado presentan dificultades debido a su dureza, siendo necesario realizar taladros previos. Antes de aplicar los productos de acabado es necesario realizar un tratamiento previo con tapaporos.

La madera está clasificada como muy resistente frente a la acción de los hongos, no atacable por los líctidos, muy resistente a las termitas y resistente a los xilófagos marinos. La madera de duramen es poco impregnable.

Habitualmente se utiliza en carpintería exterior, carpintería interior (suelos), carpintería de armar, obras hidráulicas: construcciones portuarias, postes, puentes en contacto con el suelo o el agua, traviesas, muebles de jardín, tornería, etc.

A título anecdótico se comenta que la infusión de su corteza, que es muy venenosa (digitalina), se utilizaba como brebaje de prueba para hacer justicia, al superviviente se le consideraba como inocente de la acusación.

## Agradecimientos

D. Juan José Arrondo, Gerente, D. Valentín Fernández, Comercial y Responsable de Calidad y D. José Antonio Elosegui, Responsable de Producción de elementos estructurales, todos ellos de la empresa Pavimentos Arrondo, S.A.

## Bibliografía

- BS 5756 (1997). Specification for visual strength grading of hardwood.
- EN 384 (2004). Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y densidad.
- EN 408 (2003). Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas.
- Guindeo, A., García, L., Peraza, F., Arriaga, F., Kasner, C., Medina, G., Palacios, P. y Touza, M. (1997). Especies de maderas para carpintería, construcción y mobiliario. AITIM, Madrid, Spain.
- Fiche Technique du Tali (1977). Bois et Forêts des Tropiques, n° 176, nov.-dec. 1977, 17-31.
- Van de Kuilen, J-W. G., Ravenshorst, G. J. P. (2002). Bending strength and stress wave grading of (tropical) hardwoods. Workshop: Probabilistic Modelling in Reliability Analysis of Timber Structures. Cost E24. ETH Zurich. Switzerland.