

Algunas consideraciones sobre maderas coloniales de aplicación aeronáutica

Por JOSE MINGUILLON VIDAL
Ayudante de Ingenieros Aeronáuticos.

(Segundo premio de Técnica de nuestro Concurso de Artículos.)

Hemos utilizado la designación general de maderas coloniales para referirnos a las producidas en nuestros Territorios de Guinea. La orientación de este artículo pretende tan solo divulgar entre sus lectores las posibilidades que encierran aquellas Posesiones en el orden maderero y la oportunidad que se le brinda a la industria de este género de encaminar sus actividades hacia la construcción móvil.

Tanto la Isla de Fernando Póo como la Guinea Continental ofrecen al viajero el maravilloso espectáculo de la selva ecuatorial en todo su esplendor. La extensión territorial de la colonia es reducida, pero puede decirse que toda ella es un bosque y que todos los árboles del bosque son maderables, o con más propiedad, son susceptibles de utilización.

De unos, se beneficia la madera; de otros el fruto, la savia, la corteza, las raíces, etcétera.

Para la consideración de nuestro trabajo sólo prestaremos atención a las especies arbóreas desde el punto de vista maderero.

En los bosques de Guinea crecen, con extensión variable, las siguientes principales especies: el afó, akoga, ayap, bakayú, caoba, caobilla, eveng, ébano, miam, okume, olinga, envero, palo rojo, palisandro, palo

amarillo, roble africano, samanguila, ukola, etcétera. De estas variedades, y considerando el uso de su explotación comercial, se incluyen en la categoría de *maderas finas* el bakayú, roble africano, caoba, nogal, palo amarillo, roble, palo rosa, etc.; como *maderas de construcción*, la akoga, el naranjillo, las caobillas, etc.; para el desarrollo en ta-

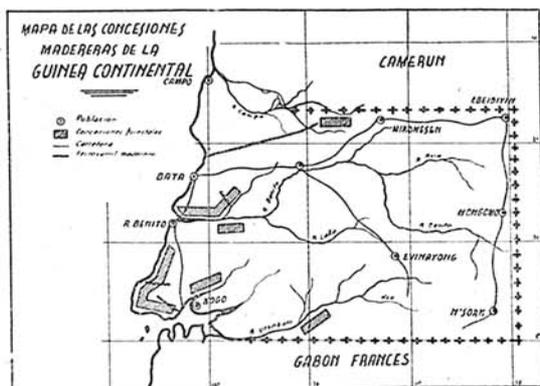
bleros se exporta el okume, el calabó y las designadas con los nombres indígenas de abe, akon, ekuk, etc.

La distribución de las especies en el bosque tropical es muy irregular, estando condicionada, como es natural, a factores climáticos, principalmente la humedad y la naturaleza del suelo.

El estudio de esta repartición es de gran importancia, desde el visto económico, pues fija los rendimientos por tonelada-hectárea, materiales de explotación a utilizar, medios de transporte, vías fluviales y población indígena. La confección de mapas donde se registren las áreas de dispersión de las especies, la vida de las mismas, zonas de repoblación forestal, etc., es también de indudable interés económico.

No todas las variedades de maderas de Guinea enunciadas más arriba son de utilidad a la Aviación.

Sabido es la exigencia que la técnica im-



pone a los materiales destinados a la construcción móvil. Los módulos que definen las cualidades físicomecánicas deben extremarse al analizarlas con intención aeronáutica. Los esfuerzos estáticos y dinámicos, la influencia de los agentes atmosféricos, principalmente la humedad y el calor, son factores de carácter negativo, que actúan con alarmante intensidad sobre la vida de la madera en función del tiempo de uso.

Mientras los usos de la madera se limitaban a la construcción fija, y aun a la móvil, sin la ponderación de circunstancias que hoy se requieren en los aviones, las características de cada variedad eran definidas por factores absolutos, obtenidos normalmente en ensayos estáticos.

Los más modernos métodos de investigación, que han conducido a resultados más precisos, se basan en establecer coeficientes de calidad relacionando las cifras de las pruebas estáticas con el peso específico. Estos estudios se complementan con las solicitudes dinámicas, porque en el movimiento (aceleraciones, choques, vibraciones, etc.) es donde la madera ha de prestar sus servicios.

Existen otras cualidades de estructura o naturaleza que afectan a la fase de mecanización tan importante en toda actividad industrial, y que deben registrarse en las fichas de cada especie analizada. Son los caracteres tecnológicos que fijarán la clase y servicio de las herramientas a utilizar, así como el rendimiento de la mano de obra.

Fundamentalmente, dos son los factores que definen la utilidad aeronáutica de una madera: su ligereza y su resistencia. Esta última, en valor absoluto, es función de la especie, y, dentro de ella, depende de la *naturaleza actual* del árbol, es decir, de la edad, condiciones de desarrollo y sección de donde fué extraída la pieza a experimentar.

Decíamos más arriba que la calidad de una madera se debe establecer en módulos referidos a su peso específico. En efecto, está comprobado que las cotas estáticas absolutas varían con la densidad, y ésta depende de las variaciones en el porcentaje de humedad que contenga, puesto que su volumen no es proporcional al estado higrométrico.

La humedad afecta también a las variaciones de forma (alabeo, fendas, contracciones, etc.), con mayores proporciones en el sentido tangencial que en el transversal, y en gran escala altera el peso.

Es primordial, pues, conocer el estado higrométrico de la mercancía, máxime tratándose de especies coloniales que pueden contener más de un 50 por 100 de su peso en agua.

Otro factor a considerar, cuando se trata de definir el probable rendimiento de una pieza de madera, es su dimensión, toda vez que los ensayos se efectúan, por lo general, con probetas de constitución homogénea y tamaños reducidos. Al aumentar sus dimensiones, es normal perder homogeneidad, debido a la aparición de nudos y otros defectos, lo que obliga a imponer coeficientes de garantía en las cifras experimentadas. Estos coeficientes pueden reducir aquellos valores en un 30 por 100.

Como resumen general de lo que antecede para seleccionar *a priori* una madera de probable uso aeronáutico debe, pues, prestarse atención a su peso, al perfecto desarrollo forestal de la especie, a la homogeneidad y observar si su estado higrométrico corresponde al *punto de saturación*, es decir, que se haya perdido toda el agua de capilaridad.

Sin querer extendernos en el detalle de las pruebas a efectuar en los ensayos de laboratorio, deberá seguirse para las maderas coloniales, con carácter general, el siguiente plan analítico:

Humedad: a) Determinación del porcentaje de agua. b) Variaciones de volumen en función de la humedad.

Peso específico: a) Determinación del peso específico. b) Variación del peso específico en función de las variaciones de humedad.

Ensayos estáticos: a) Compresión. b) Tracción. c) Flexión. d) Dureza.

Ensayos dinámicos: a) Choque.

Tanto los ensayos estáticos como los dinámicos se consignarán referidos al peso específico.

Pruebas tecnológicas: a) Aserrado. b) Cepillado. c) Talla. d) Clavazón. e) Desarrollo. f) Pintura.

De los detallados y sistemáticos estudios realizados por los ingenieros de los laboratorios del Servicio Forestal y Agronómico de los Territorios Españoles del Golfo de Guinea, resulta que entre las numerosísimas especies cuyas propiedades, en algunas de sus características, sobrepasan los módulos de garantía exigidos con vista a una posible utilización de carácter aeronáutico, figuran las consignadas en el cuadro núm. 1, y de las cuales damos a continuación una ligera descripción:

de dimensiones más reducidas que los anteriores. La calidad de esta madera es muy apreciada por su resistencia y fácil trabajo, dando una presentación magnífica.

Abunda bastante en nuestra colonia.

BAHÍA (Elebón).—Especie formada en terrenos encharcados. Es de dimensiones reducidas. Su madera se trabaja muy bien, principalmente en la talla.

PALISANDRO (Akok).—Esta madera es de bellísimo aspecto. Muy dura y de gran den-

CUADRO NÚM. 1

VARIEDAD	Humedad	Densidad	Dureza	Variación volumen	Choque	Rigidez	Trabajo	Abundancia
Okume.	31 %	0,48	1,6	12,3	0,86	26	Regular.	Sí.
Caoba.	32 —	0,41	2	9,6	0,9	28,9	Fácil.	Sí.
Nogal.	28 —	0,54	2,8	13,5	1,4	25	Fácil.	Sí.
Bahía.	22 —	0,53	2,3	12,7	1,2	30	Fácil.	Sí.
Palisandro.	23 —	0,82	19	15	1,6	24	Regular.	Regular.
Acajou.	26 —	0,50	2	11	1,26	26	Fácil.	Regular.
Ozigo.	24 —	0,62	2,8	—	1,4	23,5	Fácil.	Regular.
Miam.	21 —	0,85	1,1	11,8	1,1	30	Regular.	Sí.
Palo amarillo.	22 —	0,50	2,4	11	1,6	18	Fácil.	Sí.

OKUME.—Denominado Angumá en Pamue, es un árbol de grandes dimensiones (40 y 50 metros de altura). El fuste despejado y su ramaje presentan unas tonalidades rojizas. Es especie característica de nuestra colonia y su área de dispersión no se extiende más allá del Gabón.

Muy abundante, constituye el 10 ó 15 por ciento entre las variedades madereras del bosque. Crece en terrenos de drenaje natural, principalmente en las partes altas y despejadas.

Da una madera blanda, fácil de desarrollar y resistente a la intemperie.

CAOBA DEL GABÓN (Samanguila).—De esta especie existen numerosas variedades. Es árbol grande en altura y diámetro (40-50 y uno a dos metros, respectivamente), dando una madera blanda y de muy buen acabado.

Puede utilizarse en tablas y en tableros contrachapados.

NOGAL DEL GABÓN (Nvero).—Es un árbol

de gran desarrollo y es muy exigente para su formación.

ACAJOU.—El acajou o sapeli es un árbol de buen desarrollo, aunque no muy abundante. Su madera es de fácil trabajo y un hermoso pulimento.

Las características técnicas de esta especie la hacen muy recomendable para ensayos en Aviación por su cola de rigidez y sobrepasar el índice de calidad dinámica.

OZIGO.—Árbol muy esbelto, con troncos hasta de 50 metros. Da una madera fácil de desarrollar para la construcción de chapas. Es semejante al okume, aventajándole en sus características técnicas.

MIAM.—El miam, cuyo árbol no tiene nada de destacable, es una madera muy resistente, aunque sensible a la humedad. Es de color rojo; admite buen pulimento y trabajándola con cuidado se comporta bien.

PALO AMARILLO.—Es la variedad que pudiéramos llamar específicamente "aeronáutica", tanto por su densidad como por los

índices de calidad estática y dinámica que registra. De un bello color amarillo, admite esmerada presentación. Abunda mucho, lo que, unido a su fácil trabajo y a las particularidades reseñadas, merece destacada atención.

Para la interpretación del citado cuadro tendremos en cuenta los valores medios asignados para los distintos usos, de conformidad con las normas seguidas por la Comisión de Standardización Francesa, así como las recomendaciones que figuran en los trabajos de M. Monin, Tanaka y otros, cuyas cifras se exponen a continuación:

Cotas de rigidez para las maderas de Aviación	De	20 a 30
Densidad para las "menor ligeras"	De	0,40 a 0,50
Resistencia específica a la flexión: "Superior"	De	1.000 a 1.800
Calidad dinámica	De	1,20 a 2,50
Dureza (Chalais Meudon):		
"Tipo medio"	De	3 a 6
Contracción media	De	15 a 10 %

De todo ello resulta, en síntesis, la siguiente interpretación:

Densidad.—Maderas ligeras: Okume y caoba.

Semipesadas: Nogal, bahía, acajou y palo amarillo.

Pesadas: Palisandro, ozigo y miam.

Dureza.—Muy blandas: Miam.

Blandas: Okume, caoba, nogal, bahía, ozigo y palo amarillo.

Muy duras: Palisandro.

Contracción.—No consideramos esta cualidad en atención a estar comprendidas todas las variedades estudiadas en la categoría de valores *medios*, a excepción de la caoba (samanguila), que por su menor índice destaca entre las poco expuestas a agrietarse.

Flexión dinámica.—En rigor, sólo deberían incluirse como *aptas para Aviación* por su cota dinámica el palisandro, acajou, ozigo y palo amarillo; pero nos extendemos también al resto de las especies analizadas, por estimar que, figurando entre las "útiles para empleos móviles", reúnen otras cualidades que aconsejan no prescindir de ellas.

Tal es el caso del okume y la caoba, por ejemplo, transformados en tableros.

Rigidez.—Todas las maderas reseñadas están incluidas en los límites de elasticidad que exige la Aviación; pero debemos destacar las magníficas cualidades de seguridad que ofrece el palo amarillo, pues siendo muy resistente a la compresión y al choque, es extraordinariamente elástico.

Trabajo.—En general, todas las variedades que figuran en el cuadro esquematizado son de fácil elaboración. El okume, como piecerío, es de regular mecanización, pero tiene la enorme ventaja de su fácil desarrollo en chapas para la construcción de tableros.

El palisandro, que por su extraordinaria dureza obliga a un atento cuidado de las máquinas y a una laboriosa manipulación de las piezas, da ensambles muy firmes, lo que, unido a otras cualidades y a sujetar bien los tornillos, recomienda su experimentación en poleas y hélices. El miam tal vez sea el más difícil de trabajar.

Abundancia.—En la Guinea la explotación forestal tuvo durante mucho tiempo como principal elemento de exportación el okume, con varias decenas de millares de toneladas anuales. Desde hace quince años las denominadas maderas "varias" empezaron a interesar a la industria, aumentando progresivamente su cifra de embarque, hasta el extremo de igualar y aun superar a la del okume.

El índice de abundancia de las especies, más que en forma absoluta, se ha establecido como porcentaje dentro de las variedades existentes en las actuales explotaciones, lo que no le da un carácter de estadística definitiva. Hay que tener en cuenta que, por dificultades de transporte, casi todas las concesiones en actividad se hallan situadas en las proximidades de los grandes ríos y junto al mar (Río Benito, Utamboni, Campo, Cabo San Juan, etc.).

Cuando la red de carreteras y ferrocarriles tenga densidad suficiente, y los planes de ordenación forestal del Gobierno de la colonia, inteligentemente redactados y llevados a la práctica con celoso interés de beneficio nacional, den su esperado rendimiento, la producción maderera en aquel

territorio ha de abrir nuevas y amplias perspectivas al comercio y a la industria.

No pretendemos hacer ahora un estudio técnico comparativo entre la construcción metálica y la maderera. De todos son sobradamente conocidas las ventajas e inconvenientes que guardan cada una de ellas; pero destaquemos a favor de la última modalidad su economía y su eficacia, que no desmerece frente a diseños equivalentes de realización metálica.

Durante la última gran contienda, en la que junto al choque de las potencias militares se enfrentaron las potencias económicas y una desenfrenada carrera de materiales, sobresalió con reconocido valor técnico la alta calidad de algunos tipos de aviones contruidos enteramente de madera (Savoia, De Havilland "Mosquito", los Yaks rusos, el Morane Saurier, etc.). Los revestimientos formados por chapas combinadas con papel e impregnadas de resinas fenólicas, dan un magnífico resultado. También se experimentó con éxito el uso de la madera laminada e impregnada para la fabricación de hélices.

España es, a nuestro entender, un país de minería pobre, desde el punto de vista aeronáutico. Por otra parte, la instalación de industrias metálicas de transformación ha de suponer unos desembolsos económicos muy considerables por lo que afecta a las adquisiciones de maquinaria, importación de materias primas, hornos de fundición, redes de energía eléctrica, especialización de la mano de obra, etc.

Teniendo en cuenta asimismo el volumen limitado de nuestra producción de aviones para el consumo interior por las Compañías privadas, y la constante y rápida evolución de la técnica aeronáutica, parece recomendable intensificar en los tipos de aparatos medios y pequeños (líneas subsidiarias, avionetas de turismo, escuela, planeadores, etcétera) la construcción de madera, cuya producción en el país, complementada con la colonial, podría ser más que suficiente en calidad y cantidad para atender estas necesidades.

Simultáneamente al desarrollo de la industria aeronáutica, con volúmenes operativos de economía razonable, se incrementarían el de la explotación forestal, trans-

portes nacionales e industrias derivadas (pasta de papel, resinas naturales y sintéticas, contrachapados, plásticos, maderas mejoradas, etc.).

En consecuencia, sugerimos desde la modesta intención de nuestro trabajo la conveniencia de estudiar un amplio proyecto de industria aeronáutica nacional—que podría ampliarse a otras actividades del transporte—cuya materia prima fuera la madera.

Ello significaría la necesidad de efectuar detenidos y sistemáticos estudios de la producción forestal en el país y en la colonia, fijando las zonas de repoblación y extensión que en las mismas se darían a los cultivos de las variedades interesantes a la Aviación, teniendo en cuenta los tiempos de desarrollo, porcentaje de utilización y posibilidades de ser sustituidas por otros materiales hasta el momento oportuno para su tala, determinación de las propiedades físicas y características técnicas de cada especie maderera, etc.

Para evitar el prematuro desarrollo técnico-administrativo que la implantación de tal proyecto supone, podría buscarse, bajo la alta dirección del Instituto de Técnica Aeronáutica, la colaboración de los Servicios Forestal y Agronómico dependientes del Ministerio de Agricultura, así como las instalaciones de las Maestranzas Aéreas para experimentar los prototipos.

Por parte del Gobierno de la colonia se fijarían a favor del Ministerio del Aire las concesiones madereras otorgadas en los bosques del Estado, teniendo en cuenta, sobre los factores de orden técnico registrados a lo largo de las consideraciones apuntadas en este trabajo, otras de índole económica y de eficiencia en la explotación.

Tales son, por ejemplo, los emplazamientos, que habrían de estudiarse con vistas a un fácil y rápido transporte y a las posibilidades de la continuidad en el trabajo durante las épocas de lluvia, fijando la situación de aserraderos, ferrocarriles, almacenes y muelles de embarque sobre terrenos elevados o de difícil encharcamiento, y apoyándose en esta particularidad, teniendo sobre todo en cuenta la climatología de aquel territorio, apuntaremos la idea de repartir tales concesiones entre la isla y el continente, donde las estaciones seca y húmeda son alternativas.