

LA FÍSICA DE LAS MADERAS

Los arquitectos navales e investigadores forestales de la madera en el siglo XVIII como Buffon (26) y Duhamel du Monceau (27), atribuían al peso específico la cualidad de dónde se podía apreciar mejor la calidad de una madera como material de construcción, iniciando y propulsando las investigaciones sobre dicha propiedad.

Continuadores los encontramos a principios del siglo XIX en Chevandier y Wertheim en su trabajo ya clásico de *Mémoire sur les propriétés mécaniques du bois* publicado en París en 1848.

Sin quitar la ineludible influencia que el peso específico tiene en la resistencia de las maderas, hay que tener en cuenta otros factores como la desviación y dirección de las fibras, la nudosidad y especialmente el grado de humedad, por lo que el peso específico tiene un valor de carácter probabilístico, teniendo en cuenta que respecto a él las comparaciones entre maderas deben hacerse en circunstancias de isohumedad.

Los sistemas de determinación del peso específico aparente de la madera se efectuaba en ensayos de determinación del volumen por medición de sus dimensiones o por el método de desplazamiento de fluidos (28).

El valor del peso específico aparente de la madera depende de la relación entre el volumen total exterior y el volumen ocupado exclusivamente por la materia que forma la pared celular (29).

Volumen de poros

$$V_o = 1 \text{ cm}^3 \text{ (volumen anhidro)}$$

$$V_p = 1 - 0,677 \gamma_o$$

γ_o = peso específico aparente

Relación entre peso anhidro y el seco volumétrico

$$R = \gamma_o \frac{100}{100 + \alpha_v}$$

α_v = porcentaje de hinchazón

Tabla de pesos específicos

ESPECIES	<i>Pesos kg/m³ en rollo</i> En verde	<i>Pesos kg/m³ en rollo</i> Con humedad de monte
Pinabete (<i>A. alba</i>) sin corteza $\phi > 40$ cm	800	600-800
Pino silvestre (<i>P. sylvestris</i>) sin corteza $\phi > 40$ cm	750	600-800
Haya (<i>F. sylvatica</i>) sin corteza $\phi > 30$ cm	1.000	800-1.000
Roble (<i>Q. robur</i>) sin corteza	1.000	800-1.000

Según R. Trendelenburg. Kollmann.

El navío al ser una estructura compuesta por un entramado de maderas mediante clavazón, yuxtaposición o ensamblaje presenta, desde el punto de vista físico de su comportamiento, unas exigencias para el rozamiento adhesivo y de deslizamiento, en el plano de las superficies de contacto. Además, las superficies, pese a una buena “labra”, no siempre son lisas sino que presentan depresiones y elevaciones más o menos pequeñas, acentuadas en el movimiento normal del buque, dando origen a sollicitaciones por levantamiento, deformación o corte, influyendo además la adherencia, capilaridad etc. (30).

Todo esto motiva una gran dificultad para medir la fuerza de rozamiento.

En general:

$$T = \mu \cdot N = \operatorname{tg} \rho \cdot N$$

μ = coef. de rozamiento al deslizamiento

ρ = ángulo de rozamiento

Tabla de coeficientes de rozamiento de madera estructural de un navío

MADERA	COEFICIENTE DE ROZAMIENTO					
	μ (por deslizamiento) / S			μ_0 (en reposo) / S		
Maderas	Secas	Lubricadas	Mojadas con agua	Secas	Lubricadas	Mojadas con agua
Roble con roble (II)	0,48	0,16	–	0,62	0,44	–
Roble con roble (\perp)	0,34	–	0,25	0,54	–	0,71
Roble de través sobre roble al hilo	0,19	–	–	0,43	–	–

Segun Landolt - Börstein
Müller - Pouillet

La arquitectura naval del navío, sea cual sea su diseño de forma, como su distribución estructural ha de tener en cuenta el comportamiento en servicio de la nave en el medio acuático, tanto de su obra muerta como de la viva, sometidas ambas a distintas influencias desde el punto de vista de la humedad. Tanto la presión de hinchazón como el calor debido a la misma, darán origen a distintas magnitudes. Como consecuencia, tanto la hinchazón como la merma de los componentes estructurales del navío fueron motivo de preocupación de los arquitectos navales del siglo XVIII, y un buen conocimiento empírico de las maderas en servicio palió las más de las veces los deficientes conocimientos termico-mecánicos de las maderas en uso para la construcción naval.

La variación de volumen de las maderas de un navío (en más o en menos) en la puesta en servicio requería el calculo conveniente de las holguras que había que dejar en el diseño; el asentamiento estructural en base al comportamiento de las maderas, hacía que fuera el buque una estructura dinámica permanente.

Otro problema que se presenta al arquitecto naval es la anisotropía de la hinchazón.

Este es un problema crucial en las formas del navío en su contacto con el agua (bajo línea de flotación) o casco, en general de madera de coníferas (*P. sylvestris*).

Es sabido que la contracción en sentido tangencial es la mayor con gran diferencia; la radial es notablemente menor, y por último la contracción en sen-

tido longitudinal es prácticamente despreciable. Por eso en la construcción de forros de cascos y cubiertas se buscan las piezas, ya en clavazón como en ensamblaje según la disposición longitudinal para solucionar mediante el calafateado el problema de estanqueidad.

Los ensayos realizados por A. Koehler sobre la contracción longitudinal de maderas para valores distintos de humedad, son muy significados sobre la dispersión de comportamiento.

A su vez, el aumento o disminución de la cantidad de agua contenida en la estructura del navío, hace variar el peso de la nave, y de la velocidad de los cambios dependen las oscilaciones de la línea de flotación y la efectividad de sus baterías de fuego.

El problema de la hinchazón se aminora gracias a la bondad de la madera debido a pequeñas variaciones de volumen en función de la humedad que acusan hacia el 40 por ciento un valor asintótico constante. Para valores de α_L (hinchazón longitudinal) según Mörath la hinchazón en volumen nunca alcanza el 1 por ciento. En cambio, al principio de la puesta en servicio del navío y hasta que este alcanza la humedad de saturación los cambios en volumen son considerables, siendo este período de la construcción el de mayor preocupación entre los arquitectos navales y ensambladores de navíos en el siglo XVIII.

Según Frey-Wyosling la causa de la contracción anisotrópica no debe buscarse en modo alguno en las capas secundarias del tabique celular, sino en la capa intermedia.