

## NOTA TÉCNICA

---

### PISOS DE MADERA

Ing. Guillermo González Trejos<sup>1</sup>

#### Resumen

Con el propósito de conocer las posibilidades de utilización de melina (*Gmelina arborea*) para pisos, se realizaron algunos ensayos específicos para pisos de madera, siguiendo las recomendaciones ofrecidas por ASTM (Norma D-2394). Los ensayos efectuados fueron los siguientes: a) resistencia del piso a golpes fuertes o golpes de impacto, b) resistencia del piso a cargas concentradas y c) resistencia al agujereado (simulación de las cargas puntuales producidas por los tacos delgados de zapatos). Los resultados fueron comparados con los obtenidos con probetas de pisos de surá (*Terminalia oblonga*) especie bien conocida y utilizada en Costa Rica para la elaboración de pisos.

Mediante esta parte del estudio se pudo determinar que a pesar de que la melina que es una especie moderadamente liviana con un peso específico básico de 0.40, y por lo tanto de una dureza relativamente moderada, posee buenas características para ser utilizada para la elaboración de pisos, pues tiene una buena resistencia al impacto, alta flexibilidad, y alta resiliencia.

También dentro de este mismo estudio, se ensayaron probetas de piso para exteriores tipo "deck". Después de 7 meses de exposición a la intemperie se puede adelantar que las probetas de deck de melina sin ningún tratamiento muestran que, aun y cuando el color inicial de la madera ha sido afectado por la acción de los rayos ultravioleta, tornándose a un color plateado grisáceo, la madera no muestra ninguna señal de ataque de hongos ni insectos. Tampoco muestra alabeos, torceduras, grietas, rajaduras ni ninguna otra deformación significativa. Por otra parte, en la probeta acabada con el poliuretano, la capa del barniz se encuentra en perfecto estado, no mostrando señales de deterioro, por lo que aparentemente existe un buen comportamiento de este tipo de acabado para melina y lo más importante que se mantiene con el tiempo.

**Palabras clave:** Melina (*Gmelina arborea*), pisos, ensayos mecánicos, "decks", acabados, resistencia a la intemperie.

#### Abstracts

In order to know the possible utilization of melina (*Gmelina arborea*) wood for flooring, specific tests were conducted, following reconditions given by ASTM (Standard D-2394). Tests were as follows: a) falling-ball indentation, b) floor surface indentation from small area loads and c) concentrated loading. Results were compared with those obtain with floor specimens made out of surá (*Terminalia oblonga*) a well known wood use for flooring in Costa Rica.

With this part of the study it was possible to find that nevertheless, melina is a moderately light wood with a specific gravity of 0.40, and moderately hard as well, melina has good characteristics to be used in flooring, since it has a good resistance to impact loads, high flexibility and relatively high resilience.

---

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Costa Rica, ggonzalez@itcr.ac.cr

On the other hand, in this work, melina deck specimens were tested outdoors. Specimens without any protection showed a change in color from cream to silver gray, but no fungi or insect attack was observed after seven months of exposition. During this period of time, no significant cracks, splits or twists were developed. Specimens finished with polyurethane varnish were in perfect conditions after the seven months period.

**Key words:** Gmelina (*Gmelina arborea*), flooring, mechanical testing, decks, finishing, outdoor exposition.

### **Introducción.**

La madera posee una gran variedad de propiedades que la hace un material muy deseable para la construcción en general. Es altamente resistente en relación a su peso, es fácil de instalar, es fácil de unir con clavos, pernos y adhesivos, imparte calidez y estética, cualidades muy importantes en las estructuras civiles. Por su importancia económica, dentro de las estructuras y sistemas constructivos, se destacan los pisos de las casas, industrias, gimnasios y edificios.

En el caso específico de los pisos, entre las propiedades más importantes que debe tener la madera, se destacan las siguientes: la dureza, la flexibilidad y la resiliencia (Anderson, 1970).

La dureza es una propiedad que se encuentra relacionada con la resistencia de la madera a ser rayada o rasgada mediante objetos punzo cortantes. La flexibilidad con la capacidad de la madera de deformarse temporalmente cuando se le aplica una carga muy alta, como por ejemplo cuando tiene que soportar un pesado armario o un piano, pero sin sufrir una deformación permanente ni quebrarse y la resiliencia es una propiedad que mide la capacidad de la madera de recuperar sus dimensiones originales, después que se le aplica una carga de impacto, como por ejemplo cuando sobre un piso, cae un objeto pesado que podría provocar una abolladura en sus estructuras. (Anderson, 1970; Anónimo, 1987)

A la hora de seleccionar una madera para un piso, no solamente se deben considerar estas características y propiedades, para tener un piso de calidad, pues la selección del el acabado final juega otro factor importante, al brindar una alta diversidad de productos que realzan su belleza y le aumentan su durabilidad.

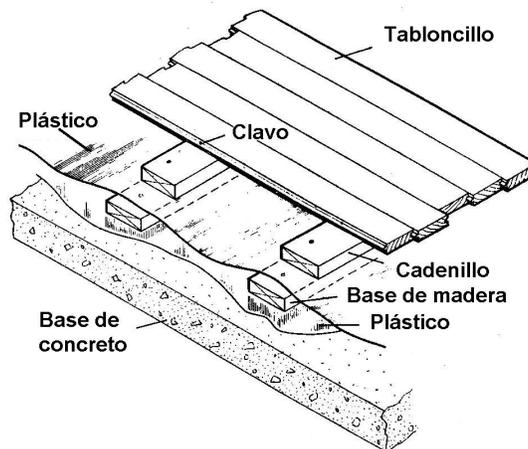
### **Utilización de los pisos de madera en Costa Rica**

Los pisos de madera han sido utilizados en el país para ofrecer una superficie resistente, decorativa y acogedora, principalmente en casas de habitaciones y algunos edificios de los más antiguos, incluyendo nuestro majestuoso Teatro Nacional, sobre todo en aquellos espacios que permanecen protegidos de la intemperie.

En Costa Rica, los pisos de madera generalmente se construyen utilizando piezas transversales de 5 x 7,5 cm conocidas con el nombre de "cadenillos". (Figura 1), cuando son utilizados en construcciones de una planta. Cuando los elementos de madera soportan una segunda planta, sus dimensiones son mayores y generalmente se utilizan como vigas ornamentales conocidos con el nombre de artesonado. Sobre los cadenillos o bien sobre los artesones, se coloca el tabloncillo que generalmente posee un espesor de 2,5 cm y en anchos más comunes de 7,5; 10 y 12,5 cm, frecuentemente pegados uno con otro, por medio unión hembra-macho (machihembrado).

Para la elaboración de la superficie de los pisos de madera ya sea en forma de tablancillo o de parquet, tradicionalmente se han utilizado maderas duras, tales como cristóbal (*Platimyscium pinnatum*), guapinol (*Hymenaea courbaril*) y surá (*Terminalia oblonga*). Muchas de las maderas

utilizadas en los pisos son escasas y a menudo provienen de especies forestales en vías de extinción, por lo que actualmente están siendo suplantadas por especies maderables de plantaciones, tales como la teca y la melina. (González, 2001).



**Figura 1.** Piso de melina mostrando los tablancillos y los cadenillos

### **Criterios técnicos a considerar en la selección de pisos**

En este artículo se presentan algunos criterios técnicos propios de la resistencia y fortaleza de los pisos. Otros aspectos que deben ser considerados, tales como ciertas propiedades físicas y mecánicas de la madera relacionadas con la estabilidad dimensional, la resistencia a ser rayada (dureza), flexibilidad y rigidez, tenacidad y resiliencia, la mejor forma de aserrarse, la selección de las piezas, el secado, los contenidos de humedad óptimos y las técnicas de la instalación y posibilidades de acabado, no se han considerado.

Siguiendo las recomendaciones dadas por ASTM (Sociedad Americana para Ensayos de los Materiales), según la norma D-2394, a los pisos de melina se les realizaron los siguientes ensayos:

- Resistencia a golpes fuertes o cargas de impacto
- Resistencia de los pisos de Melina a cargas concentradas
- Resistencia de los pisos de Melina al agujereado

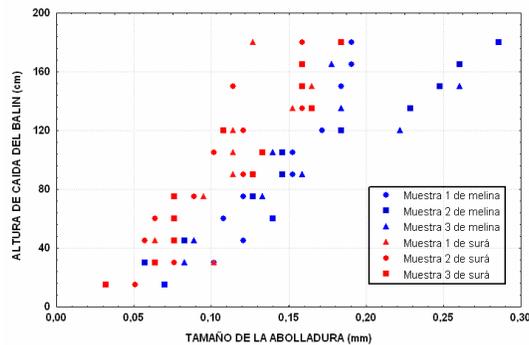
### **Resistencia a golpes fuertes o cargas de impacto**

Para medir la resistencia a cargas de impacto es necesario contar con muestras de piso de tamaño y diseño naturales especificados en las construcciones (distancia de los cadenillos y dimensiones del piso). En esta prueba la muestra de piso es sometida a la prueba del daño producido por la caída de un balín de 198 g de peso, a diferentes alturas con un equipo simple fácil de construir. En la Figura 2, se muestra el aparato utilizado para las pruebas, basado en el ensayo ASTM- D2394, con algunas modificaciones. Esta prueba está relacionada con la resistencia del piso a los impactos producidos por la caída de objetos pesados sobre el piso. (González, 2002).



**Figura 2.** Equipo del CIIBI-ITCR utilizado para los ensayos de resistencia al impacto para pisos.

La respuesta del piso a las cargas de impacto, depende de varias propiedades combinadas de la madera, tales como flexibilidad, dureza y resiliencia. De acuerdo con los resultados obtenidos en el laboratorio, en la Figura 3 se grafican las diferentes alturas contra las magnitudes de las abolladuras producidas en la superficie de los tabloncillos de melina (*Gmelina arborea*) y surá (*Terminalia oblonga*) para tres muestras como las descritas anteriormente.



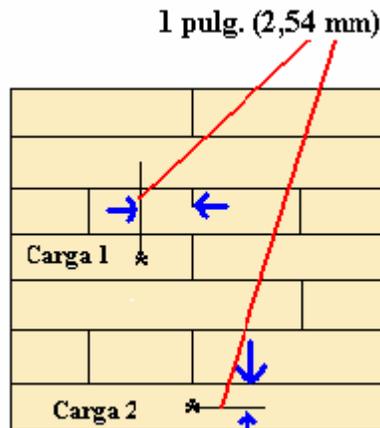
**Figura 3.** Comparación de la resistencia a impactos del piso de melina con la del surá.

En esta comparación puede notarse que la mayor parte de los puntos de la madera de melina, principalmente los correspondientes a las caídas de balón a alturas menores se encuentran dentro del rango de respuesta de los del Surá, mientras que para alturas mayores, y principalmente los correspondientes a las muestras 2 y 3, de melina, presentan una resistencia menor.

### Resistencia de los pisos a cargas concentradas.

También, siguiendo los estándares ASTM citados anteriormente, se realizaron pruebas para conocer la resistencia de la madera a cargas puntuales, tales como las producidas por las patas de

muebles pesados, como podría ser las de un piano o un trinchante. Para estos ensayos se utilizaron probetas como las mostradas en la Figura 4. La carga 1 se aplica al centro del tabloncillo a 25,4 mm de la arista del cadenillo, mientras que la carga 2 se aplica también a 25,4 mm de la arista del tabloncillo, pero sobre el centro del mismo cadenillo, básicamente en esta prueba se empieza a aplicar carga en los punto indicados y se cuantifica la deformación que sufre el piso por la carga concentrada.



**Figura 4.** Probeta de ensayo para medir la resistencia del piso a cargas pesadas concentradas.

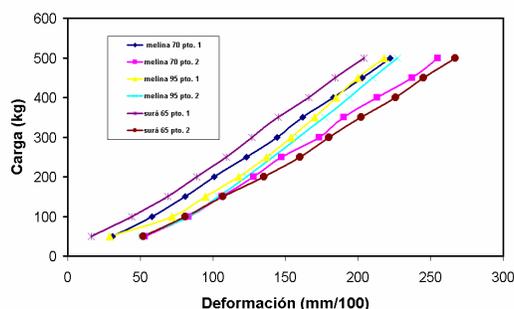
En la figura 5 se muestra el arreglo de equipo especialmente diseñado para realizar las pruebas de resistencia de los pisos a cargas pesadas y concentradas.



**Figura 5.** Equipo de laboratorio especial para medir la respuesta del piso a cargas pesadas y concentradas.

Tomando piezas representativas de madera de melina y de madera de surá la cual se utilizó para comparación, por ser esta una madera tradicionalmente utilizada en la elaboración de pisos en Costa Rica, se realizaron los ensayos de resistencia de los pisos a cargas concentradas. Un resumen de los resultados se presenta en la Figura 6. En esta figura puede observarse que la madera de melina resistió adecuadamente las cargas concentradas y las piezas de los pisos sometidas a las cargas, tuvieron una excelente respuesta considerando su alta flexibilidad. Por otra parte, los elementos de melina sometidos a la prueba de resistencia a la carga concentrada, tuvieron una excelente recuperación de las deformaciones producidas, lo que indica que la melina

posee también una alta resiliencia, característica muy importante en la elaboración de los pisos, aun cuando se compara con la madera de surá, una especie mucho más pesada y de mayor dureza.



**Figura 6.** Resistencia del piso de melina y surá a fuerzas pesadas y concentradas.

### Resistencia al agujereado.

El estándar ASTM D-2394 para pisos establece las especificaciones del equipo y los ensayos para conocer la resistencia de los pisos a cargas concentradas en superficies pequeñas. Con esta base, el Centro de Investigación en Integración Bosque Industria (CIIBI) construyó el equipo que se muestra en la Figura 7. Con este equipo es posible medir en forma relativa, la resistencia a la perforación provocada por la presión ejercida por una carga concentrada en superficies pequeñas, tales como los esfuerzos ejercidos por los tacones puntiagudos de algunos tipos de zapatos. Esta prueba consiste en pasar 100 veces por el piso, un bolillo rodeado de puntas metálicas especificadas, cargado con piezas metálicas para un peso total de 90 kg. Para estos ensayos se utilizaron también tabloncillos de melina y de surá, de 70 y 65 mm de ancho respectivamente y 22 mm de espesor.



**Figura 7.** Equipo del CIIBI-ITCR para la determinación de la resistencia de los pisos a la perforación de cargas concentradas en superficies pequeñas.

La figura 8 muestra las fotografías de secciones representativas de la superficie del piso de melina natural y con los dos acabados estudiados, poliuretano corriente y poliuretano al agua. También presenta una fotografía correspondiente a una sección de la superficie de la probeta del piso de surá, especie utilizada para comparación, antes y después de haberse sometido al ensayo de perforación por cargas concentradas.

Comparando las probetas de ensayo de melina y de surá está claro que el piso de melina sufre un mayor daño sobre la superficie que el piso de surá. De acuerdo con el estándar ASTM D-2394, los

daños sobre el piso producidos después de las 100 pasadas del bolillo, pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- A = No presenta ningún daño o presenta daños menores
- B = Presenta un daño moderado
- C = Presenta un daño severo
- D = Presenta un daño completo

El piso de surá ensayado podría ser clasificado como “B”, daño moderado, mientras que los tres pisos de melina se clasificarían como “C”, daño severo, lo que indicaría que si este tipo de daño ocurriera en una instalación real, el piso debería ser reparado, lijado y acabado nuevamente

En las probetas de piso de melina acabadas con el poliuretano, se pudo observar que el piso acabado con el poliuretano en agua, aun y cuando la madera resultó bastante dañada, este material se mantuvo adherido totalmente al sustrato, mientras que en el caso del poliuretano tradicional, en algunos lugares de la superficie ensayada, la capa de acabado se desprendió, lo que aparentemente indica una mayor adherencia del poliuretano al agua a la melina que la del poliuretano tradicional.

	Melina Natural	Melina con poliuretano corriente	Melina con poliuretano al agua	Surá Natural
Antes	 a	 b	 c	 d
Después	 e	 f	 g	 h

**Figura 8.** Probetas de tablancillos antes y después de haberse sometido al ensayo estandarizado para conocer la resistencia al agujereado.

#### Pruebas de intemperismo natural para los decks de melina

Adicionalmente, con el propósito de conocer la respuesta de los pisos de madera de melina acabados y sin acabar, se ensayaron probetas de piso tipo deck, expuestas totalmente a la intemperie, en las inmediaciones de los edificios del CIIBI en Cartago. En la figura 9 se muestran dos de las probetas ensayadas, después de 7 meses de exposición a la intemperie.



**Figura 9.** Ensayos para conocer su durabilidad de los decks de melina al intemperismo prolongado. (Foto, G. González, 2202)

La probeta de deck de melina sin ningún tratamiento muestra que aun y cuando el color inicial de la madera ha sido afectado por la acción de los rayos ultravioleta, tornándose a un color grisáceo, la madera no muestra ninguna señal de ataque de hongos ni insectos. Tampoco muestra alabeos, torceduras, grietas, rajaduras ni ninguna otra deformación significativa. Por otra parte, en la probeta acabada con el poliuretano, la capa del barniz se encuentra en perfecto estado, no mostrando señales de deterioro, después de 7 meses de exposición a la intemperie, por lo que aparentemente existe un buen comportamiento de este tipo de acabado para melina y lo más importante que se mantiene con el tiempo

### **Posibilidades de la maderas de plantación para la elaboración de pisos.**

De acuerdo a los resultados obtenidos a través de los ensayos de tabloncillos con una madera plantada como la melina, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

A pesar de que la melina es una especie liviana, y por lo tanto de una dureza relativamente moderada, posee buenas características para ser utilizada para la elaboración de pisos, pues tiene una buena resistencia al impacto, alta flexibilidad, y alta resiliencia. Estas propiedades hacen que los tabloncillos de melina resistan adecuadamente bien los impactos provocados por la caída de objetos pesados sobre su superficie. También resiste comparativamente bien los efectos de deformación producidos por cargas concentradas, como las inducidas por las patas delgadas de muebles pesados como pianos, trinchantes y armarios. Por otra parte, sus resistencia al agujereado producido por objetos punzantes actuando sobre la superficie del piso, aunque menor que la mostrada por los pisos de surá, se considera suficientemente resistente para soportar este tipo de cargas, aunque podría adelantarse que requeriría un trabajo de mantenimiento más frecuente.

En la actualidad las maderas de plantación, principalmente la teca y la melina tienen un alto potencial para ser utilizadas en la elaboración de pisos para viviendas y edificios, sobre todo al existir una gran disponibilidad de madera. Para obtener los resultados deseados es recomendable realizar las ensayos técnicos de laboratorio que muestren la manera correcta y óptima para su industrialización, acabado y utilización y ponerlos a la disposición de las personas encargadas de diseñar y construir las viviendas y edificios.

### **Literatura citada.**

Anderson, L.O. 1970. Wood-Frame House Construction. U.S. Department of Agriculture, Forest Products Laboratory-Forest Service. Agriculture Handbook No. 73, Wash. D.C., USA.

Anónimo. 1999 American Society for Testing and Materials (ASTM). 1999. Annual Book of ASTM Standards, Vol. 22, Philadelphia, Pa. USA.

Anónimo. 1987. Wood Handbook. Wood as an Engineering Material. Forest Products Laboratory. Agri. Handb. No 72. USDA, Madison, Wisconsin, USA

González, G. 2002. Uniones de dedo ("Finger Joints") utilizando madera de melina. Las Maderas de Plantaciones Forestales. No. 2: 5-6. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Centro de Investigación en Integración Bosque Industria, Cámara Costarricense Forestal, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Cartago, Costa Rica.

González, G. 2002. Posible utilización de la madera de melina para pisos. Las Maderas de Plantaciones Forestales. No. 2: 7-8. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Centro de Investigación en Integración Bosque Industria, Cámara Costarricense Forestal, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Cartago, Costa Rica.

Roberts, A. G. 1968. Organic Coatings. Properties, Selection, and Use. U.S. Department of Commerce. National Bureau of Standards. Wash. D.C. , USA.