

LA CONSTRUCCIÓN NAVAL EN FRANCIA DURANTE LOS SIGLOS XVII Y XVIII

Gaspar DE ARANDA Y ANTÓN
Doctor ingeniero de Montes

Durante los siglos XVII y XVIII, las naciones europeas hicieron grandes esfuerzos en hombres y recursos para poner a punto sus armadas navales. Ejemplo de ello lo tenemos en Inglaterra y en España, esta última en el siglo XVIII principalmente.

Francia, que por su posición geográfica y su poder demográfico, científico y cultural está presente en todo momento en la cabeza del concierto de naciones europeas, no fue en esos siglos insensible a la demanda militar y comercial de crear y fomentar una poderosa marina. Su presencia litoral tanto en el mar Mediterráneo como en el océano Atlántico, unida al auge y desarrollo de los descubrimientos en tierras americanas y al importante tráfico comercial que se produce entre el nuevo y viejo continente, justifica el impulso que dio a distintos planes de fomento de la construcción naval.

La experiencia adquirida en distintos diseños de navíos, según su destino, tuvo en el país galo una importancia del todo relevante como lo demuestra la exportación de tecnología en arquitectura naval que dicho país hizo a España en el modelo Gautier.

A su vez fue Francia en gran parte el país que mostró al mundo las ideas contenidas en la Enciclopedia y asumió el estandarte del Despotismo Ilustrado, siendo precursora de una metodología de base tecnológica que relacionaba los estudios hidrodinámicos y de mecánica de fluidos con los diseños más apropiados para la arquitectura naval. Racionalizó en gran medida sus astilleros, pasó de un tipo de construcción muy empírico y subjetivo según los distintos constructores a un método enmarcado dentro de los parámetros de las ciencias aplicadas. El célebre Duhamel du Mousseau es un ejemplo de lo dicho (1). Aparecen tablas de configuración, empleo y denominación de piezas de madera para la construcción naval como las de 1763 que figuran en las ilustraciones del texto (2).

Los avatares históricos en que estuvo inmersa Francia durante los siglos XVII y XVIII tuvieron una enorme incidencia sobre la riqueza forestal de un suelo como el de los hermosos bosques del Bourbonnais y la Borgoña, que vieron abatirse por la mano del hacha majestuosos robles con destino a los astilleros y arsenales de la Marina Real.

(1) MOUCEAU, Duhamel du: *Du Transport, de la conservation et de la force des bois...* París, 1767.

(2) CAZON: *Traite du bois servans à tous usages ...* París, 1700.

A la muerte de Enrique IV de Borbón, accede al trono de Francia su hijo Luis XIII en el año 1601. Durante su reinado, el cardenal de Richelieu toma en sus manos enérgicas las riendas del Reino de Francia, para alzarlo en el concierto europeo de naciones. En el año 1635, Francia declara la guerra a España, y en el 1637, en Santander, se erigen los dos primeros altos hornos de la Cavada (3). Años más tarde, en el 1643, y coincidiendo con la muerte de Luis XIII en Francia, se retira de la política española el valido de Felipe IV, don Gaspar de Guzmán, conde-duque de Olivares. En ese año, los tercios españoles sufren su primer gran descalabro en Rocroi.

Sucede a Luis XIII en el trono francés su hijo Luis XIV, llamado «El Rey Sol» por la majestad y esplendor de su corte, el cual se hace acompañar en las tareas de gobierno por el hábil y cauto Julio Mazarino, cardenal de la curia romana e italiano de nacimiento, aunque cursó estudios en las universidades de Alcalá y Salamanca. Otro fiel colaborador de Luis XIV es Juan Bautista Colbert (4), encargado de la hacienda de su reino e impulsor de la construcción del gran canal de Languedoc, de los palacios de Louvre y de Versalles, del Real Jardín Botánico de París y de la creación de la academia de Ciencias y de Arquitectura; y, cómo no, protagonista del enorme impulso dado a la Marina Real mediante las ordenanzas de 1669. El reinado de este monarca estuvo lleno de agresiones a España y al poder de los últimos austrias peninsulares. Se pone fin a estas guerras en el 1648 por el Tratado de Westfalia, alcanzándose en el 1659 la Paz de los Pirineos; seis años más tarde, fallece el rey galante Felipe IV de España.

Entramos en el reinado de Carlos II, y Luis XIV prosigue la guerra contra España; ésta recupera el Franco Condado en el 1668 mediante el Tratado de Aquisgrán; en ese mismo año, Portugal se separa de España.

Unos años más tarde, y por la Paz de Nimega, en 1678 Luis XIV devuelve al monarca español las ciudades de Gante, Charleroi y Puigcerdá, conservando Ypres, Cambrai y Valenciennes.

(3) ALCALÁ ZAMORA Y QUEIPO DE LLANO: *Liérganes y la Cavada*, 1972. ARANDA Y ANTÓN, Gaspar de: *Los Bosques Flotantes*, 1990, pág. 142: «(...) El consumo de estas fábricas de artillería culmina con un proceso de deforestación en 1795 que obliga a cerrar definitivamente la factoría de Liérganes por falta de carbón vegetal».

(4) PLATZHOFF, Walter: *Historia universal*. Tomo 6. *La Época del Absolutismo*. Espasa-Calpe. Madrid, 1972, pág. 41: «(...) Colbert es el restaurador de la Marina francesa, que al cabo de diez años llegó a casi 200 naves armadas. Con esa potencia marítima quería adquirir para su rey el dominio de los mares y un gran imperio colonial». *Diccionario enciclopédico Salvat*. Tomo 3, 1964, pág. 724-725. Colbert (Jean Baptiste): «(...) Protegió la agricultura, dictando las ordenanzas de aguas y bosques de 1669 (...) Su obra respecto a la navegación es todavía más notable: creó una flota, engrandeció varios puertos, estableció escuelas de hidrógrafos e instituyó un consejo de construcciones navales.» CRISTÓBAL, Ramiro: *Nombres de la Historia Económica*. Madrid, 1972. «Vida de Colbert»: «(...) el célebre ministro del Rey Sol saneaba la hacienda, organizaba la desecación de las marismas, protegió la industria, hacía progresar espectacularmente la Marina... (...) aparte del inmenso auge de los astilleros franceses en ese tiempo, se establecieron numerosas fábricas de paños, vidrios, tapices, loza, espejos, cordelería, velamen (...) De 1661-1683, Colbert, inspector general de las finanzas francesas».

Los resultados de esa paz fueron cantados por las calles de París con estas coplas:

*«Les trois ministres habiles
en un seul jour
ont rendu trente-deux villes
et Luxemburg.
A paine ont ils sauvé Paris
charivari»*



Combate naval de Texel (1694) entre las Marinas francesa y holandesa. Pintura de Eugenio Isabey. Museo de la Marina, París

dando cuenta de la gran habilidad de los diplomáticos del último de los austrias españoles.

Mas Francia continúa con sus pretensiones territoriales, y en 1681 Luis XIV se apodera de Estrasburgo y, en el 1697, las tropas francesas al mando del duque de Vendôme obtienen la rendición de Barcelona.

El testamento de Carlos II nombrando heredero del trono de España a Felipe de Anjou —sobrino nieto de Luis XIV y futuro Felipe V en 1700—, hace que a la muerte del «Hechizado», Francia y España se unan contra las pretensiones al trono español del archiduque Carlos de Austria, apoyado por

Holanda e Inglaterra. Esta guerra da término en el año 1713 con el Tratado de Utrecht, consolidando en el trono español a Felipe V. Dos años más tarde fallece Luis XIV, accediendo al trono su nieto Luis XV, con sólo cinco años. Al año siguiente, por el Tratado de Hannover, se establece la alianza franco-inglesa, adhiriéndose a continuación Holanda; más tarde, en 1718, por el Tratado de Cockpit, se adhiere Austria a la Triple Alianza. En 1719, Francia declara la guerra a España.

En el país gala la cultura, y sobre todo las letras, ocupa cimas importantes: en 1721 Montesquieu publica *Lettres persanes* y Voltaire *Lettres philosophiques*.

En 1746 muere Felipe V y empieza en España el reinado de Fernando VI, lleno de prosperidad y de paz, con el marqués de la Ensenada responsable de las secretarías de Marina e Indias; mientras, en Francia, Buffón publica su *Histoire naturelle* (1749) y de la mano de Diderot y D'Alambert aparece el primer volumen de la *Encyclopédie* (1759, el último apareció en 1772). Cae en desgracia Ensenada en 1754, y con él, el ambicioso Plan de Fomento de la Marina de guerra española.

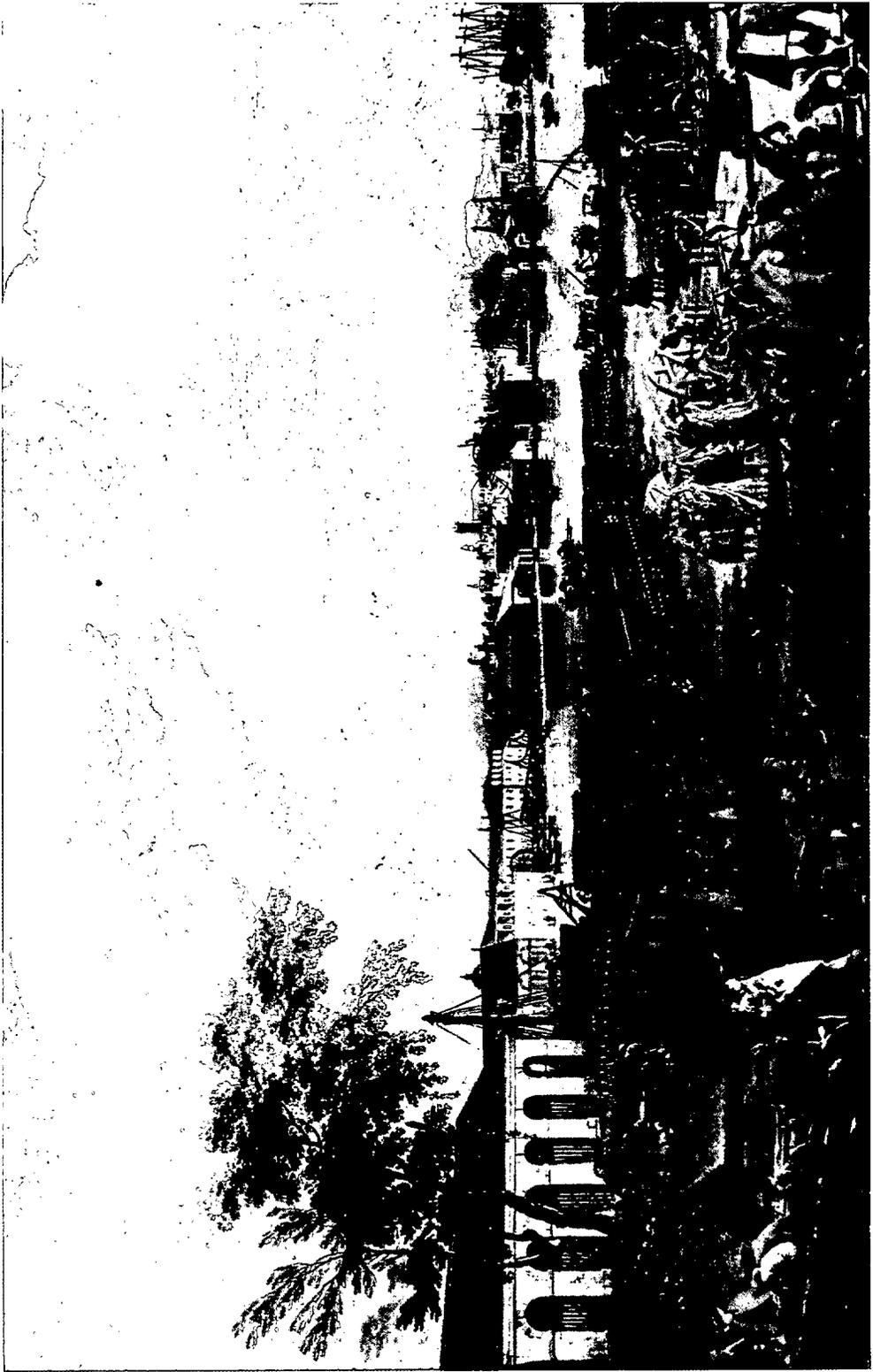
Fallece Fernando VI en el castillo de Villaviciosa de Odón en 1759, sucediéndole su hermano Carlos III, por entonces Rey de Nápoles; J.J. Rousseau publica en 1761 y 1762 *La nouvelle Heloise* y *Le Contrat social*, respectivamente.

A la muerte de Luis XV, en el año 1775, le sucede su nieto Luis XVI, a la edad de 21 años; en Alemania, Goethe publica su *Werther*.

Al año siguiente, se produce el alzamiento contra la metrópoli de las 13 colonias inglesas de América del Norte. Da comienzo la descolonización de América, y España y Francia auxilian con sus marinas y ejércitos a los sublevados. El rey Carlos III muere en 1788, sucediéndole en el trono su hijo Carlos IV. Un año antes se han reunido los Estados Generales en Francia y da comienzo la revolución contra el absolutismo real. Se toma la Bastilla el año 1789. Luis XVI huye de París, pero es reconocido y detenido en Varennes, el pueblo asalta las Tullerías en agosto de 1792, y Luis Capeto y su familia son encerrados en el Temple. Comienza el Terror revolucionario, y el depuesto rey es una de las víctimas, siendo guillotinado el 21 de enero de 1793 en la plaza de la Concordia de París. En la etapa revolucionaria, en 1790, la Asamblea Francesa, de manos de Mirabeau, acuerda en agosto de ese año armar 45 navíos en favor de España. Dos años más tarde, un 28 de febrero accede al gobierno de España el conde de Aranda, y un 15 de noviembre, Godoy.

Período tan agitado y de tantos cambios políticos, así como lleno de inquietudes científicas y sociales, no tiene parangón en la historia, y Francia fue el eje de esos hechos, proyectando sus ideas a toda Europa y a las Indias. La República francesa ocupa una posición hegemónica en el viejo continente; el aumento en su Marina fue el «leit motiv» de su política expansiva, y la corta de árboles, sobre todo de robles, fue necesaria para la construcción de sus unidades de guerra. Una política militarista e imperialista entró a saco en bosques franceses, y una nueva tecnología naval acompañó a las ingentes talas que se sucedieron.

Paralelamente a los planes de fomento de la Marina gala, se desarrolló una



Puerto de Tolón: Parque de Artillería (1755). Pintura de Claudio-José Vernet. Museo de la Marina, París

nueva tecnología en la arquitectura naval, fruto de los avances científicos propios del período ilustrado. La política francesa encontró una herramienta adecuada para llevar a puerto sus fines de hacer brillar a Francia en «la grandeur», por encima de España, Inglaterra, Austria y Holanda, desarrollando una gran Marina de guerra, que si no llegó a ser tan eficaz como la inglesa, sí fue suficiente para equilibrar, conjuntamente con la flota española, el poderío de aquélla.

El bosque fue almacén de productos de consumo, cuando aún las nacientes ideas selvícolas y conservacionistas no habían calado en el tejido social. La política forestal era netamente explotadora de los recursos del bosque.

Así, Père Fourmier, en 1643, publica su *Hydrographie*, y años más tarde, en 1671, se constituye el «Conseil de Construction» de navíos para los arsenales reales de Brest, Tolón y Rochefort, nombrándose un «premier maître charpentier» en cada puerto, tres años más tarde. Aparece en 1677 la *Architecture Navale* de Dassiè y en 1689 la *Theorie de manoeuvre de Waisseaux* de la que es autor el Chavalier Reman, ya en las postrimerías del siglo XVII, y Père Hoste publica la *Theorie de la Construction de Waisseaux* (1697) (5). Por esas fechas se tiene el concepto de centro de gravedad, se hacen los primeros estudios sobre la resistencia hidráulica al avance del buque, se tiene una vaga idea sobre el metacentro y la altura metacéntrica y se adquieren nociones sobre estabilidad y energía cinética.

El siglo XVIII presenta, respecto al anterior, notables adelantos en la ciencia y la tecnología de la arquitectura naval y la navegación, así Bernuilli publica en 1738 su *Traité d'hydrodynamique* pudiéndose evaluar la capacidad de carena de un navío, así como los equilibrios de masas y volúmenes. Ya en 1717, se había creado el puesto y la función de «chef des constructeurs» para cada arsenal, y en 1740, Duhamel du Mouceau, inspector de Marina, crea la Escuela de Constructores de París. Seis años después, Bourguer da luz a su *Traité du Navire...* (6), y en 1752, Duhamel publica *Elements D'Architecture Navale*. Para entonces, la Marina Real francesa conoce las bases de cálculo de los centros de carenas y de gravedad, se pueden calcular los volúmenes de carenas y de desplazamiento, el balance náutico, se descubre el metacentro y el desarrollo metacéntrico, se hacen estudios sobre la posición del centro vélico (7) y se hacen planes de gobernabilidad de las naves. Ese mismo año de 1752 se crea la Academia de la Marina. Lemonnier, en 1779, traduce al francés el *Tratado para la construcción de navíos* de Chapman, aunque con retraso, pues el inglés lo publicó en su país en el año 1768. Con anterioridad, se habían puesto en vigor las *Ordonnances* de 1765 (8). Ya se efectúa el cálculo del centro de carenas, y más tarde, en 1775, Abbé Bossut publica *Traités d'hydrodynamique*, levantándose ya planos de detalle de los navíos, aunque se llega a una

(5) GAY, Jacques: «De ce qui conditionne les qualités nautiques des vaisseaux». *Evolution de la connaissance du XVII^e au XIX^e siècle*, 1990.

(6) *Traité du navire, de sa construction et de ses mouvements*, 1746.

(7) Centro del velamen de un buque.

(8) *Ordonnance du 26 mars 1765*, en que se organiza y jerarquiza el cuerpo de ingenieros constructores de la Marina Real francesa.

posición errónea del centro vélico. Ya existen en Francia, a partir de 1768, ingenieros en construcción naval, construyéndose en 1786 navíos de primer rango o de tres puentes.

Aparece entre 1783 y 1786 la *Encyclopédie Methodique* (9), y Vial du Chairbois, en 1787, lanza su *Traité Elementaire*; ya entrando en el siglo XIX y próximos al ocaso de los buques de madera (10) Bourdé-Villehuet da a luz su obra *Le Manoeuvrier*, llegándose a la conclusión de la imposibilidad de cálculo del centro vélico.

La primera gran ordenanza que determina las condiciones de explotación de los bosques del Reino de Francia, y en especial de sus robledales, nace de la mano de Juan Bautista Colbert en el año 1669 (*Ordonnance sur le fait de Eaux et Forêts*), continuada con la de 1689, que sirvieron de ejemplo y guía para dictar Fernando VI, siendo ministro el marqués de la Ensenada, la *Real Ordenanza para el gobierno de los montes y arbolados de la jurisdicción de Marina*, mandada observar en 1748 (11).

En la ordenanza gala de 1689 se determinan los límites geográficos de los bosques sujetos al fuero de la Marina en 15 leguas de la costa (72 kilómetros) unos, y seis leguas de los ríos navegables (29 kilómetros), otros.

Los árboles, en general robles, eran marcados en un pie con el ancla bordada con la flor de lis y con las iniciales MF (*Marine de la France*), operación ésta, la del marcado, que como se especifica en las ordenanzas, se efectuaba de octubre a marzo.

(9) Trabajos del abad Bossut sobre hidrodinámica, así como los de Jorge Juan sobre resistencia de fluidos. JUAN, Jorge: *Examen marítimo teórico práctico o tratado de Mecánica aplicada a la construcción, como cimienta y manejo de los navíos y demás embarcaciones*. 1771. El diseño busca conseguir buques más reducidos y técnicamente mejor ligados y ensamblados, disminuyendo la obra muerta. En cuanto a la tecnología de la madera, se dan normas para la consecución de maderas más seleccionadas y mejor tratadas en el secado y conservación.

(10) OZOMAN, Didier: *Historia de España*. Espasa-Calpe. Tomo 29. 1985: «(...) La gran longevidad de muchos navíos hizo que su puesta en servicio continuara muy entrados en el siglo XIX; así dos navíos del «apostolado», el *Guerrero* y el *Soberano*, de 70 cañones ambos, que fueron botados en El Ferrol en 1755, siguieron en servicio hasta 1844 y 1854, respectivamente (...)».

(11) Las ordenanzas para la conservación y aumento de los montes de la Marina de 31 de enero de 1748 sufrieron modificaciones en su aplicación en el territorio peninsular, y así, una Real Cédula dictada el 28 de junio de 1749 establece una ordenanza particular para los montes y plantíos de la provincia de Guipúzcoa (*Novísima recopilación...* Libro VII, Título XXIV, Ley XV). La Junta del Señorío de Vizcaya aprobó el 18 de julio de 1752 una ordenanza particular para los montes vizcaínos. Más tarde, en 1757, Navarra aprueba una ordenanza especial para sus montes, acomodada al «espíritu de sus fueros, leyes, usos y costumbres de aquel reino» (*Novísima recopilación...* Libro VII, Título XXIV, Ley XXVI). En las Indias no se puede decir que hubiera un cuerpo de doctrina que regulara la riqueza forestal al interés de la Marina, ni una tecnología para los aprovechamientos. Sólo se puede hablar de groseros inventarios forestales con el fin de ubicar o no unos astilleros (ver Clayton, L.A., 1978): *Los astilleros de Guayaquil colonial*, y Laviana Cuertos, M. L., 1987: *Guayaquil en el siglo XVIII. Recursos naturales y desarrollo económico*. No obstante, los astilleros de La Habana fueron los más importantes del imperio español durante el período comprendido entre 1730 y 1749, con 33 navíos (ARANDA y ANTÓN, Gaspar de: *Los Bosques Flotantes*, 1990). Otros autores cifran en el período de 1724 a 1794 la construcción de 125 buques de guerra, entre ellos 14 fragatas y 53 navíos de tres puentes. (RODRÍGUEZ FERRER, Manuel: *Naturaleza y civilización de la grandiosa isla de Cuba*, 1876.)

Las maderas más solicitadas para la construcción de buques para la Armada Real de Francia eran de *le chêne blanc à glands à tiges longues* y *le chêne rouvre à gland presque sans tige* (12), haciéndose la distinción, en cuanto a la calidad de las maderas para la Marina, entre las llamadas *les bois maigrés* y *les bois gras*. Las primeras eran consideradas de la mejor calidad, aunque muy sensibles al estado higrométrico, hinchándose y retrayéndose, siendo su empleo preferente para la construcción de la estructura del buque. En cambio, *les bois gras* son poco sensibles a las variaciones higrométricas, por lo que su empleo es para forrados.

La corta de los robles se efectuaba en la luna nueva, y la saca y desembosque se hacían generalmente en el invierno, con la madera ya escuadrada (primera labra), en arrastre de sangre y por flotación o cargada en buques a través de los caudalosos ríos franceses hasta los astilleros y arsenales de la costa.

Así, al arsenal de Brest llegaban las maderas a través del río Sena. De los bosques de Aquitania y Las Landas partían las maderas en urcas (13), bordeando la Bretaña y la Normandía, hasta los astilleros de L'Havre. Ciertas maderas, provenientes de los bosques de Hainaut y de Cambresis, llegaban a través del río Escalda y los canales de Gante y Brujas, al puerto de Ostende, y desde ahí eran transportadas por mar a Brest.

El gran arsenal de Rochefort recibía las maderas de roble de los bosques de Poitou y L'Aunis a través de los puertos de Bourgneuf, des Sables d'Olonne y de La Rochelle.

En el sur, el arsenal de Tolón, siempre con dificultades para su aprovisionamiento de maderas para la construcción naval, se abastecía en los bosques de la Provençe, del Dauphiné y del Haut-Languedoc y, a veces, de la Champagne y d'Alsace, además de aprovisionarse de maderas de países extranjeros, como Grecia, Morea, Albania e Italia, principalmente.

El consumo de madera para la Armada Real francesa durante los siglos XVII y XVIII era de roble en un 90 por 100, siendo el resto madera de resinosas, como pinos y abetos. En cuanto al diseño de su arquitectura naval, se utilizaban maderas en piezas curvas y rectas, además de ligazones; las primeras representaban un 30 por 100 de la madera labrada y puesta en obra. El aprovisionamiento y recibo de estas maderas se hacía según plantillas y tablas de tarifas, que se establecieron en 1756, en las que se determinaba según diseño las holguras y dimensiones admisibles de las piezas, siendo las de mayor dimensión la quilla, que podía alcanzar 50 pies (16,20 metros), con una sección cuadrada de 20 pulgadas (54 centímetros), y entre las piezas curvas, un codaste de hasta 20 pies de desarrollo, formando ángulo de 90 a 100 grados.

Las ordenanzas establecen las normas para el labrado en escuadra de la madera, también llamado de primera labra, trabajo que se hace en el tajo de corta o en el acopio del bosque, tanto para las piezas rectas como para las cur-

(12) El primero es el *Q. robur*, sin. *Q. pendunculata*, en cuanto al segundo, debe ser el *Q. petrae*, sin. *sessiliflora*, pues resulta difícil que sea el *Q. roubra*, de origen americano y llamado en los tratados «le chêne rouge».

(13) Buques mercantes de bajo bordo; se utilizaban, en general, para el transporte de grano. Etimológicamente, la palabra urca es de origen holandés.

vas. En cambio, los ingleses efectuaban el escuadrado en el propio arsenal, en donde disponían de mejores herramientas, y los holandeses apuraban la labra en el monte al máximo para aligerar el transporte. En España, se siguieron las indicaciones y prácticas francesas, a través de las publicaciones del célebre Duhamel (14). La tosquedad de las herramientas y la falta de un conocimiento adecuado de las propiedades mecánicas de las maderas, por lo que las alburas, en muchos casos, eran desechadas, y la falta de técnicas de conservación, unido a deficiencias profesionales de los hacheros, hacía que la madera utilizada en los arsenales y astilleros fuera a lo sumo un 50 por 100 de la cortada en el bosque.

Colbert, sobre la base de las ordenanzas de 1689, programa la construcción de 222 buques, de los cuales 120 son navíos de 1.^a a 5.^a clase (15), esti-

(14) DUHAMEL: *op. cit.*, «(...) Les chênes que ont crû les pays chauds et secs sont plus durs, plus compactes et moins sujets a la pourriture que ceux des pays froids; mais ces derniers ont l'avantage d'être d'une plus belle taille, et de pouvoir etre employés comme pièces de grandes dimensions. (...) Les arbres qui ont crû sur le penchant des montagnes, aux bords des futaies, dans les lisières; ceux qui sont isolés, et ceux des haies et des pâlis, ont ordinairement un bois dur et de bonne qualité, mais rustique et rebonos, assez tranché et chevillé, quelquefois roulé, ce qui les rend inutilies pour la menuiserie, pour la fênte et meme pour le sorge; mais ces bois fournissent de bonnes pieces courbes».

(15)

CUADRO NÚMERO 1 Ordenanzas de la Marina francesa de 1689

Cat. nav.	n.º	Número de árboles de roble consumidos		Volumen de madera escuadrada		Volumen equivalente	
		Por nav.	total	Por nav.	Por nav.	Total	
1.º Rang.	12	3.100	37.200	78.000 p. c.	2.673 m ³	32.076 m ³	
2.º Rang.	24	2.600	62.400	60.000 p. c.	2.059 m ³	49.416 m ³	
3.º Rang.	36	2.400	86.400	50.000 p. c.	1.713 m ³	61.668 m ³	
4.º Rang.	30	2.000	60.000	40.000 p. c.	1.370 m ³	41.100 m ³	
5.º Rang.	18	1.500	27.000	25.000 p. c.	857 m ³	15.426 m ³	
Total	120	—	273.000	—	—	470.686 m ³	

Fuente: BOUDRIOT, Jean: «Propos sur les bois de marine sous l'Ancien Régime». *Neptunia*, n.º 182, 1991.

HERBIN DE HALLE, P.E: *Des bois propes au service des arsenal de la marine et de la guerre*. París, 1813. Ref. Tellés D'Acosta, «grand-maître des Eaux et Forêts» del departamento de Champagne, que publicó en 1780 un *Instructor sur les bois de Marine*. M. Goujou (de la Somme), autor de un memorial forestal bajo el título *Des bois propes aux constructions navales*. En el diccionario de términos en uso de la Marina que se acompaña, en la palabra «vaisseau», distingue los navíos de línea a partir de 50 cañones en clases: las fragatas en una 5.^a clase, los navíos de 50 a 60 cañones en 4.^a clase; y en cuanto a los navíos de primera clase, tienen tres puentes.

mándose el plazo medio de construcción de estas grandes unidades en ocho meses, con unas previsiones de vida útil de servicio de doce años.

Mediante las equivalencias del pie cúbico francés con el metro cúbico, tenemos que el Plan de Fomento de la Marina del Reino de Francia de 1689 requería unas necesidades de madera escuadrada de roble o de 1.^a labra de unos siete millones de pies cúbicos, o lo que es lo mismo, unos 240.000 metros cúbicos, cubicadas al 5.^o deducido (16). La estimación de madera de roble en pie con corteza se aproxima a los 370.000 metros cúbicos para un número de árboles que se cifran en 347.700, deduciéndose un volumen medio de árbol talado de 1,06 metros cúbicos.

Pero no hay que olvidar que se requerían piezas para quillas, que en navíos de 1.^a clase (100 cañones o más) de tres puentes tenían una sección de hasta 54 centímetros, y esto sólo se podía encontrar en robles de más de ciento cincuenta años y que, según las tablas de crecimiento del roble pedunculado, presentan una circunferencia media a la altura del pecho (1,30 metros) de 2,34 metros, o lo que es lo mismo, un diámetro de 75 centímetros y una altura del tronco (sin considerar ramas) de casi 10 metros, alcanzando un volumen, incluidas ramas y corteza, de algo más de cuatro metros cúbicos, y sólo de fuste rebasaban los 1,7 metros cúbicos.

(16) Salvo casos excepcionales (ver OZOMAN, Didier, *op. cit.*), esas previsiones de servicio francesas eran muy similares a las de los buques españoles. Gaspar de Aranda y Antón (*Los Bosques Flotantes*, pág. 79), haciendo referencia a J.P. Merino (*La Armada Española en el siglo XVIII*):

«Navíos fabricados de 1714 a 1724 12,6 años
 Navíos fabricados de 1725 a 1749 14,7 años
 Navíos fabricados de 1750 a 1774 31,6 años»

ARANDA y ANTÓN, Gaspar de: *Los Aprovechamientos Forestales en los Montes de la Jurisdicción de Marina en el siglo XVIII y comienzo del XIX*, T.D., 1990. Cap. 7.2. «Condicinamientos técnicos. La cubicación». La tasación y cálculo de volumen se hace por el quinto deducido:

$$V = \left[\frac{C - C/5}{4} \right]^2 \cdot H;$$

aforada la altura mediante plancheta.

Unidades:

Codo lineal = 2 pies = 0,5572 m

Codo² = 4 pies² = 0,3105 m²

Codo³ = 8 pies³ = 0,173060 m³

y a la inversa 5,778336 C³ = 1 m³

Otras equivalencias:

pie³ = 21.633 dm³

Medidas extranjeras; del siglo XVIII para uso de la Marina en el Reino de Francia:

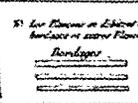
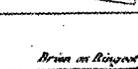
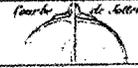
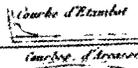
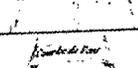
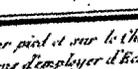
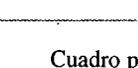
pie francés = 32,48 cm

pulgada francesa = 2,707 cm

línea francesa = 0,2256 cm

libra francesa = 0,490 Kg

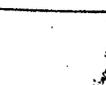
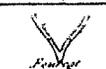
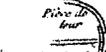
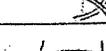
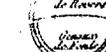
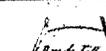
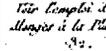
TABLEAU par Espèce, de la Configuration, Emploi, Dénomination, et Dimensions, qui servent avec uniformément au Tableau, extra

Configuration de la pièce		Son Emploi dans les constructions.	Dénominations.	Mètres et parties de Mètre en Décimales.			Échelle de l'épaisseur de la pièce par rapport à la largeur de l'épaisseur en parties décimales.
Sur pied	Sur le Chantier.			Longueur.	Largeur au milieu.	Épaisseur au milieu.	
	1 ^{re} Espèce. 		A... Quille	0,29 à 0,24	0,23 à 0,25	0,23 à 0,23	
			C... Éclanchet	0,19 à 0,20	0,25 à 0,25	0,23 à 0,23	
			F... Mèche de Gouvernail	0,22 à 0,23	0,23 à 0,25	0,23 à 0,25	
			A.A... Bordage	0,12 à 0,18	0,32 à 0,33	0,28 à 0,29	
			16... Plancans	0,54 à 0,28	0,32 à 0,29	0,32 à 0,29	
			XIX... Pointe	0,75 à 0,28	0,35 à 0,25	0,22 à 0,25	
			A.B... Brion ou Ringnot	0,25 à 0,74	0,23 à 0,23	0,23 à 0,23	
			M... Courbe de Atterreau	3,51 à 1,80	0,38 à 0,23	0,32 à 0,38	
			4... Courbe de Capucine	2,02 à 2,22	0,30 à 0,23	0,32 à 0,38	
			C.E... Courbe d'Éclanchet	0,85 à 0,22	0,21 à 0,23	0,38 à 0,23	
			3... Courbe d'Arceau	4,05 à 0,85	0,21 à 0,23	0,38 à 0,23	
			5... Courbe de Pont	2,92 à 0,89	0,32 à 0,23	0,32 à 0,23	
			4... Courbe de Tillac	2,92 à 2,22	0,38 à 0,23	0,28 à 0,23	
			H... Étrave	2,70 à 0,69	0,32 à 0,23	0,23 à 0,23 de 0,02 à 0,11.	

L'Échelle pour les Pièces sur pied et sur le Chantier est de 8 ou à 2000. ou en centimètres pour 10 Mètres.
 * Le peu d'épaisseur n'a pas permis d'employer l'échelle de 1/2000 pour la Colonne ou cet indique l'épaisseur de la pièce.

Cuadro por especie, configuración, empleo y dimensiones para el estal

Construction, d'après les proportions établies au tarif de Brest, du 16. Novembre 1765. réduites en mesures Métriques, de la Marine, le 15. Thermidor An 7. (2. Août 1799.)

Figure de la Pièce.		Son Emploi dans les Constructions.	Dénominations.	Mètres et parties de Mètre en Décimales.			Flèche de l'Arc des pièces par Mètre de la longueur de débors en dehors en parties Décimales de Mètre.	Observations de l'ouvrier de la construction de ces pièces.
Sur le Chantier.	Longueur.			Largeur en millim.	Épaisseur en millim.			
	Contre Étrave		D... Contre Étrave	582-27-26	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125.	
	Alèges de Cornières Cornières ou Estriés		H... Cornières ou Estriés XI... Alèges de Cornières	532-27-18 522-2-22	252-2-282 252-2-282	252-2-252 252-2-252	De 2. 282. à 2. 125. De 2. 282. à 2. 125.	De 2. 282. à 2. 125. jusqu'à 2/3 de son haut, sur les deux opposés de 2. 282. à 2. 125. en prenant pour centre de tous les arcs tout jusqu'à l'extrémité du pied. De 2. 282. à 2. 125. jusqu'à son haut, sur les deux opposés de 2. 282. à 2. 125. en prenant pour centre de tous les arcs tout jusqu'à l'extrémité du pied.
	Barre d'Arceau ou Lisec d'Hourdy		G... Barre d'Arceau ou Lisec d'Hourdy	222-2-282	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125. pour le diamètre de l'Arc De 2. 282. à 2. 125. dans le sens de haut	
	Fouret		V... Fouret	252-2-282	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125. pour le diamètre de l'Arc De 2. 282. à 2. 125. dans le sens de haut	
	Viranguis plate de Fond et de Porques		S... Viranguis plate de Fond et de Porques	522-2-282	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125.	
	Viranguis arcuée		T... Viranguis arcuée	522-2-282	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125.	
	Pièce de tour		O... Pièce de tour	522-2-282	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125.	
	Virglande		N... Virglande	252-2-282	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125.	
	Reservoir		B.S. Reservoir	252-2-282	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125.	
	Cornues de revers		P... Cornues de revers	252-2-282	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125.	De 2. 282. à 2. 125. jusqu'à 2/3 de son haut, et sur les deux opposés de 2. 282. à 2. 125. en prenant pour centre de tous les arcs tout jusqu'à l'extrémité du pied.
	Cornues de Fond		X... Cornues de Fond et de Porques	252-2-282	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125.	
	Bau de Tillac		III... Bau de Tillac	252-2-282	252-2-282	252-2-252	De 2. 282. à 2. 125.	
	Bau de Pont Demi Bau		K... Bau de Pont III... Demi-Bau	252-2-282 252-2-282	252-2-282 252-2-282	252-2-252 252-2-252	De 2. 282. à 2. 125. De 2. 282. à 2. 125.	
	Alèges d'Hubiers Alèges		E.C... Alèges d'Hubiers Q... Alèges	252-2-282 252-2-282	252-2-282 252-2-282	252-2-252 252-2-252	De 2. 282. à 2. 125. De 2. 282. à 2. 125.	

Départ inexact d'après

Estos navíos de tres puentes y más de 100 cañones consumían en su construcción más de 3.100 robles, con un volumen total de algo más de 2.500 metros cúbicos de madera escuadrada (17). Las exigencias de madera de roble para esta clase de navíos de línea, situados en las más altas cotas de prestaciones y fuego artillero, estuvo en Francia en constante evolución según los sucesivos diseños de Arquitectura Naval y así, en tiempo de Luis XIV, exigían 2.673 metros cúbicos de madera de roble, alcanzando en el reinado de Luis XVI la cifra de 4.797 metros cúbicos (18).

Volviendo al valor del volumen medio del árbol de roble cortado para la confección de piezas para los navíos, se deduce de las tablas de crecimiento francesas que la edad de los árboles estaba comprendida entre los 100 y 150 años. Por esa razón, en las masas francesas de robles que se aprovechaban a turnos de 100-200-300 años para su empleo en la construcción naval, el turno estaba entre los 150 y los 200 años. Por entonces, la Marina Real de Francia se apropiaba del 58 por 100 de la producción anual de maderas de roble (19).

Más tarde, el reglamento de 1786 prevé la construcción de 240 buques, necesitándose para dicha empresa unos 11,3 millones de pies cúbicos de madera de roble labrada, o lo que es lo mismo, 387.000 metros cúbicos, que en madera en pie alcanza los 600.000, cifra ésta muy próxima a la producción, por entonces, de madera de los robledales del Reino de Francia. Este ambicioso programa se concibió para diez años, para una disponibilidad de madera en astillero de 60.000 metros cúbicos anuales (20).

(17) ARANDA Y ANTÓN, Gaspar de: «Reflexiones. “Cuando los montes eran de la Marina”». *Revista de Historia Naval*. Año IX, n.º 33, 1991. «(...) De Artiñano tenemos dos referencias; la primera es la cantidad de madera de roble necesaria para la construcción de un navío de 70 cañones, que cifra en unos 10.000 codos cúbicos de madera labrada. Haciendo la correspondiente conversión a unidades métricas, resultan casi 2.000 metros cúbicos de madera de roble labrada. La estimación de madera en rollo y en pie a partir de la madera labrada es difícil de determinar, por la forma en que se realizaban las extracciones en el monte, tanto en el apeo como el desembosque. Además, el sistema dendromórfico *ad hoc* para la Marina ocasionaba elevadas pérdidas en residuos del producto. En base a valores obtenidos de tablas de reconversión, se puede estimar la relación madera labrada a madera en pie de 0,65. (...) Aplicando el citado coeficiente resultan unos 3.000 metros cúbicos de madera de roble en pie para la construcción de un navío de 70 cañones, sin especificar el diseño. (...) La segunda referencia dice que un navío de tres puentes consume en una construcción algo más de 180.000 pies cúbicos de madera. Como la madera de roble es aproximadamente el 45 por 100 de la madera total empleada, según se deduce de los estados de construcción de navíos en el siglo XVIII, podemos estimar en algo más de 1.800 metros cúbicos la cantidad de madera de roble necesaria ya labrada, que pasada a madera en pie se cifra también en casi 3.000 metros cúbicos. (...) Por tanto, todas las fuentes nos conducen a una cifra media próxima a los 3.000 metros cúbicos para un navío de porte medio. (...) Hay que hacer la consideración de la variabilidad del consumo de madera de roble en un navío según su diseño de arquitectura naval, su porte y facilidad o no de encontrar la madera apropiada...».

(18) BOUDRIOT, Jean: «Propos sur les bois de Marine sous l’Ancien Regime». *Neptunia*, n.º 182, 1991.

(19) GONZÁLEZ VÁZQUEZ, E.: *Selvicultura*, Madrid, 1948. Respecto a las cortas rasas: en las ordenanzas austriacas de 1786 ya se reconocían las cortas a hecho, seguidas de repoblación, como un método general de regeneración de montes. En Alemania, E. Cotta, en 1811, sistematizó las cortas rasas progresivas con reproducción diseminatoria lateral (cortas a hecho por fajos). En general, fue en el siglo XVIII cuando en Europa se practicaron las cortas rasas seguidas de repoblación. Esta práctica proliferó en Francia con masas de robles, así como en Checoslovaquia y Suiza.

Todas estas cifras empuqueñecen el plan concebido entre 1754 y 1759 por el marqués de la Ensenada, en razón de una previsión de construir 48 navíos con un consumo de madera de roble estimado en 140.000 metros cúbicos.

En este fugaz recorrido por la historia de Francia durante los siglos XVII y XVIII, en lo que más tarde se llamó «L'ancien Regime» y en España la Ilustración, ha puesto de manifiesto la importancia que la política y la tecnología naval tuvieron en el destino de los hermosos robledales franceses, de manera similar al de nuestros bosques de carballones de la cornisa cantábrica.

UGARTE LAISECA, Jesús: Cuadros de producción.

Valores modulares medios
del Q. Petreae

H	O	V	Cm
5	15	0,080	
8	20	0,110	0,44
12	30	0,320	
15	40	0,730	
18	50	1,340	
21	60	2,150	
25	70	3,160	0,33

H = Altura del árbol (en metros).

O = Diámetro normal del árbol a 1,30 (en cm).

V = Volumen del árbol en m³.

Cm = Coeficiente mórfico.

Cuadro número 2
Crecimiento del roble

Edad (años)	Circunfer. (mm)	Diám. (cm)	Altura (m)	Volumen (m ³)	
				con ramas	sin ramas
80	1.397	44	6,50	0,43	0,17
90	1.524	49	8,12	1,52	0,60
100	1.676	53	8,77	1,92	0,76
120	2.130	68	9,74	3,51	1,40
150	2.340	75	9,74	4,28	1,71

(20) BAUER, E.: *Los Montes de España en la historia*. MAPA. Madrid, 1980, p. 170:

«... en Francia, una ley del siglo pasado, ordenó, que se dispusiera de una reserva de madera para diez años, lo que supondría almacenar nada menos que 400.000 m³ de roble y 200.000 m³ de pino... ». Parece que Bauer, según las cifras que maneja, se refiere al programa naval galó amparado por el Reglamento de 1786.