

Aportación de Cataluña a la arquitectura naval

Valor tecnológico de los veleros del siglo XIX

Francisco Fernández González

Aportación de Cataluña a la arquitectura naval

**Valor tecnológico de los veleros
del siglo XIX**

Edita: Museu Marítim de Barcelona i Angle Editorial

© d'aquesta edició: Museu Marítim de Barcelona

© dels textos: Francisco Fernández-González

© de les fotografies: Museu Marítim de Barcelona i Francisco Fernández-González

Foto de coberta: Museu Marítim de Barcelona

Maquetació i producció: Angle Editorial, SL

Impressió: Liberdúplex, SL

ISBN: 978-84-92758-19-7

Dipòsit Legal: B-36772-09

Aquest llibre compta amb la col·laboració del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos (Delegación de Cataluña) i de FOMAR (Fundación Iberoamericana para el Fomento de la Cultura y la Ciencias del Mar).

Queda totalment prohibida la reproducció total o parcial d'aquest llibre, així com la seva incorporació a un sistema informàtic, o la seva transmissió a cap format, sigui electrònic, mecànic, fotocòpia, gravació o per altres mètodes, sense el permís previ o per escrit dels titulars del *copyright*.

Aportación de Cataluña a la arquitectura naval

Valor tecnológico de los veleros del siglo XIX

Francisco Fernández-González

A mis nietos, los nuevos mareantes

*Los marineros de canosa frente,
estatuas que ha esculpido su garra omnipotente,
pasan como hombres tipos a la orilla del mar;
llevan en sus pupilas el misterio
y tienen un hablar de magisterio,
mamado en su nodriza, la recia tempestad.*

EDUARDO MARQUINA, «Se pinta el mar»

ÍNDICE

Presentación	11
Agradecimientos	19
Portulano	21
PARTE PRIMERA	
Los barcos catalanes	27
Los modelos del Museu Marítim de Barcelona	45
Los planos del Museu Marítim de Barcelona	57
Los reglamentos	87
Los análisis	105
PARTE SEGUNDA	
Los tipos de barcos	149
El arqueo	179
Las especificaciones	207
La construcción	239
Las maderas navales	277
Bibliografía consultada	281

Este libro contiene un CD-Rom que complementa la información del libro con: un apéndice con cinco capítulos más (los barcos americanos, las navegaciones, la técnica y la ciencia naval, la coyuntura comercial marítima y los libros técnicos) así como otros materiales y fotos complementarios con listas de barcos, formas y planos, correlaciones y datos del siglo.

Presentación

*Some books are to be tested,
others to be swallowed,
and some few to be chewed
and digested.*

FRANCIS BACON, *Essays of Studies*

Con este libro, el Museo Marítimo de Barcelona presenta el desarrollo de los trabajos, el alcance y los resultados de la investigación titulada *Aportación de Cataluña a la Arquitectura Naval: Valor Tecnológico de los Veleros del Siglo XIX*, objeto de la II Beca-premio de Investigación Monjo i Pons, concedida al autor por el Museu Marítim de Barcelona y el Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos.

El objetivo marcado para este proyecto era valorar las características de los barcos de vela y madera construidos en Cataluña, en relación con la arquitectura naval.

La investigación se ha desarrollado a través de varias etapas que han dado lugar a tareas específicas cuyo contenido resumimos aquí:

- Identificación de los veleros de madera botados en Cataluña entre 1801 y 1900.
 - Obtención de las listas de barcos de diversos autores catalanes.
 - Confección de listas de buques incluidos en diversos registros de buques.
 - Comparación de las diversas listas.
- Identificación de las formas y otros datos de su arquitectura naval.
 - Medición en 3D de los medios modelos del Museu Marítim de Barcelona (MMB).
 - Obtención de planos de formas de otras fuentes.
- Identificación de las dimensiones principales.
 - Dimensiones en las listas de barcos identificados.
 - Dimensiones en los registros de buques.
 - Medición de imágenes de barcos de Lloret de Mar.
- Selección de los barcos más notables.
 - Análisis de los datos de los barcos registrados en los EE.UU.

- Búsqueda de relaciones entre los datos de todos los barcos identificados.
 - Análisis estadístico mediante correlaciones y regresiones lineales.
 - Valores representativos de la arquitectura naval.
- Análisis del estado del arte de la construcción naval en Cataluña.
 - Comparación con el resto de España, resto de Europa y los EE.UU.
 - Estudio de las obras de arquitectura naval utilizadas en el siglo.
 - Valoración de la obra de J. Monjo i Pons en relación con las de otros autores.

Identificación de los veleros

Se han utilizado las fuentes siguientes:

- Lista de Emerencià Roig en *La marina catalana del vuitcents*.
 - Enumera 412 barcos construidos entre 1850 y 1870 en Cataluña.
- Lista de Agustí Maria Vilà i Galí en *La marina mercant de Lloret de Mar*.
 - Describe 137 barcos de más de 45 t construidos en el s. XIX.
- Lista de J. Ricart i Giralt publicada en 1924.
 - Contiene 740 barcos construidos en Cataluña.
- Lista de J. Llovet en *Constructors navals de l'èxprovincia marítima de Mataró*.
 - Presenta 508 barcos catalanes mayores de 50 t.
- Lista de Francisco de P. Colldeforns en *fichas manuscritas* del MMB.
 - Describe 503 barcos en 750 fichas. No incluye los de Blanes.
- Lista confeccionada a partir de los registros de buques de los EE.UU.
 - Entre 1857 y 1900 registra 229 barcos catalanes, de unos 19.000 anuales.
- Lista compilada a partir de la *Lista de Buques de España* de 1873.
 - Con 3.680 buques matriculados, de ellos 729 en Cataluña.

Identificación de las formas y arquitectura naval

Se han conseguido las formas de 65 barcos para su estudio, a partir de varias fuentes.

En primer lugar, se ha conseguido la restitución de las formas en 3D de 41 medios cascos de la colección del MMB. Ante la carencia de otros datos sobre las formas de los veleros, esta tarea se convirtió en esencial para esta investigación. Por una parte, interesaba determinar el valor técnico de los modelos, en qué medida reflejaban formas reales; por otra parte, con sus formas se podría juzgar la concepción arquitectónica naval de los constructores.

Para restituir las formas, se ha desarrollado un procedimiento propio que nos ha permitido obtener las formas de las cuadernas de los medios cascos construidos como «modelos de *drassana*» (es decir, con cuadernas vistas), mediante el procesado de fotografías digitales tomadas desde posiciones elegidas, con programas informáticos creados por el autor.

Se han obtenido así las formas de 41 medios cascos del MMB que, previamente, se habían seleccionado como los más apropiados para esta investigación.

A esta colección de formas se han añadido las formas de otros 24 barcos del siglo XIX, sacadas de varias fuentes contemporáneas: del propio MMB (14), de F. Chapman (4), de J. Boudriot (3), de Etroyat (1), de C. L. Ugglá (1) y de J. Monjo (1). Esta segunda colección de formas ha servido para estudiar las correspondencias entre éstas y los modelos del MMB, y para valorar éstos en el conjunto.

Identificación de las dimensiones principales

Las listas de barcos que se han compilado contienen las dimensiones o las características principales que han servido para estudiar algunos aspectos de su arquitectura naval.

Para cada tipo de barco se han estudiado sus medidas fundamentales: eslora, manga, puntal y arqueado.

La medición del arqueado ha merecido una atención especial para determinar el significado de las cifras con las que se registra el porte de los barcos en diferentes listas, a lo largo del siglo, tanto en España como en los EE.UU.

A las dimensiones de los barcos que se citan en las listas, se han añadido las que resultan de las medidas tomadas de las imágenes (pinturas) que reproduce A. M. Vilà i Galí en su libro citado, de las que se han obtenido, además, las características de la arboladura y del velamen de 67 barcos.

El estudio de estas imágenes ha demostrado su valor como fuente de información de la arquitectura naval de los veleros que representan.

Selección de los barcos más notables

Además de las referencias históricas a alguno de los barcos, se ha considerado como valor de un barco el que estuviera registrado en los EE.UU. y los años de servicio en el comercio transatlántico. Dos razones apoyan esta decisión.

Desde hace siglos se admite que el tráfico marítimo del Atlántico norte es el que demanda más calidad en los barcos que surcan esas aguas, por lo que podemos asumir que los barcos catalanes que navegaron en esas rutas tenían una construcción adecuada. Por otra parte, los barcos que pudieron competir durante décadas con los de otras naciones y los vapores en los puertos más activos entonces, como eran los de los EE.UU. y de las Antillas, demostraron tener una arquitectura naval de un nivel superior.

A estas razones específicas podemos añadir un hecho contrastado en esta investigación: que son los registros de barcos americanos los que recogen el mayor número de barcos de vela y de madera en la segunda mitad del siglo, y que sólo en ellos se registran los barcos catalanes que nos interesan. En efecto, no hemos encontrado registros españoles ni europeos tan numerosos ni que recojan tantos datos como los americanos que hemos utilizado en esta investigación.

Cálculo de relaciones entre datos

Se han realizado estudios estadísticos de todos los barcos identificados, de sus dimensiones y sus portes, agrupándolos por tipos en cada lista.

Se ha aplicado la regresión lineal para buscar grados de correlación entre diversas características y algunas combinaciones de ellas, y también para conocer las relaciones que puedan marcar las preferencias de los constructores catalanes en relación con los aspectos que definen la arquitectura naval de los veleros de madera.

En total, se han cotejado entre sí 30 parámetros, lo que ha producido 435 líneas de regresión y otros tantos coeficientes de correlación para los 65 planos de formas que se han identificado.

De modo similar se han tratado las dimensiones de las diferentes listas de barcos de los que no se tenían las formas, y se han valorado las relaciones entre ellas, lo que permite juzgar la construcción naval catalana desde otros supuestos.

Análisis de la construcción naval en Cataluña

A partir de las dimensiones de las listas de barcos de los registros americanos hemos podido comparar los barcos construidos en Cataluña con los del resto de España, con los del resto de Europa y con los construidos en Norteamérica.

Se ha realizado un estudio especial con los barcos matriculados en España que recoge el libro de 1883 del Record of American and Foreign Shipping, por ser éste el año en que más barcos catalanes y españoles se registraron en los EE.UU.

El resultado del contraste estadístico y la estimación de medias y desviaciones, muestra con un grado de significación muy elevado que en Cataluña se construían barcos que seguían las mismas pautas que los barcos norteamericanos y que se apartaban de las preferencias del resto de España y de Europa. Coincide esta apreciación con el uso preferente de maderas americanas para las construcciones más exigentes, como atestiguan varios contratos del tercio central del siglo XIX.

La tecnología de las construcciones catalanas se ha contrastado con la utilizada en otras partes de España y en los EE.UU. utilizando como muestra los datos de los contratos de construcción de varios barcos representativos.

Teniendo en cuenta la aportación de J. Monjo i Pons a la arquitectura naval española y más específicamente la influencia de sus enseñanzas en la construcción naval en las costas de Cataluña, hemos llevado a cabo un análisis de los conocimientos, de las teorías y de las prácticas que enseñaban otros autores notables cuyas obras eran utilizadas como textos de referencia en los países con una construcción naval más avanzada.

Sabemos que Monjo había obtenido los libros de varios autores extranjeros, y que había traducido el de Uggla. El objetivo de nuestro análisis ha sido encontrar las coincidencias y las diferencias entre las obras de Monjo y los demás autores y, al mismo tiempo, identificar

qué enseñanzas pudieron haber guiado a los constructores catalanes del ochocientos. Los autores cuyas obras de arquitectura naval o de construcción naval hemos analizado son, por orden cronológico de sus publicaciones, los 15 siguientes:

Jorge Juan (1771), estudiado por J. Monjo.
Fredrik av Chapman (1775), citado y seguido por J. Monjo y por otros autores.
Vial de Clairbois (1787)
Hutchinson (1794)
Rees (1819)
Knowles (1822)
Roldán (1831)
Mazaudier (1835), citado y seguido por J. Monjo.
Ugla (1848 y 1856), traducido por J. Monjo.
Griffiths (1850), padre de los mejores clíperes americanos.
Maizière (1853)
Mazaudier y Lombard (1853), edición en español; lo sigue J. Monjo.
Monjo i Pons (1856), primer texto de arquitectura naval mercante.
Etroyat (1863)
Russell (1864), obra insigne de la «nueva arquitectura naval».

Objetivos

La independencia de los virreinos americanos en el primer cuarto del siglo XIX supuso un cambio de coyuntura en el tráfico marítimo de España con América. La liberación del comercio que se produjo en el último cuarto del XVIII había despertado las iniciativas empresariales peninsulares y muchos puertos se abrieron al tráfico indiano.

La eclosión de la navegación que tuvo lugar sólo tiene parangón con las mejores flotas de Indias del XVII y, a lo largo de un siglo, se multiplicarán las gradas de fortuna y los astilleros de ribera en la Península y en los archipiélagos.

En esta coyuntura, los empresarios y los comerciantes catalanes aprovechan las ventajas que les permite el tráfico marítimo para volcar su actividad en el reducto español del Caribe, los jóvenes EE.UU. y las recientes repúblicas del Plata.

Durante casi un siglo, Cataluña destaca por la cantidad de sus barcos y también por su calidad. Mientras que en Cantabria y Vascongadas es práctica habitual importar barcos de otras naciones, la mayoría de

los mejores barcos catalanes nacen a la mar en sus playas, desde Rosas y Palamós hasta Vilassar y Premià.

El estudio de la arquitectura naval de los veleros catalanes del XIX era el objetivo central de este proyecto y un reto atractivo para un estudioso de la historia de la tecnología. Desde los primeros 90 he tenido la ocasión de recorrer la costa desde Cadaqués hasta Tarragona, visitando museos y archivos locales, conversando con sus investigadores y familiares de los dueños de *drassanes* desaparecidas, buscando datos y recuerdos de aquellos veleros. Así he podido apreciar el enorme esfuerzo que autores entusiastas y especialistas en el tema han venido realizando para recopilar la historia de los barcos catalanes del ochocientos y ofrecérsela a los estudiosos. Estos trabajos, prolongación de otros meritorios tratados anteriores a 1900, constituyen unas fuentes de referencias inapreciables e imprescindibles para todo empeño de investigación posterior.

Sin embargo, nos faltaba un estudio sistemático y profundo de la tecnología que aquellos barcos incorporaban, valorándola desde el punto de vista de la ingeniería naval y aplicando los criterios propios de esta rama de la ingeniería. En este proyecto, nos proponíamos estudiar las obras salidas de las manos de los *mestres d'aixa*, a veces con la ayuda de técnicos graduados, para valorar su arquitectura naval, utilizando para ello una doble aproximación. En un enfoque sincrónico, pretendíamos comparar los barcos catalanes con los navíos similares que se construían en otras costas españolas (el Cantábrico y las islas, principalmente), así como en otros países europeos y en los EE.UU. Como complemento, el estudio diacrónico de esos barcos nos permitiría poner en valor su tecnología a la luz de los desarrollos que tuvieron lugar a lo largo del siglo XIX, y conocer cómo la madera y la vela sobrevivieron con eficacia en su confrontación con el hierro y las máquinas. Ambos estudios se apoyarían en los textos y manuales de la época, tanto españoles como extranjeros. Entre estos últimos, resultaban inexcusables las páginas que escribieron los creadores de otros tipos de veleros, como fueron los clíperes y las goletas de finales del siglo.

Fuentes

Para este proyecto era necesario acudir a fuentes de diversa índole, en España y en el extranjero. Además de las fuentes impresas que se relacionan en la bibliografía, se preveía consultar, y se han consultado en diferentes etapas, los museos y bibliotecas siguientes:

Archivos históricos y municipales de: Arenys, Barcelona, Blanes, Gerona, Lloret, El Masnou, Mataró, Tortosa y Vilassar.
 Boston's Historic Sailships Festival, Boston, MA (EE.UU.).
 Cámara de Comercio, Industria y Navegación, Biblioteca, Barcelona.
 CEHOPU, Biblioteca, Madrid.
 Charlestown Navy Yard, Boston, MA (EE.UU.).
 Colegio de Ingenieros Industriales, Biblioteca, Barcelona.
 Custom House Maritime Museum, Newburyport, MA (EE.UU.).
 ETSICCP de la UPM, Biblioteca, Madrid.
 ETSINavales, UPM, Biblioteca, Madrid.
 Facultad de Derecho de la UCM, Biblioteca histórica, Madrid.
 Fundació Catalana per a la Recerca, Barcelona.
 Hemeroteca Municipal, Madrid.
 Mariners' Museum, Newport News, VA (EE.UU.).
 Maritime Center & Museum, Portland, OR (EE.UU.).
 Maritime Heritage Center, Gloucester, MA (EE.UU.).
 Maritime Heritage National Park, San Francisco, CA (EE.UU.).
 MIT Museum, Cambridge, MA (EE.UU.).
 Musée de la Marine, París (FR).
 Museo del Mar y de la Sal, Torre Vieja.
 Museo Marítimo del Cantábrico, Santander.
 Museo Marítimo, Luanco, Asturias.
 Museo Naval, Madrid.
 Museu Marítim (Drassanes Reials), Barcelona.
 Mystic Seaport Museum, Mystic, CT (EE.UU.).
 National Maritime Museum, Greenwich (UK).
 Peabody Maritime Museum, Salem, MA (EE.UU.).
 Shipbuilding Museum, Essex, MA (EE.UU.).
 Sociedad La Cosmológica, Santa Cruz de La Palma.
 Sociedad Oceanográfica de Guipúzcoa, San Sebastián.
 South Street Seaport, New York City, NY (EE.UU.).
 Untzi Museoa-Museo Naval, San Sebastián.
 Whaling Museum, Nantucket, MA (EE.UU.).
 Whaling Museum, New Bedford, MA (EE.UU.).

Agradecimientos

Esta investigación ha sido posible por el patrocinio del Museo Marítimo de Barcelona y el Colegio Oficial de Ingenieros Navales en Cataluña. Roger Marcet i Barbé, director del MMB, y José María Sánchez Carrión, decano territorial del COIN-Cat, depositaron en este autor la confianza para emprender la travesía que ahora arriba a puerto. A ellos, mi gratitud más cordial y duradera.

Pero toda navegación compleja requiere manos a bordo, y en cubierta pude contar con el apoyo permanente y la guía oportuna de Enrique García Domingo, jefe del Centro de Documentación Marítima del MMB, cuya labor como contraemaestre de esta empresa aportaba la energía necesaria para llevarla a término. Sus conocimientos sólo se pueden comparar con la ilusión que ha puesto para conseguir nuestros objetivos y el espíritu abierto y solidario con que siempre lo ha hecho.

No ha sido menor la ayuda especializada de María Dolores Jurado y de Inmaculada González, excelentes profesionales y cabaes conocedoras de los muchos tesoros y bienes culturales del MMB. Ellas me han ayudado a localizar los modelos de los barcos y los planos que necesitaba y se han sumado a esta aventura, hurtando tiempo a la incesante actividad de sus tareas en el Museo.

No puedo dejar de incluir en mi recuerdo agradecido a otros profesionales del MMB: Olga López Miguel, coordinadora; Silvia Dahl Termens, bienes culturales; Rosa Busquets, bibliotecaria; Jordi García García, técnico de bibliotecas; Javier Aznar Colet, técnico documentalista, y Alfredo Jaén Muniesa, técnico delineante. Todos ellos han contribuido a la andadura de este proyecto. Por encima de su dominio profesional tengo que agradecer su pronta disposición para atender mis consultas y la gentileza con que me han ofrecido su orientación para navegar por el Museo.

Por último, agradezco a mi esposa, María Teresa, la paciencia con que ha escuchado mis lecturas y la comprensión con la que me ha visto dedicar a esta aventura marina el tiempo que le he hurtado y que aumenta, una vez más, la suma acreedora de aventuras anteriores.

Madrid, 25 de julio de 2008,
festividad de Santiago, patrón de las Españas

Portulano

*Que es mi barco mi tesoro,
que es mi Dios la libertad,
mi ley la fuerza y el viento,
mi única patria la mar.*

JOSÉ DE ESPRONCEDA

Al presentar nuestra investigación al lector hemos querido ir más allá de una mera, por más que completa, descripción de las tareas que han constituido nuestro trabajo a lo largo de este proyecto. Para ilustrar el ambiente comercial, mariner y constructor era preciso añadir algunas páginas que arroparan la actividad de los barcos y pusieran de relieve el ambiente social y tecnológico en el que se manejaron. Por otra parte, y por tratarse de una investigación claramente escorada hacia el análisis matemático de los muchos datos acumulados, era conveniente explicar el contexto en el que esos datos cobraban su mejor significado. Resultado de esta composición han sido los capítulos que presentamos a continuación en este esquema, que hemos llamado *portulano* porque ayude a elegir su navegación por estas páginas a quien se asome a ellas.

El libro se estructura en dos partes y un extenso apéndice.

La parte primera se dedica a los capítulos que describen los trabajos que hemos llevado a cabo en esta investigación. Se complementa con una segunda parte, en la que hemos añadido los capítulos que abordan algunos conceptos técnicos relativos a los barcos de la época y explican algunas de sus características técnicas más notables. Se incluyen como apéndice varios capítulos que ayudan a situar la construcción naval del siglo a través del tratamiento de aspectos como la navegación, el progreso de la ciencia naval y el comercio marítimo, a los que añadimos la recensión de los textos técnicos que fueron referencia y apoyos habituales a lo largo del siglo.

Finalmente, para descargar el peso de los textos y allanar su lectura, se han colocado en el apéndice los numerosos datos que hemos conseguido reunir para nuestro trabajo, de modo que sirvan para la consulta de los estudiosos.

Parte primera

En el capítulo 1 se presenta el estudio de todas las fuentes de las que hemos obtenido los nombres y las dimensiones principales de los barcos construidos en Cataluña entre 1800 y 1900. Se han contrastado los datos que presentan los diversos autores que han tratado este tema para poder llegar a una lista fiable, si no definitiva. Sin embargo, para estudiar la arquitectura naval de esos veleros era necesario tratar las formas de las carenas, y eso exigía manejar algo más que las dimensiones: planos de formas.

En el capítulo 2 incorporamos las formas de un gran número de medios cascos del Museo Marítimo de Barcelona, las cuales hemos logrado extraer mediante un sistema propio desarrollado para esta investigación.

En el capítulo 3 detallamos el contenido y analizamos las características técnicas de una colección de planos que conserva el MMB, a los que reconocemos un gran valor como fuente primaria de nuestra investigación.

En el capítulo 4 se hace un recorrido detallado y completo por los registros de barcos de los EE.UU., de las dos asociaciones más importantes de la segunda mitad del XIX. Estos libros de registro, que se conservan en el Mystic Seaport Museum (CT, USA), recogen el mayor número de barcos de vela de todos los países y ha sido una fuente primaria imprescindible para conocer los numerosos barcos catalanes que comerciaron con América hasta 1900.

El capítulo 5 se dedica a explicar todos los análisis que hemos llevado a cabo sobre los datos de los barcos estudiados en los capítulos precedentes. En su mayor parte, han sido análisis estadísticos para comparar las características técnicas de los barcos que mejor definen su arquitectura naval.

Parte segunda

En el capítulo 6 se presenta la descripción de cada uno de los tipos de veleros de altura que navegaron en el ochocientos. Este tratamiento de la tipología naval es necesario para interpretar textos y datos, y lo hacemos con alusión a las palabras de cada uno de los autores que los describieron, tanto para destacar las diferentes acepciones como para transmitir todo el significado de algunas descripciones.

El capítulo 7 es igualmente necesario para comprender el significado de los portes en cada época. En España, más que en otros países, el

método de arquear los buques fue modificado varias veces a lo largo de los cien años que nos ocupan. En este capítulo presentamos todos los reglamentos españoles y los comparamos con los que estuvieron en uso en las demás naciones marinas.

Las especificaciones, o la definición de la obra para la construcción de un barco, son el objeto del capítulo 8, en el que se comparan los datos que constan en varios contratos españoles de mediados de siglo con los que requerían las normas de otros países.

El capítulo 9 se detiene en el análisis de las operaciones más importantes que se hacían en un astillero de ribera. Se hace un recorrido desde el trazado en gálibos hasta la grada y se destaca la importancia de la labra de la madera y de las uniones de las piezas con cabillas, ayudándonos de las opiniones de algunos autores contemporáneos.

Cierra esta parte, el breve capítulo 10 se incluye para tratar de las maderas de construcción naval que fueron más habituales en los veleros y presentar las especies americanas que fueron de uso común en Cataluña.

Apéndice

En el CD que acompaña este libro se incluye un apéndice con otros textos complementarios.

Abre con un capítulo en el que se trata de algunos aspectos de la construcción naval de los EE.UU. cuya influencia en la de Cataluña a través de sus relaciones comerciales en el Golfo y más al norte hemos analizado.

Sigue otro capítulo en el que abordamos el estudio de cómo eran las navegaciones a través del Atlántico, cuáles eran las derrotas preferidas y con qué guías se manejaban los capitanes de aquellos veleros. A estos datos hemos añadido un amplio análisis de las faenas a bordo que requerían aquellas travesías, con el fin de destacar la importancia del factor humano. Para ello hemos recurrido a relatos de navegantes y a textos de instrucción contemporáneos. Dejamos necesariamente para otro trabajo el estudio de modelos matemáticos de los diarios de navegación, que permitirán valorar la respuesta de los veleros a la mar y al viento.

Incluimos también en este apéndice un resumen de la evolución de la tecnología y de la ciencia naval a través del siglo XIX. En este recorrido, nos asomamos a la arquitectura naval, la hidrodinámica, el hierro y el vapor como signos del progreso de la ingeniería naval, en los años en

que Cataluña botaba sus veleros, y para ilustrar la que podemos llamar la última batalla de la construcción naval en madera en España, una aventura sólo comparable con la norteamericana.

En otro capítulo nos detenemos para repasar la coyuntura comercial marítima en la que adquieren su genuino significado los veleros catalanes. Por medio del comercio del cacao, del algodón, de productos textiles y agrícolas, y desde la plataforma antillana, las empresas catalanas se establecen en América y promueven la construcción naval.

La comparación de los conocimientos navales que se manejaban en el siglo en España y otras naciones era un objetivo secundario de nuestra investigación. En un último capítulo hemos incluido un análisis de las obras que fueron guía de los ingenieros y de los constructores navales a lo largo del XIX. Se resumen los libros publicados en los EE.UU., España, Francia, Inglaterra y Suecia que fueron más conocidos en España.

Cerramos el contenido del apéndice con las diferentes listas de barcos que hemos confeccionado para esta investigación y una selección de los gráficos que muestran las correlaciones de sus características, junto con algunos de los planos del MMB que hemos utilizado. Finalmente, se ofrece una cronología del siglo XIX con los hechos y datos más notables de los que tuvieron relación con la construcción naval y la navegación.

PARTE PRIMERA

Los barcos catalanes

Navigare necesse, vivere non necesse.

CNEO POMPEYO MAGNO

What is a ship but a prison?

ROBERT BURTON, *MELANCHOLIE*

¿Cuántos, cuáles y cómo eran los veleros catalanes que navegaron en el ochocientos?

Una tarea esencial de esta investigación ha sido la identificación de los barcos de vela y madera construidos en Cataluña durante el siglo XIX. Conocer sus nombres, sus características y sus circunstancias era un objetivo primordial de nuestro estudio. Sólo a partir de estos datos podríamos abordar el análisis crítico y la valoración comparada de su arquitectura naval y de su construcción, como objetivos finales de esta investigación.

Como fuentes secundarias, hemos dispuesto de las obras publicadas por E. Roig i Raventós (1929), J. Llovet i Verdera (1971), J. Ricart i Giralt (1890) y Agustí Maria Vilà i Galí (1992). Como fuentes primarias, hemos consultado la *Lista Oficial de Buques* de 1873, la más antigua que hemos localizado en España, y el fichero original manuscrito por Francisco de Paula Colldeforns (1937-41) con los datos del Registro de Buques de Barcelona, cuyo acceso nos ha facilitado el MMB.

El estudio de las listas que hemos consultado nos ha llevado a emprender una tarea de inquisición histórica. Entre estas listas se detectan diferencias notables que afectan al número de barcos, las fechas, los nombres, los aparejos y las dimensiones de los mismos. Por otra parte, son muy escasos los datos publicados sobre los barcos que nos permitan calificarlos desde el punto de vista de su valor en relación con su misión como los vehículos de comercio marítimo que eran. Esta calificación resultaba esencial para nuestro objetivo.

Para ayudar a resolver las dudas planteadas y llenar las carencias que hemos detectado, hemos recurrido a una fuente externa cuyo valor ha ido creciendo a medida que avanzábamos en nuestra investigación. Se trata de los registros norteamericanos de buques, tanto na-

cionales como extranjeros, que comerciaban con los Estados Unidos, entre los años 1857 y 1900. Constituyen una fuente primaria insustituible, que se conserva en la biblioteca del Museo Marítimo de Mystic, Connecticut (EE.UU.), la cual hemos podido consultar en toda su extensión. La búsqueda de datos similares, llevada a cabo en los registros del Lloyd's Register y del Bureau Veritas, no ha producido ningún resultado en relación con los barcos catalanes del XIX. No debe extrañar esta situación, dada la tradicional relación de los navieros catalanes de este siglo con los países americanos de todas las latitudes.

Estos registros americanos de barcos nos facilitan un criterio para valorar los barcos catalanes que estudiamos. En efecto, por una parte son barcos que cruzan el Atlántico norte y el sur y, en consecuencia, deben poseer mejores características que los dedicados al tráfico costero, local o regional, europeo o mediterráneo. Por otra parte, compiten con los barcos de otros países, cuyas características se recogen en los mismos registros, lo que permite compararlos; y esto lo hacen en el tráfico comercial más activo durante la segunda mitad del siglo, como es el que requiere el despegue socioeconómico de los Estados Unidos. Finalmente, los registros recogen la clase, o sea la valoración que los barcos merecen a sus inspectores, además de otros datos y fechas que ayudan a seguir la historia de cada barco y calificarlos.

Listas de E. Roig, J. Llovet, J. Ricart y A. M. Vilà

Las primeras fuentes consultadas han sido los textos publicados por estos cuatro autores. En el Apéndice incluimos todos los barcos que cita cada uno de ellos, en unas listas que hemos confeccionado con los datos más relevantes para la investigación. Sin embargo, y para ilustrar este capítulo, reseñamos a continuación algunos aspectos de interés de cada una de estas obras.

Ricart i Giralt, Josep: *El siglo de oro de la marina velera catalana*. Reial Acadèmia de Ciències. Barcelona, 1890 (1924).

Presenta una relación de 740 barcos de más de 80 toneladas de porte, construidos en 14 localidades de las costas catalanas a lo largo del siglo XIX. Sólo 8 son de vapor. El resto los clasifica en 43 fragatas, 50 corbetas, 278 bergantines, 219 polacras y 61 goletas y mixtos de goleta.

Roig i Raventós, Emerencià: *La Marina Catalana del Vuit-cents*. Reedicción de la de 1929. Ed. Noray. Barcelona, 1996.

Esta obra, publicada originalmente en 1929, trae 412 barcos construidos en Cataluña en el siglo XIX, y describe 19 tipos utilizados entre 1850 y 1870. Resumimos a continuación los datos que presenta de los astilleros de Blanes, Lloret, Arenys, El Masnou, Sant Feliu de Guíxols y Barcelona.

- Blanes tuvo las *drassanes* más importantes de Cataluña y donde se construyó el mayor número de bajeles (120). Existieron tres: las dos de Josep Vieta (luego Bagué) y la de Ramón Vieta. Construyeron veleros de toda suerte: fragatas (3), bricbarcas (16), bergantines-goletas de tres y de dos palos y bergantines redondos (75), polacras redondas y polacras-goletas de tres y de dos palos (26) y barcas *de mitjana* de diversos portes.
- Lloret (70) tuvo una sola *drassana*, donde los *mestres d'aixa* Macià i Pujol i Ribes se especializaron en bergantines redondos (29) y polacras redondas (30) de 150 a 250 toneladas, además de algunas bricbarcas (5) y bergantines y polacras-goletas (6).
- Arenys (106) tuvo *drassanes* dirigidas por el *mestre d'aixa* Salvador Busquets, que fueron las de más fama de Cataluña, y construyeron fragatas (7), bricbarcas (12), bergantines (38) y polacras (49).
- El Masnou (35) tuvo *drassanes* menos importantes que las de Blanes y Arenys, en las que hizo el *mestre d'aixa* Sust i Corbes bergantines-goletas (8) y polacras (26) de 150 a 250 toneladas, y una bricbarca (1).
- Sant Feliu de Guíxols (31) tuvo las *drassanes* que pertenecían al *mestre d'aixa* Bosch, en las que se construyeron barcos de gran porte: bricbarcas (1), bergantines-goletas de tres palos (2), redondos (16) y polacras-goletas (12).
- Barcelona (50) tuvo *drassanes* en la Barceloneta que pertenecían a los *mestres d'aixa* Antoni Sisteré y Josep Font, en las que se construyeron fragatas (4), bricbarcas (7), bergantines redondos y goletas (22) y polacras redondas (17).

Llovet i Verdera, Joaquim: *Constructors navals de l'ex-Provincia Marítima de Mataró, 1816-1875*. Caixa d'Estalvis Laietana. Mataró, 1971.

La provincia marítima que tuvo por capital Mataró se dividió en 1846 en cinco distritos que agrupaban los tramos de costa, desde Montgat a Tossa, con sus poblaciones costeras en: cinco millas y media de El

Masnou (Tiana, Alella, El Masnou, Premià y Vilassar), cuatro millas de Mataró (Mataró, Llavaneres y Caldes d'Estrac), siete millas de Arenys (Arenys, Canet, Sant Pol y Calella), ocho millas de Blanes (Pineda, Malgrat y Blanes) y nueve millas de Lloret (Lloret y Tossa).

Según documenta J. Llovet, en estas diecisiete poblaciones se construyeron en sesenta años 508 barcos con más de 50 toneladas de porte: 14 fragatas, 42 bricbarcas, 153 bergantines, 143 polacras, 39 bergantines-goletas, 59 polacras goletas, 37 goletas y 21 pailebotes.

Estos barcos los construyeron setenta y un *mestres d'aixa* en *drassanes* eventuales y sencillas, familiares, cuyas instalaciones y talleres se montaban y desmontaban según lo pidieran las circunstancias del trabajo.

Las características de estos barcos las incluimos en el Apéndice, donde presentamos sus nombres y sus valores contrastados con los que citan otras fuentes. Es destacable el hecho de que al menos 96 de estos 508 barcos hicieron comercio a través del Atlántico, pues están recogidos en los libros de registro americanos.

Vilá i Galí, Agustí Maria: *La Marina Mercant de Lloret de Mar, segles XVIII i XIX*. Col·lecció Es Frares. Ayuntamiento de Lloret de Mar, 1992.

Por su interés como referencia, resumimos aquí algunos datos de esta obra, que hemos reelaborado para este trabajo.

Las *drassanes* de Lloret, que habían estado activas en el siglo XVIII, cesaron durante las guerras napoleónicas, para retomar sus construcciones en 1814 y hasta 1859, cuando el Ayuntamiento decide plantar los árboles para el paseo marítimo. A partir de entonces, los escasos barcos que se botan en Lloret hasta 1875 tienen que cruzar el paseo y reparar los desperfectos que ocasionen (p. 179).

Entre 1814 y 1869 construyen en las playas de Lloret cinco *drassanes* J. Ribas (1814-40), S. Pujol (1814-56), B. Ribas (1832-56), A. Maciá (1834-69) y A. Pujol (1837-49).

En total se inscriben 137 barcos botados en Lloret entre 1785 y 1869, de los tipos y con los arcos que siguen:

TIPO	NÚM.	T	MODA	MEDIA
Fragatas	1	140	140	140
Corbetas	5	235-255	240	240
Bergantines	36	65-260	150	175
Polacras	56	45-250	150	140
Berg.-goletas	6	80-245	120	128
Pol.-goletas	2	165-180	180	172

Goletas	7	45-150	50	78
Otros	24	45-150	45	75
Total	137	19.138		139,7

La R. O. de 18-11-1844 modifica el cálculo del arqueo, con lo que se aumentan los valores precedentes inscritos, en hasta el 31% los bergantines y el 18% las polacras.

Las esloras más corrientes eran de 86-95 pies de Burgos = 24-26,5 metros; los bergantines, entre 86-100 pies = 24-28 metros; y las polacras, entre 75-95 pies = 21-26,5 metros.

En la Provincia Marítima de Mataró, entre 1816-1875 se construyen 623 barcos de altura en las diez poblaciones que se citan:

POBLACIÓN	NÚM.	%	ARQUEO	%	PORTE REL.
Arenys	195	31,3	28.174	28,12	0,9
Blanes	181	29,1	31.726	31,67	1,1
Lloret	106	17	15.938	15,91	0,9
El Masnou	58	9,3	8.414	8,40	0,9
Vilassar	31	5	4.024	4,01	0,8
Mataró	22	3,5	4.939	4,93	1,4
Calella	13	2,08	2.641	2,64	1,3
Canet	11	1,76	3.513	3,51	2,0
Malgrat	5	0,80	605	0,60	0,75
Tossa	1	0,16	210	0,21	1,3
Total	623	100	100.184	100	

Porte relativo = tamaño relativo = % arqueo / % núm. Es decir, los mayores barcos se construyen en Canet, seguida de Mataró, Tossa, Calella y Blanes.

Lista de F. P. Colldeforns

Durante el desarrollo de esta investigación hemos tenido la suerte de acceder en el MMB a una fuente de datos inesperada. Se trata de la mayor parte de un fichero original, en fichas A5 mecanografiadas por su autor, don Francisco de Paula Colldeforns, en Barcelona, al final de la Guerra Civil de 1936.

Contiene fichas de barcos, constructores y *drassanes*, con un extracto muy completo de los datos que constaban en los registros de las comandancias de Marina. Constituye una fuente insustituible para conocer la historia de cada barco, sus cambios de nombre y de propietario y su destino. Además de los cambios de nombre, tiene un gran valor

para nuestro trabajo la relación de los arqueos sucesivos que pasa cada barco a lo largo del siglo, con sistemas y medidas diferentes.

Las fichas que hemos podido consultar reúnen, en su mayor parte, todos los barcos construidos o matriculados en Cataluña; faltan los barcos de Blanes, por causas que no sabemos explicar. Como cabía esperar, los datos coinciden casi en su totalidad con los que encontramos en las listas de los otros autores consultados.

En el Apéndice incluimos una tabla completa en la que recogemos todos los datos de este fichero, para 502 barcos distintos, con 750 nombres, sus cambios de aparejo y todos sus arqueos.

Comparación de las listas españolas y americanas

En el proceso de identificación de los barcos hemos realizado un cotejo de los que citan las listas españolas con los que se incluyen en los libros de registros de los EE.UU.

Las listas cotejadas muestran coincidencias y diferencias, tanto en nombres como en arqueos y astilleros. Este ejercicio teníamos que hacerlo para identificar cuáles fueron los barcos que visitaron los puertos norteamericanos, pero nos ha servido también para destacar las diferencias que presentan los datos que nos ofrecen unas fuentes y otras.

En el Apéndice hemos incluido dos listas cotejadas con los registros de los EE.UU., la de Ricart y la de Colldeforns.

- En la primera, se suman 126 barcos de aquellos registros que no coinciden en algún dato con los 740 de la lista española, aunque en el momento de cotejarlas no pudimos tener en cuenta los posibles cambios de nombres, que sólo descubrimos más tarde en las fichas de Colldeforns. En otros casos, aparecen diferencias en los años de construcción para un mismo nombre. En total, hay 134 barcos de la lista de Ricart que se citan en las americanas.
- De la lista de Colldeforns, coinciden 91 barcos y 54 aparecen con diferentes astilleros o constructores en los registros americanos.

Aunque no lo hemos incluido en esta investigación, creemos que es necesario llevar a cabo un cotejo cuidadoso de estas dos listas para determinar los criterios que debieron de seguir los registros americanos para transcribir los datos españoles y resolver así las dudas que los datos americanos nos plantean. Es una labor que brindamos a los futuros

estudiosos de los veleros catalanes. Como muestra de lo que decimos, a continuación se resumen algunos datos de las dos fuentes, en los que se pueden ver las diferencias, tanto en las fechas y dimensiones como en los arqueos americanos que, si bien coinciden con las cifras españolas, transcriben unas veces el tonelaje total y otras el líquido, y no siempre usan los más recientes. Los años en la lista de FPC son de los reglamentos con que se calculan el arqueo total y el líquido. Los años en las listas EE.UU. se refieren a los registros que traen esas cifras. Las medidas están en pies o metros para los datos de FPC y en pies ingleses para los de EE.UU.

BARCO	LISTA	(AÑO)		AÑOS	TOT./LÍQ.	E x M x P		
		BOTE	TOT./LÍQ.			TOT./LÍQ.		
<i>Acancia</i>	FPC	49	(63) 200/165	74	178/169	27,1	x 7,92	x 3,74
	USA	47		79-87	200	87,9	x 23,9	x 12,2
	USA	42		91-98	169	íd.	íd.	íd.
<i>Agapito</i> (<i>Angelita</i>)	FPC	55	(44) 236	74	246/236	29,5	x 8,2	x 4,44
	USA	55		87-98	236	96,7	x 26,9	x 14,5
<i>Albertina</i>	FPC	53	(44) 200	74	199/161	25,05	x 7,84	x 3,71
	USA	54		81-95	161	---	---	---
<i>Ana</i>	FPC	50		63	282/235	30,5	x 29,0	x 14,5
	USA	50		77-87	282	93	x 29	x 13,5
	USA	50		89	235	íd.	íd.	íd.
<i>Bella Dolores</i>	FPC	56	(44) 210	74	238/226	31,14	x 7,76	x 4,0
	USA	56		57-69	210			
	USA	56		89-95	235	103,3	x 25,9	x 13,1
	USA	56		98-00	226			
<i>Enrique</i>	FPC	56		63	212/164	94,0	x 27,5	x 13
	USA	56		69-86	212	94	x 27,7	x 13
<i>Linda</i>	FPC	55	(63) 403/329	74	372/361	37,38	x 9,03	x 4,60
	USA	55		71-73	329	123,6	x 27,5	x 14,6
	USA	55		79	403	íd.	íd.	íd.
	USA	55		83-85	372	íd.	íd.	íd.
	USA	55		86-00	361	íd.	íd.	íd.

Registros de buques en EE.UU.

Dos son los registros norteamericanos cuyos libros hemos consultado: el American Lloyd's Registry, antes New York Marine Register, y el Record of American and Foreign Shipping.

El *New York Marine Register*

La referencia más temprana que hemos conseguido es una edición del *New York Marine Register* de 1857, subtitulada *A standard of classification of American vessels and of such other vessels as visit American ports*. Recoge los datos de los barcos que visitaron los puertos americanos el año 1857. Es el primer año que se publica y tiene un carácter pionero entre los registros de barcos norteamericanos, por lo que la definición de sus objetivos constituye una declaración de los principios que rigen todos los registros de buques, en los Estados Unidos como en Europa. La traducimos aquí:

La adopción de un Estándar para la Clasificación de Barcos se estima necesaria para proteger los intereses del armador, y para que sirva de guía al asegurador. El seguro debe guiarse por la condiciones de navegabilidad del barco, y de ahí la necesidad de hacer inspecciones frecuentes y fiables. La edad no es necesariamente un elemento de la clasificación: se pueden construir barcos con los mejores materiales, pero si la madera no está curada antes de acabarlos, surgirán defectos prematuros.

Este primer Registro Americano de barcos se establece para acabar con el perjuicio que para el comercio americano constituye la clasificación de sus barcos en puertos de otras naciones.

Con una inspección sistemática, basada en principios de utilidad mecánica y marítima, que abarque toda clase de barcos y sus equipos, se eliminarán los males que origina una mala clasificación, que repercute en costes elevados de las primas del seguro.

La clasificación que se ofrece está dirigida sólo como una ayuda para el armador y para el Asegurador: para el Armador, para que pueda seleccionar el barco que necesita para su carga; para el Asegurador, para que asuma o rechace los riesgos y valore la prima.

Esta clasificación no pretende valorar los barcos para su compraventa, pues un barco excelente puede tener una cota baja por deficiencias en el equipo.

El registro clasifica como de primera clase o clase estándar todos los construidos con cuadernas de encina o de roble y, en la obra muerta, mezcla de falsa acacia, cedro rojo, alerce o castaño blanco, con las

piezas principales de encina; los topes distribuidos de modo que no coincidan; los escarpes de no menos de cuatro pies y medio, con varengas hasta los extremos, y los pies de las de reviro encajados en los dormidos y empernados a través de ellos.

El reglamento describe las calidades de las maderas, las dimensiones, el labrado y las uniones de cada una de las piezas de los barcos desde 100 a 2.000 toneladas de registro, así como la clavazón y el calafateado:

- Los grados de 1ª y 2ª clases les otorgan confianza en el transporte de cargas perecederas en viajes largos.
- Los grados de 3ª clase implican confianza para el transporte de cargas secas o perecederas en viajes cortos.
- Los grados de 4ª y 5ª clases no reconocen confianza para el transporte de cargas que por su naturaleza estén expuestas a daño en la mar.
- La clase de los barcos depende de su *modelo* o formas, las proporciones generales, los materiales usados y el estilo de su construcción, arboladura y equipo. Todos los barcos conservan la clase que se les asigna inicialmente mientras no exhiban defectos o debilidades y se mantengan con reparaciones eficaces y en buen orden.
- La clase, calidad y dimensiones de los materiales, y el igualamiento de resistencia por la distribución de los escarpes, solapes y topes, junto con el modo y extensión de la clavazón (cabillería y pernería), deben estar de acuerdo con la mejor práctica de la construcción naval en los Estados Unidos.
- Las reglas para la inspección establecen con claridad los defectos que determinan la reducción de la clase o su pérdida. Además de por la calidad de los materiales y de la construcción, se reduce la clase por las deformaciones y los huelgos en las uniones, así como por tener lanzamientos perniciosos en los extremos.
- Pierden la clase los barcos atacados por el teredo y los que se consideren peligrosos por exceso de aparejo o por estabilidad deficiente, hasta que remedien tales defectos.
- Son interesantes los requerimientos de respetos adicionales del velamen de los barcos que cubren las diversas derrotas, los cuales recogen la experiencia del desgaste que tales viajes ocasionaban y, sin duda, se aplicarían también a los barcos catalanes que tenían clase en este registro.
- Los barcos que vayan a puertos más allá de los cabos de Hornos y de Buena Esperanza deben llevar dos juegos de mayores, gavias, foques y estayes de juanete de proa.

- Los que comercien con Europa, África occidental y las islas más acá de los dos cabos, deben llevar extras de trinqueta, de estay de juanete de proa y de juanete mayor.
- Los barcos empleados en viajes costeros deben llevar un extra de juanete y del estay de juanete de proa.

El registro ordena los barcos según su aparejo en las categorías cuya equivalencia española damos a continuación:

- *Ship*: fragata.
- *Bark*: corbeta catalana, sin sobremesana y con escandalosa.
- *Barkentine*: barca-goleta o corbeta-goleta.
- *Brig*: bergantín.
- *Half Brig*: bergantín-goleta.
- *Polacca*: polacra.
- *Schooner*: goleta.

Recoge las clases de maderas usadas en la estructura, cuya equivalencia española más aproximada sugerimos:

- *Live Oak*: encina.
- *White Oak*: roble.
- *Locust*: falsa acacia; algarrobo.
- *Cedar*: cedro.
- *Chestnut*: castaño.
- *Hackmatack*: alerce.
- *Pine*: pino.
- *Teak*: teca.
- *Fir*: abeto.

Las formas de los buques se registran como *modelos*:

- *Full*: llenas.
- *Medium*: intermedias.
- *Sharp*: finas.
- *Clipper*: de clíper.

En este primer registro norteamericano sólo se incluyen 19 barcos botados en España y su ultramar, y de ellos 8 construidos en Cataluña. Son los siguientes:

TIPO	MOD.	NOMBRE	BOTE	LUGAR	T	CLASE	CAPITÁN
<i>Bark</i>	F	<i>Celestina</i>	1846	Barcelona	254	2-1/2	Sensat
<i>Brig</i>	F	<i>Arrogante Emilio</i>	1842	Barcelona	270	2	Costes
<i>Brig</i>	M	<i>Bella Dolores</i>	1846	Barcelona	210	1-1/2	Duvall
<i>HBr</i>	F	<i>Julia Denia</i>	1844	Barcelona	134	--	Sante
<i>Brig</i>	F	<i>Relámpago</i>	1839	Barcelona	160	2-1/2	Santos
<i>Brig</i>	F	<i>Ricardo</i>	1847	Tarragona	140	2	Pasquet
<i>Brig</i>	M	<i>San José</i>	1840	Barcelona	250	3	Geli
<i>Brig</i>	F	<i>Ventura</i>	1855	Barcelona	265	2	Gimselina

De cada uno de estos barcos se dan, además de los datos anteriores, el calado, número de cubiertas, madera del casco, material de la clavazón, la fecha en que se forró con metal, el puerto de matrícula, los armadores, superestructuras y la última inspección.

El American Lloyd's Registry of American and Foreign Shipping

Este es el nombre que toma el *New York Marine Registry* al situarse bajo la autoridad y el control directo del Lloyd's Americano, centrado en el puerto de Nueva York. Se publicó anualmente hasta 1883, cuando quedó definitivamente reemplazado por la publicación del *Record of American Shipping*.

En una ilustrativa colección de figuras se recoge la práctica habitual de la construcción en madera: cómo colocar las piezas de la estructura, cómo disponer los escarpes y otras uniones y cómo meter los pernos. Estas figuras describen con detalle las estructuras de la zona de la quilla y las varengas y las estructuras de popa y de proa de un barco de 800 toneladas.

Presta especial atención al desplazamiento en carga y al arqueo. El límite que se aplica al desplazamiento, basado en el calado mínimo, es objeto de opiniones encontradas de los armadores y de los aseguradores. Como la capacidad de transportar volumen y de cargar peso son diferentes, el registro propone regular el calado por el puntal de la bodega, y medir el franco-bordo hasta la línea de arrufo de la cubierta de abrigo, y desde la cubierta original en los barcos que añaden una cubierta después de construidos.

Para los barcos con una cubierta aplica la tabla siguiente:

PUNTA DE LA BODEGA, FT	CALADO EN INCHES/FOOT	F. BORDO CARGA	
		FT	IN
12	3	3	0
11	2-1/2	2	3-1/2
10	2-1/4	1	10-1/2

9	2	1	6
8	1-1/2	1	0

Los barcos de 2 o 3 cubiertas se rigen por esta otra tabla:

27	3-1/2	7	10-1/2
20	---	5	10

- El arqueo, en este registro, se calcula multiplicando la eslora disminuida en 3,5 mangas por la manga y por el puntal de la bodega, y dividiendo el producto por 95.
- La eslora es medida de fuera de roda a fuera de codaste, en la cubierta.
- La manga, la mayor fuera de forro.
- El puntal de bodega, del plan a lo largo de la sobrequilla a la tabla de la cubierta.

El registro del año 1859 lista 11.199 veleros, de los que 2.332 son *ships* (fragatas y clíperes), 1.996 *barks* (corbetas), 2.282 *brigs* (bergantines varios) y 4.589 *schooners* (goletas), la clase preferida para la pesca en aquella costa atlántica. Sólo incluye 295 barcos de vapor.

Lista 16 veleros construidos en Cataluña, de un total de 28 de toda España:

Tipo	Mod.	Nombre	Bote	Lugar	t	Clase	Capitán
<i>Ship</i>	F	<i>Florida Blanca</i>	1852	Barcelona	463	2	Sola
<i>Bark</i>	F	<i>Blanca Aurora</i>	1848	Lloret	250	2	S. Pares
<i>Bark</i>	F	<i>Nva. Teresa Cubana</i>	1850	Barcelona	382	2	Bolívar
<i>Bark</i>	F	<i>Rosalv Carmen</i>	1854	Barcelona	402	2	Maristany
<i>Bark</i>	F	<i>Sirena</i>	1852	Barcelona	300	2	de Amar
<i>Bark</i>	F	<i>Tuya</i>	1852	Barcelona	269	2	Roig C.
<i>Brig</i>	F	<i>Arrogante Emilio</i>	1842	Barcelona	270	2	Costes
<i>Brig</i>	F	<i>Belisario</i>	1849	---	294	2	Mateu
Pol.	M	<i>Bella Dolores</i>	1846	Barcelona	210	2	Dural
<i>Brig</i>	F	<i>Coruñesa</i>	1847	Barcelona	128	2	Fábregas
<i>Brig</i>	M	<i>Destino</i>	1858	Barcelona	670	2	J. Soler
<i>Brig</i>	M	<i>Elvira</i>	1850	Barcelona	156	1-1/2	Meiss
<i>Brig</i>	F	<i>Enrique</i>	1854	El Masnou	280	2	Oliver
Pol.	M	<i>Flora</i>	1840	Barcelona	205	2-1/2	Maristany
<i>Brig</i>	M	<i>San José</i>	1840	Barcelona	250	3	Geli
<i>Brig</i>	F	<i>Ventura</i>	1855	Barcelona	265	2	Gimselina

Se destaca que las matriculaciones en Cataluña coinciden con sus construcciones propias, mientras que en el resto de España sólo se ha-

bían botado 12 de los 20 barcos que aparecen matriculados en los diversos puertos españoles.

Como en el registro anterior, de cada uno de los barcos se da, además de los datos anteriores, el calado, número de cubiertas, madera del casco, material de la clavazón, la fecha en que se forró con metal, el puerto de matrícula, los armadores, superestructuras y fecha y lugar de la última inspección.

En este primer libro ya se incluyen inspectores del *Registry* en Bilbao y en Cádiz. El último libro, de 1883, incluye inspectores españoles en Barcelona y Coruña.

El Record of American and Foreign Shipping

Aunque este registro se estableció en 1867, no publicó su primer volumen hasta 1869. Nació cuando el Board of Underwriters (Consejo de Aseguradores) tomó en 1868 la resolución de requerir de la Shipmaster's Association (Asociación de Capitanes de Barcos) que indicara «con una marca peculiar» en un registro aquellos barcos que no hubieran sido inspeccionados por la asociación sino que hubieran sido «calificados por la mejor autoridad disponible» hasta que se pudieran inspeccionar.

Consecuentemente, se presenta el libro como «publicado por la Asociación de Capitanes a requerimiento del Consejo de Aseguradores de Nueva York».

Desde entonces, el *Record* y el *American Lloyd's Registry* compitieron en publicaciones paralelas, año tras año, hasta que a partir de 1884 sólo se publicó el *Record*. Este registro incluía en su libro la declaración del Board of Underwriters de 25 de agosto de 1870 por la que rechazaba haber aprobado ninguna de los otros dos libros que se publicaban: el *American Lloyd's Universal Register of Shipping* y el *American Lloyd's Register of American and Foreign Shipping*. En 1900, el *Record*, que desde 1891 tenía la aprobación de la US Navy, pasó a denominarse *American Bureau of Shipping*, nombre con el que continúa hoy.

En el libro de 1881 se incluyen inspectores de este registro en los puertos españoles de Barcelona, Bilbao, Cádiz y La Habana.

Hemos consultado todos los libros de registro del *Record*, desde 1871 hasta 1900, y hemos cotejado sus datos con los que recoge del *American Lloyd's Registry* entre los años 1871 a 1883, periodo en el que coinciden ambas publicaciones.

El *Record*, a diferencia de los que recogía el *Registry*, no separa los barcos por su tipo sino que presenta todos en una lista única, ordenada

alfabéticamente. Tras el nombre del buque y del capitán se dan el tipo de aparejo y la nacionalidad, puerto de matrícula, tonelaje y número de cubiertas, calado, año y lugar del bote, propietarios, notas de materiales, etc., nombres anteriores, años de la clase, clase y última inspección.

La tabla de escantillones de las cuadernas y su pernería se dan para roble y en función del Numeral = Manga + Puntal de bodega, entre 28 y 73 pies. Los escantillones de los elementos longitudinales se dan para piezas de roble en función del Numeral = Manga + Eslora / 4, para valores entre 39 y 97 pies. Para piezas de alerce (*hackmatack*) y de abeto (*spruce*) los valores se incrementan en el 20% y el 40%, respectivamente.

Las clases (*rates*) del *Record* están más detalladas y especificadas que estaban las del *Registry*, y se relacionan con las calidades de las diversas piezas de madera que se usan en el casco así como de los pernos, cabillas y clavos.

La clase más alta es A1 y se asigna hasta 7 años a los barcos mejor contruidos con roble, teca o cedro; con obras muertas de falsa acacia o algarrobo (*locust*), de alerce (*hackmatack*) o de palo-hierro o guayacán (*greenheart*); con forros externo e interno de roble, teca, palo-hierro o pino amarillo; cubiertas de pino blanco; baos de roble, teca o pino amarillo; curvas de hierro, roble o alerce; empernado hasta la flotación máxima con cobre; y cabillas de falsa acacia, con cuñas dentro y fuera.

Si las varengas y el forro bajo la flotación en rosca son de madera dura (abedul, haya, olmo) y las obras muertas de falsa acacia, alerce, palo-hierro o castaño, entablado y empernado de manera distinta a la anterior, se limita la clase A1 a 6 años.

- Si las cuadernas son de alerce, castaño, haya o abedul; las tablas del fondo de roble, haya o abedul, debajo de la flotación en rosca; las obras muertas y el forro interior de roble o pino amarillo, se les asigna clase A1-1/4 durante 6 años.
- Si tienen cabillas que no son de falsa acacia, se les asigna A1-1/2.
- Si tienen cuadernas de alerce, abedul o abeto, con forro de roble, alerce o pino amarillo en el francobordo, obtienen clase A1-1/4 durante 5 años.
- Los barcos contruidos de abeto y maderas mezcladas, forrados por dentro y por fuera con la misma y empernados como los primeros, tienen clase A1-1/2 durante 5 años.
- Si tienen clavazón de hierro, su clase es A1-3/4.

Al expirar el plazo de validez de la clase, los cascos son *abiertos* para inspección. Esta operación de apertura (*opening*), cuya fecha se recoge en

el registro, consiste en lo siguiente: se saca el barco del agua; se quitan las tablas de cubierta vecinas del trancañil en ambos costados para exponer las cabezas de los baos y las curvas; se quitan las tablas del forro interno por encima y debajo de las tracas de la vuelta del pantoque para exponer todas las cuadernas; se quita el forro exterior en tres tracas todo alrededor del casco, así como las suficientes para exponer las cuadernas de reviro, albitana, codaste y yugos, y toda la que indique el inspector; se sacan los pernos y cabillas que a juicio del inspector revelen el estado exacto de las uniones; se perforan con cuidado la sobrequilla, roda, albitana, codaste y yugos para ver su estado real; se renuevan los pernos de crujiá y los de las curvas y buzardas, y todos los topes que requiera el inspector. Se reemplazan todas las piezas que parezcan defectuosas, se bate el óxido de las anclas y se perforan los palos y vergas para comprobarlos.

Los grados A1 a A1-1/2 se consideran aptos para transportar toda clase de mercaderías en cualquier viaje. Las clases A1-3/4 a A2 pueden realizar viajes en el Atlántico y, en casos excepcionales, viajes largos, y llevar aceites, azúcar y melazas en viajes largos. Las clases A2-1/2 a A3 sólo pueden usarse en viajes costeros con maderas y carbones.

A lo largo de los años, desde 1871 a 1900, se comprueba la creciente complejidad de los reglamentos que recogen los avances de la construcción naval, con mayor atención y especificación de los detalles, y el uso de soluciones novedosas que incluyen también maderas y metales distintos.

Resumen de los barcos encontrados en los registros de EE.UU. hasta 1900

Hemos revisado todos los barcos de vela que aparecen como construidos y como matriculados en España y sus provincias de ultramar en los registros de los Estados Unidos entre los años 1857 y 1900.

En la tabla que sigue se muestra el número de barcos construidos en Cataluña (Cat) y en toda España (Esp), y los matriculados en puertos catalanes y en todos los españoles, con el año y la inicial del registro en que se citan: *A* para el *American Lloyd's Registry* y *R* para el *Record*.

- Se destacan los bergantines de todo tipo (*brigs*), por su importancia en la construcción catalana (C) y de toda España (E), en el siglo XIX.
- Se separan los veleros matriculados en Cuba y Puerto Rico, y se destacan las goletas.

- Finalmente, se indican los vapores matriculados en Cataluña y en toda España.

En el Apéndice se recogen los nombres y las características técnicas de cada uno de los veleros hallados en todos estos registros, que se complementan y comparan con la información similar obtenida de las otras fuentes consultadas.

REGISTRO			BOTADURAS		BRIGS		MATRÍCULAS		ANTILLAS		VAPORES	
Y AÑO	CAT.	ESP.	C / E	CAT.	ESP.	TOT./GOL.	CAT.	ESP.	CAT.	ESP.	CAT.	ESP.
A57	8	19			5	18						
A59	16	28			17	37			0	5		
A61	19	69	13/37		22	93						
A63	17	57	11/37		25	80			0	9		
A65	17	57	11/32		21	90						
A66	20	60	14/40		33	102			0	5		
A69	30	76	23/53		56	121						
A71	45	75	38/57		62	102						
A73	30	93	27/62		49	146						
R73	65	118	52/83		84	159	16/3		1	13		
R75	57	122			88	172			3	19		
A76	31	86	26/47		51	153						
R77	58	128			92	213			3	24		
A79	55	109	37/65		100	217						
R79	98	206	67/151		142	356	39/5		5	41		
R81	111	227	80/136		150	377	33/7		6	54		
A83	62	137	43/75		114	247						
R83	99	203	68/116		143	360	34/5		8	56		
R85	88	183	60/103		136	327	30/8		6	80		
R86	98	178			138	297			14	83		
R87	89	171			131	289			18	101		
R89	71	129	46/93		105	218	13/4		14	83		
R91	77	135			110	220			16	94		
R93	54	100	38/56		84	168	16/5		11	57		
R95	53	90			78	164			16	79		
R98	36	62	26/40		64	128	12/7		21	79		
R00	38	60			38	132			36	60		

Notas:

1. Se comprueban las discrepancias entre los dos registros norteamericanos citados, en los años en que se han resumido los datos de ambos para cotejarlos. Desde su primera aparición en 1873, el *Record* incluye más barcos españoles que el *Registry*.
2. Los *brigs* son los construidos en Cataluña y toda España e incluyen tanto los bergantines redondos como los bergantines-goleta o *barkentines* (*Bkt*), también denominados hermafroditas o medio-bergantines (1/2 Bg), y las polacras.
3. En algunos años, a los barcos matriculados en Cataluña podrían sumarse los ma-

tricolados en Cuba, cuya propiedad era, en muchos casos, de empresas catalanas. Tal sería el caso de los vapores de los años 59-89, todos matriculados en Cuba.

4. El año 1865 se matriculan en España *ships* de más de 700 toneladas y *barks* de más de 500 toneladas, construidos en los EE.UU. (Maine, Boston, Nueva York y Baltimore). No cabe duda de que el uso de estos barcos por sus capitanes, con frecuencia también propietarios, y la presencia de estos barcos en los puertos españoles serviría de inspiración y contraste para los constructores locales.

5. Todos los vapores matriculados en España son construidos en el extranjero.

Se observa que el número de barcos españoles registrados en los EE.UU. llega a valores máximos en el año 1881. Coincide en este año el máximo número de barcos de vela botados en Cataluña y en toda España con el número máximo de matrículas en puertos españoles. Estos valores máximos se mantienen prácticamente entre los años 1879 y 1883.

En consecuencia, podemos tomar los datos del *Record* de 1881 como base para analizar las características técnicas y la composición de la flota mercante nacional, y en particular la catalana. En el cuadro siguiente resumimos algunos aspectos que podrán ayudarnos a calificar la arquitectura naval de ambas flotas.

Hemos separado los veleros construidos en las zonas siguientes: Cataluña, resto de España, Canadá, resto de Europa y Estados Unidos.

En cada caso, se han calculado las medias y las desviaciones de los datos por los que podemos analizar los barcos: el arqueo, la eslora, la manga y el puntal de registro.

Núm. barcos catalanes = 111

arqueo medio	= 236.6396	desv. arqueo	= 97.30299
eslora media	= 111.7258	desv. eslora	= 27.09863
manga media	= 27.23549	desv. manga	= 3.667149
puntal medio	= 14.72258	desv. puntal	= 3.350659

Núm. resto españoles = 116

arqueo medio	= 272.8793	desv. arqueo	= 134.4527
eslora media	= 112.5152	desv. eslora	= 23.96529
manga media	= 25.88101	desv. manga	= 3.283633
puntal medio	= 15.02911	desv. puntal	= 2.709459

Núm. barcos de Canadá = 54

arqueo medio	= 304.9445	desv. arqueo	= 114.0455
eslora media	= 117.4244	desv. eslora	= 18.80794
manga media	= 25.95555	desv. manga	= 2.530399
puntal medio	= 15.20667	desv. puntal	= 2.335179

Núm. barcos de Europa = 40

arqueo medio =	318.2	desv. arqueo =	144.9929
eslora media =	119.4333	desv. eslora =	21.83123
manga media =	26.85238	desv. manga =	3.279457
puntal medio =	16.3	desv. puntal =	2.968893

Núm. barcos de EE.UU. = 73

arqueo medio =	261.274	desv. arqueo =	115.8672
eslora media =	119.3727	desv. eslora =	26.00467
manga media =	27.23334	desv. manga =	3.66833
puntal medio =	15.14545	desv. puntal =	3.420979

Hemos agrupado también los barcos por tipos similares, para los cuales hemos calculado medias y desviaciones. De este modo, hemos analizado cuatro agrupaciones de veleros: todos los bergantines y sus derivados o mixtos, sólo los *ships* (fragatas y clíperes) y *barks* (corbetas) y sus derivados, sólo los bergantines y polacras, sin los mixtos, y sólo los bergantines-goletas

Para cada uno de los grupos y cada una de las zonas constructoras, hemos calculado la estimación de la media, como instrumento para comparar las construcciones. Con este criterio, hemos determinado los intervalos de confianza al 95% y al 99% de probabilidad de que las muestras de las distintas zonas pertenezcan a una misma población, es decir, que las proporciones de las medidas de los barcos tengan un modelo común. Los resultados son bastante clarificadores y sorprendentes:

- Los barcos construidos en Cataluña son bastante similares a los que se construían en los Estados Unidos.
- En todos los grupos, los barcos catalanes se diferencian más de los que se botaban en el resto de España, resto de Europa y Canadá.

Hasta donde el método de estimación puede avalar, estos resultados nos indican que hubo una transferencia de tecnología eficaz entre los barcos americanos y los catalanes, que debió de producirse a lo largo de muchas décadas de coincidencia en los mismos puertos de las Antillas, del Golfo y de la costa atlántica americana. Podemos, pues, suponer que no sólo las dimensiones principales, sino también las soluciones constructivas del casco, el aparejo y el velamen habían sufrido un contagio similar.

En otro capítulo de este libro se presentan los detalles de estos análisis y los datos que se han utilizado para ellos.

Los modelos del Museu Marítim de Barcelona

*A servir a la patria
Mamita mía,
Pronto me llamarán.
Soy marino del buque
Del buque El Catalán.
HABANERA, 1895*

El Museu Marítim de Barcelona custodia una colección única de modelos de astillero (*models de drassana*) de veleros de madera del siglo XIX. Estos modelos constituyeron una fuente de datos y de información de este proyecto que resultaría insustituible para conocer las formas de aquellos barcos. De ninguno de ellos se conservan planos del arquitecto naval, o del constructor, ya fueran proyectos formales o esquemas suficientes para construirlos. Es probable que en muchos casos se utilizaran los datos de otros barcos precedentes, en forma de cartillas o de plantillas que serían trasladadas al suelo de la sala de gálibos en unos trazados perecederos.

La investigación que nos ocupaba no podía desarrollarse sin analizar las formas de los barcos, y estas formas las teníamos bien tangibles en los modelos de astillero del MMB. Se suponía que estos modelos representaban barcos reales, con una historia marítima conocida, que salieron de las gradas de constructores catalanes, la mayoría de ellos también identificados.

Sin embargo, el valor técnico de los modelos era una incógnita inicial. La calidad de la obra de los artífices y los detalles que incorporaban nos inducían a pensar que estaban hechos a conciencia, con respeto a las formas de los cascos de los barcos reales. Para confirmar esta hipótesis era necesario analizar sus formas. Con las formas podríamos valorar sus características hidrostáticas e hidrodinámicas. Pero, sobre todo, el estudio de las formas nos permitiría comprobar hasta qué punto los modelos representaban unos barcos reales como decían, y con qué rigor, o si por el contrario eran de «otros» barcos, hechos por encargo, quizás en un «taller» para decoración o regalo.

Había, pues, que obtener las formas de los modelos que nos interesaban y escogimos 41 modelos, atendiendo a su aparente calidad en relación

con el método de medición que íbamos a utilizar. Sólo unos pocos pertenecían a barcos cuyas dimensiones reales eran conocidas, porque estaban incluidas en las listas de los registros de barcos españoles o en los americanos, que hemos utilizado como fuente de datos de los barcos catalanes.

El problema que se planteaba era cómo sacar el plano de formas de un modelo, con un procedimiento rápido, cómodo y suficientemente preciso. Un método comúnmente empleado para esta tarea consiste en utilizar punteros, reglas, escuadras y pantógrafos que se llevan a tocar o se deslizan sobre el costado del medio modelo, bien sobre las cuadernas, bien a lo largo del forro, paralelamente a la quilla y a distancias fijas de ella, todo ello con un artificio embarazoso para transportarlo y engorroso para manejarlo.

Si consideramos que estos medios modelos miden desde 77 cm hasta 124 cm en la flotación y tienen hasta más de 30 cuadernas, podemos hacernos una idea del tiempo necesario para «sacar» sólo las cuadernas de un modelo; a este tiempo debería añadirse el necesario para obtener las formas de la proa y de la popa y de las obras muertas. Un procedimiento manual como este es, sin duda, el más completo y preciso, pero en nuestro caso iba a requerir muchas y largas sesiones de trabajo «de campo» en el MMB que no podíamos dedicar.

Otra opción la brindaban los nuevos instrumentos de recuperación de formas en 3D que usan tecnología láser de reflexión, o los que mediante un brazo articulado con un palpador miden miles de puntos para luego definir superficies cualesquiera en 3D. Ambos tipos de sistemas resultaban excesivamente costosos y requerían organizar el trabajo de manera más compleja y con un alcance que sobrepasaba el planteamiento de esta investigación.

La solución la encontramos en la fotografía digital y su proceso posterior por medio de ordenador, utilizando programas que desarrollamos expresamente para esta aplicación. Se trataba de una idea simple pero novedosa y que, por lo tanto, teníamos que validar antes de ponerla en práctica.

El procedimiento que elegimos consistía, básicamente, en las operaciones siguientes:

1. Tomar una fotografía digital (imagen) del medio modelo (objeto)
2. Identificar puntos de la superficie del objeto.
3. Medir las coordenadas de esos puntos en el plano de la imagen.
4. Convertir estas coordenadas planas en coordenadas 3D en el espacio del objeto.

Esta conversión requería resolver un problema de proyectiva cónica, con el ojo del fotógrafo como foco y el punto central de la imagen como centro-objeto. Se trata de un problema típico de geometría que tiene una solución inmediata cuando se conoce la posición del ojo-foco respecto al centro-objeto, en altura, distancia y azimut.

Como se muestra en la Fig.1, para convertir las dimensiones de la imagen fotográfica en las del objeto necesitamos conocer, además, la distancia focal con que se tomó la fotografía, es decir, la que había entre el ojo-foco y el plano en el que se captó la imagen. En una cámara analógica con negativos de 35 mm, la distancia focal se conoce, pero en una digital con foco adaptable se desconocen estos parámetros.

De un mismo modelo se tomaron varias fotografías, con distintas distancias focales, desde diferentes ángulos de azimut y a distancias y alturas también variables, según lo pedían el encuadre y los detalles que se buscaban en cada imagen. Había, pues, que recuperar esos parámetros de la fotografía de cada una de las imágenes. Para ello, colocamos junto al objeto un marco tridimensional, hecho con varillas ortogonales, que se situaba con su base en el plano de crujía del medio modelo y con una arista paralela a la quilla. Los parámetros con los que se tomó cada fotografía se determinaron por medio de un algoritmo que variaba milimétricamente la posición y la orientación de la cámara alrededor del objeto y el foco. En cada posición se calculaba la imagen proyectada del marco de referencia, hasta que todos los vértices de la imagen calculada coincidían con los de la imagen fotográfica.

Se resuelve el problema de la restitución de los puntos de un objeto en 3D, que se ve desde un foco que se sitúa en la cámara y forma una imagen plana.

Sean los parámetros del escenario de la fotografía los siguientes:

- O = foco de la imagen (depende de la cámara).
- W = centro de la imagen plana.
- U = abscisas en la imagen plana.
- V = ordenadas en la imagen plana.
- F = distancia focal = OW , entre el foco y el centro de la imagen.
- C = punto del objeto que se proyecta en el W de la imagen; se toma como centro.
- Ejes del objeto, con origen en C : X e Y en el plano horizontal; Z normal a ellos.
- Eje $+X$ del objeto = el que se proyecta en el eje $+U$ de la imagen.
- Eje $+Y$ del objeto = el que se proyecta en el eje $+V$ de la imagen.

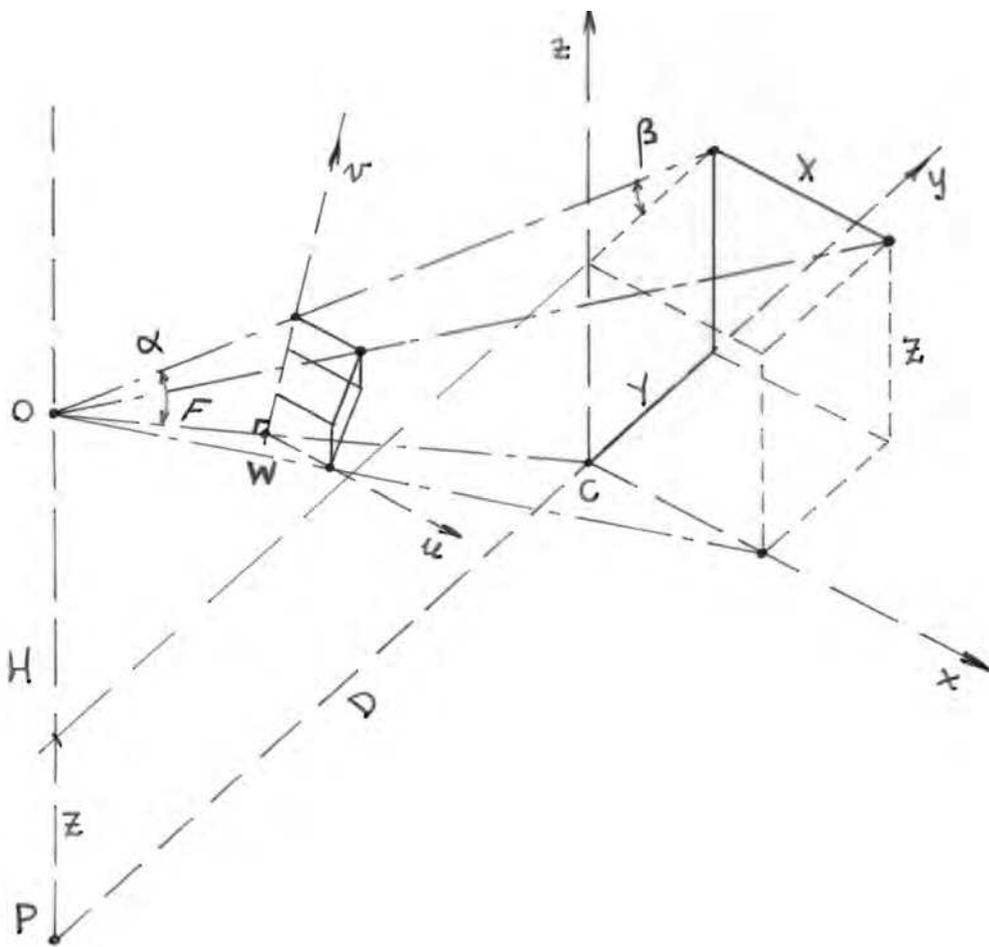


Figura 1 Esquema de la proyección fotográfica.

- P = proyección de O en el plano horizontal que contiene el centro C del objeto.
- H = altura del foco sobre este plano horizontal = OP.
- D = distancia del punto P al centro del objeto = PC.

Para un punto cualquiera del objeto, situado a una altura dada Z sobre el plano horizontal XCY, se pueden calcular las coordenadas (X, Y) del objeto a partir de las coordenadas (U, V) medidas en el plano de la imagen, utilizando las relaciones:

$$Y = (H - Z) * (F + V * (H/D)) / (F * (H/D) - V) - D$$

$$X = U * (D + Y) / F * \text{Cos}(\alpha) / \text{Cos}(\beta)$$

Los ángulos (alfa) y (beta) se definen en el plano YZ que contiene a O y se calculan por sus tangentes:

$$\text{Tang}(\alpha) = V/F$$

$$\text{Tang}(\beta) = (H - Z) / (D + Y)$$

El espacio 3D del objeto y el plano de la imagen guardan entre sí algunas relaciones geométricas sencillas que permiten plantear las formulaciones anteriores:

1. Toda línea paralela al eje X del objeto se proyecta en una línea paralela al eje U de la imagen.
2. Los puntos del plano YZ del objeto se proyectan en el eje V de la imagen.

En la misma Fig. 1 se presenta la proyección de un ortoedro. Se comprueba que la figura plana mantiene las aristas paralelas al eje X como paralelas al eje U pero la longitud varía con la distancia al foco y, mientras las aristas verticales del plano YZ se mantienen en el eje vertical V de la imagen, las que están fuera de ese plano convergen hacia la altura del foco.

En las figuras siguientes se presentan muestras de las fotografías utilizadas en el proceso de un medio modelo y la caja de secciones restituidas para el mismo.

El algoritmo se validó cotejando varias dimensiones medidas en los objetos con las que resultaban del cálculo en los objetos restituidos. Se consiguió una precisión coherente con la que permitía la resolución de

las imágenes fotográficas. Las fotografías utilizadas permitían medir en la pantalla del ordenador hasta del orden de 1 mm por píxel en el plano medio del objeto. Con esta tolerancia, tanto las semimangas y alturas de las cuadernas como su posición en la quilla se obtuvieron con un error medio inferior al 1% de sus dimensiones reales, lo que resultaba aceptable para los objetivos de nuestra investigación.

Otra ventaja del método empleado es que ha puesto a disposición del MMB una colección de fotografías digitales que constituyen, por sí solas, un documento técnico de sus medios modelos que podrán utilizar en el futuro otros investigadores.

En total, se midieron con este procedimiento 41 medios modelos, cuyas referencias son las siguientes, ordenados por el número de catálogo del MMB:

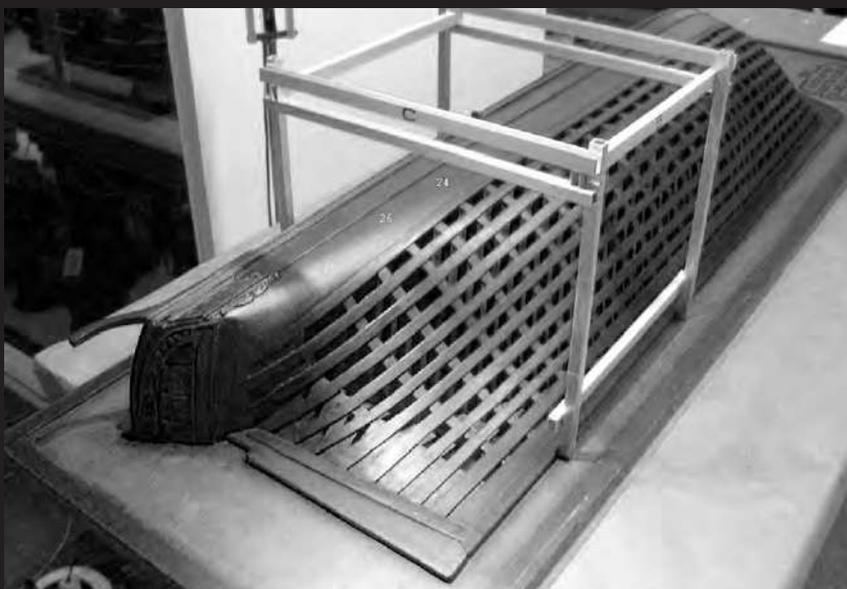
007, 008, 153, 154, 185, 187, 189, 190, 191, 195, 197, 200, 201, 202, 204, 205, 207, 209, 210, 215, 218, 221, 222, 223, 224, 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233, 235, 532, 649, 752, 753, 754, 1041, 3128 y 17479.

Tuvimos que desechar otros excelentes medios modelos porque su casco estaba forrado totalmente y hubieran requerido un marcado previo para adaptarlos al método de medición que utilizamos. Entre estos modelos están algunos que aparecen en las listas de barcos que comerciaron con América, y otros cuyo constructor o cuya historia los hacía atractivos para nuestro proyecto. Entre ellos contamos: corbeta *Pablo Sensat* (66), bergantín-goleta *Alfredo* (2977), bergantín *Moralidad* (2979) y corbeta *Habana* (3127).

Se tomaron todas las fotografías en el almacén del MMB, entre el 26 y el 28 de marzo de 2007, con la ayuda inestimable de sus conservadoras.

Algunos de los modelos exhiben su nombre, otros tienen rótulos o leyendas en la tabla que les sirve de soporte, o se ha escrito algo en el dorso, y están identificados en el catálogo del MMB:

185, polacra-goleta *Plata*.
189, bergantín *Lepanto*.
190, bergantín *Gallo*, de Josep Vieta Pons.
191, polacra *Temeraria*, de José Bosch, Sant Feliu, 1856.
195, bergantín *1º Amalia*, de Antonio Amargós.
202, polacra *Coruñesa*, de Pedro Sust Mir.
209, polacra *Conocida*, de José Bosch.



Figuras 2-3 Fotografías del modelo 17479, con las cuadernas numeradas.

- 210, bergantín *Guillermo*, de Benito Carreras, 1857; capitán D. Pablo Alsina.
- 218, bergantín *San Miguel*, de Josep Vieta Pons.
- 231, polacra *Estrella*, de Pelegrí Jaurés, (Arenys?).
- 233, bergantín *Felipe*, de Joan Carreras.
- 235, polacra *Francisca*, de Josep Vieta Pons.
- 532, corbeta mercante *Villa de Tossa*.
- 3128, fragata mercante *Adela de Pi*, de Vieta.
- 17479, es la *Blanca Aurora*, de A. Pujol, Lloret, 1848.

Obtención de las formas

De cada fotografía digital se recuperaron los contornos de las cuadernas que mejor se medían en esa toma. Se midieron en cada cuaderna de 7 a 12 puntos, con su altura sobre el alefriz y la semimanga sin el forro, hasta el puntal que estaba sin forrar en cada modelo. De cada fotografía se sacaron las formas de 4 a 15 cuadernas, al mismo tiempo que se determinaban sus posiciones en la quilla. Para resolver los posibles errores, se midieron varias cuadernas comunes a cada dos fotos del mismo modelo, lo que permitía al programa solaparlas y promediar sus contornos.

El resultado de este proceso era la caja de cuadernas preliminar de cada modelo, así como sus contornos de proa y de popa. De estos contornos interesaba, sobre todo, la distancia que separaba las cuadernas extremas de los extremos de la flotación.

Una vez obtenida cada caja de cuadernas preliminar se alisaron las formas promediando las medidas calculadas hasta conseguir una superficie de la carena continua y suave, siempre dentro de las tolerancias admitidas. Adoptamos esta carena corregida como la carena de trazado del modelo.

En el Apéndice se incluyen las cajas de cuadernas restituidas de todos los modelos. Cada figura está trazada a la escala que requería la pantalla del ordenador. Las marcas en los ejes se corresponden con una medida de 100 mm en el modelo.

Cálculo de las hidrostáticas

En pocos modelos se señalaba la posición de la flotación. Sin embargo, y a partir de esa posición en los que la tenían, pudimos situar la flotación más probable de cada uno de los medios modelos y adoptar para

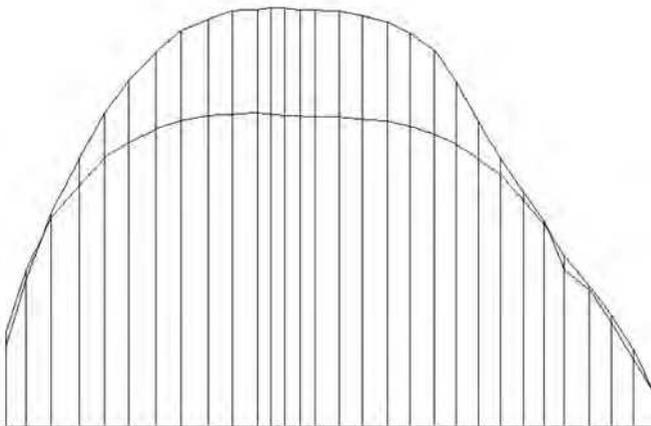
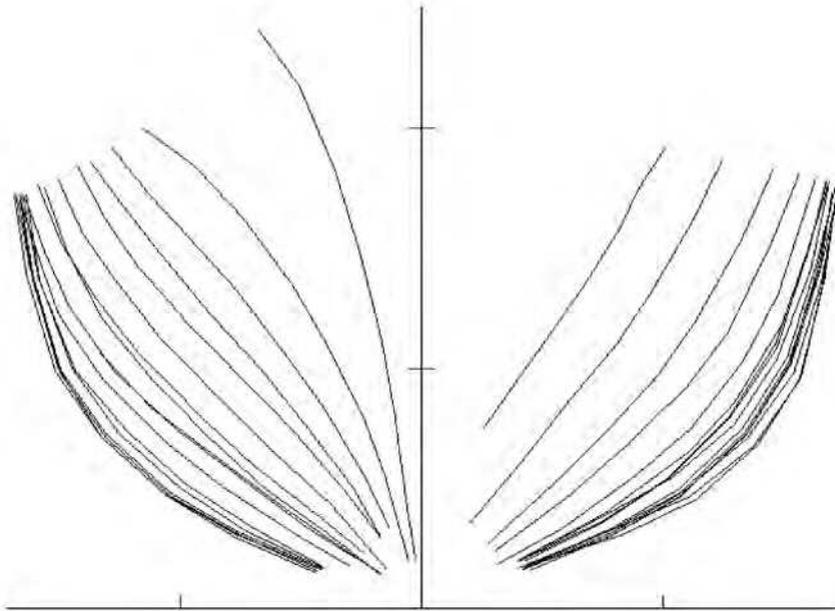


Figura 4 Caja de cuadernas del modelo 17479.

Figura 5 Áreas de cuadernas y flotación del mismo modelo 17479.

cada uno un calado virtual con el que podríamos calcular las características hidrostáticas de su carena.

En cada una de las 41 carenas del MMB hemos calculado las siguientes características, todas ellas con las dimensiones reales del medio modelo. Se han calculado para la carena completa y para la parte que delimitan las cuadernas extremas, para tener unos datos que permitan conocer la importancia de los extremos en estas características, según hacían algunos en el siglo XIX:

- Eslora entre las cuadernas extremas
- Eslora en la flotación
- Semimanga máxima
- Área transversal máxima
- Volumen de carena
- Altura de su centro sobre la base
- Abscisa del mismo a la mitad de la eslora
- Área de la flotación
- Abscisa de su centro a la mitad de la eslora
- Radio metacéntrico transversal
- Radio metacéntrico longitudinal
- Volumen de la mitad de proa, en % de la carena
- Volumen de la mitad de popa, en % de la carena
- Coeficiente de bloque
- Afinamiento de la flotación
- Coeficiente de la maestra
- Coeficiente prismático

Otras carenas

El objetivo de nuestra investigación era valorar la arquitectura naval de los barcos catalanes, para lo que teníamos que cotejarlos con otros barcos similares y coetáneos.

Además de los 41 medios modelos del MMB se procesaron con los mismos programas las formas de las carenas de otros 25 barcos cuya relación con los barcos construidos en Cataluña pudimos comprobar.

- De la obra de Jean Boudriot sobre el bergantín *Le Cygne* hemos tomado las formas de las carenas de tres bergantines: el *Faune*, el *Alsacienne* y el *Palynure*.
- De la colección de planos elaborados por los investigadores del

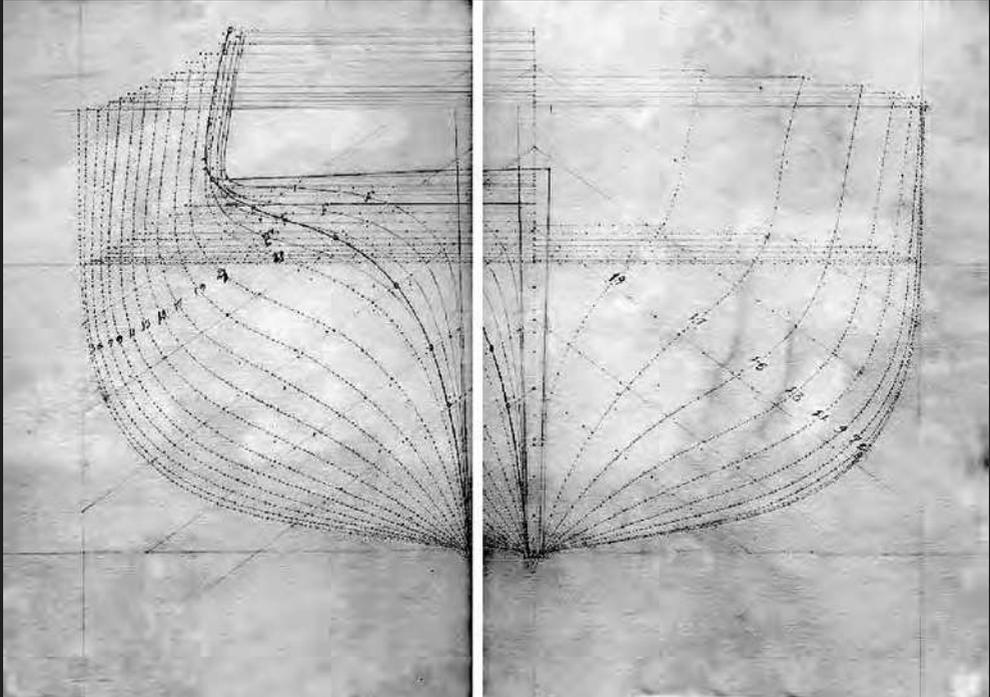


Figura 6 El plano P676 punzonado.

MMB hemos tomado las de dos bergantines: el *Nuevo Romano* y el *Nueva Casimira*.

- Era un deseo que pudimos conseguir, incorporar uno de los barcos propuestos por don Juan Monjo i Pons en su *Curso de Arquitectura Naval*, por el valor de sus formas como referencia para los constructores catalanes de la segunda mitad del siglo.
- Siguiendo con las referencias relacionadas con Cataluña, y por constituir un texto clásico al que Monjo i Pons concedía gran valor, hemos incorporado en nuestro análisis las carenas de cuatro bergantines de los que presenta F. av Chapman en su famoso libro del siglo XVIII *Architectura Navalis Mercatoria*, y cuyas formas tienen más similitud con las que hemos restituido a partir de los medios modelos del MMB. Elegimos las figuras XIII-18, XX-28, XXV-37 y XXVI-38.
- Por la misma razón, porque su obra fue referencia apreciada por Monjo, quien la tradujo al español, tomamos también las formas de la carena de un bergantín que describe C. L. Uggla en la edición de su libro de 1856, que hemos consultado.
- Siguiendo con referencias extranjeras, incluimos un bergantín que trae el libro de M. Etroyat de 1848, en la edición consultada de 1863.
- Finalmente, añadimos en nuestro banco de carenas, para analizarlas, las formas de los planos de doce bergantines que conserva el MMB. Diez de ellas son cajas de cuadernas perforadas con punzón para trasladarlas a los modelos, como se explica en una de ellas, por lo que nos merecen el más alto valor. Hemos usado las que se registran con los números de planos P665 a 674 y 676. Se añaden a estas carenas las del barangayán de 1833 (P646) y un bergantín-goleta con hélice (P783).

Con estas adiciones hemos completado un conjunto de 65 carenas, que juzgamos suficientemente amplio y coherente como para poder abordar con ellas un estudio de sus características y compararlas mediante técnicas de contraste estadístico.

En el capítulo dedicado a los análisis detallamos los estudios que hemos realizado, en los que cada una de las carenas ha sido identificada con su número, las del MMB, y con las iniciales de los barcos o de los autores de cuyas obras las hemos sacado, las otras.

Los planos del Museu Marítim de Barcelona

*Ya la barca abrió las alas como un pájaro en la sombra;
se estremece como un águila que el vuelo va a comenzar,
y me invita dulcemente... ¿Quién me llama?...*

¿Quién me nombra?

No tengo a nadie en la tierra...

Voy a ver qué me da el mar...

RICARDO MIRÓ, «Canción del marinero»

El Museu Marítim de Barcelona conserva una rara colección de planos originales del siglo XIX que, a nuestro entender, tienen un valor único como testigos de la técnica y también de los métodos usados por los constructores que los trazaron. Por otra parte, representan barcos construidos, algunos de los cuales tienen también su modelo en la colección del MMB. Entre ellos encontramos doce formas de probables bergantines, cuyas cajas de cuaderñas de planos hemos procesado con el fin de analizar sus características hidrostáticas y compararlas con las de los medios modelos del mismo MMB y con las formas de otros barcos. Estos planos se han señalado aquí con (*) y los valores calculados para sus características de formas están incluidos en el capítulo Los Análisis.

En el presente capítulo incluimos una descripción de 47 planos, copias y parciales, que corresponden a 28 barcos diferentes, a los que nos vamos a referir sólo por su número de registro, y de los que destacamos el significado técnico de sus características y comentamos algunos de los detalles que nos han parecido más notables.

En el Apéndice se incluyen reproducciones de los planos más representativos.

Plano 646 (*)

Título: *Plano de los Barangayanes A y B construidos en Durias en febrero de 1834.*

Durias es una población de Filipinas. El *barangayán* es un barco de pesca local de este país. Su nombre es un adjetivo que se refiere al *barangay*, que es el nombre tagalo de una asociación de vecinos o barrio.

Es un plano de formas completo, con caja de secciones, diametral y

horizontal. Trae una escala múltiple en pies de Burgos, con 1 +10. Está firmado por el autor, con la leyenda:

Proyectado por mí en Junio 22 de 1833
Joan Caldes.

La copia que hemos estudiado en imagen digitalizada es de difícil lectura, por lo que no hemos podido interpretar los datos, que indicamos con ¿??, y los dudosos con (¿).

Con las salvedades apuntadas, la leyenda reza como sigue:

Línea de agua en rosca ¿??
Calado de popa ¿??
Ydem de proa ¿??
Diferencia ¿??
Pesa la rosca en la anterior línea 165 quintales
92 libras por esta línea pesa la popa más que
la proa 40 quintales 86 libras y le queda
para la carga 123 quintales 84 libras

Capacidades	Quintales	libras
Desplaza el cuerpo de popa	152	18
Idem el de proa	146	58
Total desplazamiento	298	76
Diferencia entre los cuerpos	5	60
Por una pulgada de inmerción en la flotación desplaza	14	75

	Pies	Pulg.	Lín.
Eslora de dentro a dentro de sus alefrices			
Por el canto alto de la falca	55	--	--
Mayor manga medida en la cuaderna maestra por el canto alto de la falca	10	6	
Idem en la aleta	4		
Puntal medido en la propia maestra en la cubierta de las correderas	4	2	
Línea de agua en Corect	Pies	Pulg.	Lín.
Calado a popa	3	10	
Calado a proa	3	4	
Diferencia	--	6	

En la caja de secciones dibuja siete en proa (M, 2, 4, 6, 8, 10, 11) y siete en popa (m, 2, 4, 6, 8, 10, 12) además del espejo. La 12 de popa está en el extremo de la quilla y la 10 de proa en el pie de la roda. Cada sección se corresponde con una cuaderna de construcción, poniendo una cuaderna entre cada dos secciones y las dos maestras (m y M) se separan también media clara de trazado.

La maestra está apuntada en V, con un coeficiente de afinamiento de aprox. 0,5.

Traza tres vagras o diagonales, en tres planos comunes para los cuerpos de proa y de popa, que salen del diametral a alturas aproximadas de $C/2$, $3C/4$ y C , siendo C la del caperol, y dividen la maestra en cuatro tramos iguales.

El codaste cae con pendiente $17/27$ y el timón, que se maneja con caña, está colgado y tiene sólo un gozne abajo y el de la cabeza.

La roda es circular y lanza $35/32$ con un arco de unos 60 grados.

Traza tres líneas de agua, a cuartos del calado.

Semiángulo de entrada en la flotación, con tangente $4/9$.

Tiene dos palos: el mayor, en candelá, sobre la maestra popel, en la mitad de la eslora, y el trinquete, imperceptiblemente caído a popa, sobre el extremo de la quilla, exactamente a $1/7$ de la eslora.

En popa tiene una caseta habitable con dos ventanas, y detrás de ella la caña del timón.

Plano 653

Leyenda: «Está tirada por el Maestro Constructor Mariano Jaurés a los 18 de Marzo del año de 1810.»

Representa un tipo de barca o embarcación menor.

El plano contiene el diametral y una caja de cuadernas, sin escalas e incompletos. En el diametral se trazan dos maestras (números 1), centradas en la eslora, que se marcan con X. Se numeran de la 2 a la 7 a proa y a popa. Las números 7 se remarcan como X. Además se trazan sin numerar cuatro más a proa y tres más a popa. Las dos maestras se separan $15/24$ de la clara constante entre las demás.

La roda y el codaste tiene perfiles similares, pero el caperol se alza más. La cuaderna maestra es aproximadamente una elipse. La caja sólo tiene la maestra y las siete de proa y de popa, precisamente las últimas que han sido numeradas en el diametral y que se remarcan con sendas X.

Esto parece indicar que el casco se define primero en su parte central, de una forma distinta de los extremos, llegando a unas cuadernas (aquí las 7) que hacen el oficio de la cuadra y la mura de siglos anterior-

res, lo que recuerda la práctica habitual desde el siglo XIV al XVIII, antes de utilizar planos, cuando se usaba el gálibo único (*whole moulding*).

La caja de cuadernas tiene una sola vagra o diagonal, un solo plano que arranca a 1/3 del puntal en crujía y llega a la manga máxima en la base, lo que indica que no está relacionada con las formas ni con la construcción de las cuadernas. Esta vagra traza en el diametral una línea que podría ser la del fondo o la antigua de levantamiento de cabezas de varengas.

El plano no acota la quilla ni la eslora entre alefrices, aunque traza el de la roda.

De la medición del plano resulta que la eslora de fuera a fuera de roda y codaste, en el canto inferior de la regala, se ha dividido en doce claras a proa y otras tantas iguales a popa de las mismas. La relación entre la separación de las maestras y la clara común del resto es de 15/24 y sólo nos sugiere que se definieron las maestras en el centro de la eslora con el ancho de los maderos que las formarían, y luego se dividió cada semieslora en doce partes iguales para situar las secciones o cuadernas.

Plano 663

Título: *Plano de un Lau pescador en Cartagena de Levante.*

Usa *lau* por *laúd*, y al distinguir la Cartagena peninsular de la de Indias nos indica que fue hecho antes de la emancipación de la Gran Colombia, en 1819, o cerca de ella.

Es un plano de formas completo y trazado con esmero y detalles, de tal manera que parece que se hubiera preparado para formar parte de algún texto o documento, y no sólo para uso del constructor o del armador.

Contiene la caja de cuadernas de construcción, que son dobles, así como el diametral, las líneas de agua y las vagras abatidas, con un piti-pié o escalilla con 1 + 5 pies de Burgos.

La caja de cuadernas traza las dos maestras, ocho de proa y otras ocho de popa, con tres vagras o diagonales y dos líneas de agua, la flotación y medio calado.

La maestra tiene un fondo casi horizontal en la mitad de la semi-manga, y las secciones de proa y de popa tienen formas muy similares, en consonancia con la similitud de las curvas de la roda y el codaste, que justifica el referirse a ellas como ruedas de proa y de popa.

Las vagras son para trazado, sin aparente relación con la construcción, y están en tres planos casi paralelos entre sí, que dividen el con-

torno de las maestras en partes casi iguales y cortan el diametral aproximadamente en el puntal de las cuadernas 8, a 7/10 y 4/10 del mismo puntal.

El diametral muestra las varengas dobles y la sobrequilla encastrada en ellas, siguiendo una curva de levantamiento de varengas intermedias entre las dos vagras inferiores.

Las cuadernas están separadas una distancia igual a la eslora/21, y las dos maestras tienen la misma clara que el resto. Se numeran sólo las cuadernas maestras (m y M) y las 1 a 8 de proa y de popa, que son los extremos del fondo.

La coza del palo se apoya en la sobrequilla entre las cuadernas 1 y 2 de popa, y el palo cae a proa con pendiente 20/77, y se apoya en la cara de popa del banco central.

El plano diametral se completa con la contrarroda, el contracodaste, la falca y tres baos.

Tiene cuatro pares de toletes, dos centrados entre los baos, que se muestran como los bancos de boga; pero si se usan los baos, sobra un par de toletes en un extremo, lo que nos puede indicar que la boga se hacía tanto hacia proa como hacia popa, usando en cada caso uno de los toletes extremos.

El timón se adapta a la curva del codaste, tiene caña y un solo gozne abajo, además del de cabeza.

Leyenda:

Dimensiones Piales.	Pies	pulg.	lin.
Eslora de fuera a fuera de elefrices	19	--	--
Manga en la Maestra	5	8	--
Puntal en Ymd.	2	--	--
Linia de Agua			
Calado por igual	4	6	10
Desplazamiento	Quints	libras	
Cuerpo de proa	14	35	
Idem de popa	12	95	
Total	27	30	
Diferencia	1	40	

Planos 665 y 665 2 (*)

Leyenda: «Cs den Josep Maristán
fill del pau del frara.»

La abreviatura Cs significa ‘cuadernas’. Estos dos planos están en el recto y el verso de la misma hoja de papel de barba y representan una misma caja de cuadernas de un barco muy fino, probablemente un bergantín.

En el recto se han punzonado las líneas de todas las cuadernas y las vagras, que traspasan para formar la figura del verso. En el recto se identifican las cuadernas pares 2 a 18 de proa y 2 a 30 de popa. Se han punzonado también una línea de arrufo en el cuerpo de popa, el bao maestro de la cubierta y del entrepuente en el cuerpo de proa, seis vagras en popa y cinco en proa. En la popa traza la aleta abatida en el transversal.

En el verso se ha trazado la cuaderna maestra sólo con tinta, invertida para cruzar su figura con las cuadernas punzonadas.

Plano 666 (*)

Leyenda: «Cs den Pau Pages del Masnou.»

Representa una caja de cuadernas de un barco muy fino, similar al 665 pero más fino. Identifica y punzona las líneas de las cuadernas pares 2 a 16 en proa y 2 a 28 en popa. En la popa termina con una cuaderna o espejo que nombra F y abate dos aletas que identifica con las letras AR. Usa seis vagras en popa y cinco en proa.

También punzona en proa el bao de la cubierta y del entrepuente, y en popa la línea de arrufo.

Añade un trazado auxiliar para abatir la aleta, que está definida en un plano oblicuo (de reviro) vertical. Se apoya en siete líneas de agua y divide en cinco tramos iguales la distancia que hay desde la intersección del plano de la aleta con el diametral y el yugo.

Plano 667 (*)

Los planos parciales (a) y (b) representan, respectivamente, el cuerpo de proa y el de popa, y el (p) la caja completa de un barco más lleno que los 665 y 666. Todas las líneas están punzonadas. Sobre las dos mitades se escribe una leyenda que no hemos podido leer en las imágenes digitalizadas.

Representa unas formas intermedias entre los dos grupos anteriores. La proa tiene ocho cuadernas –las impares 1 a 13 y la 14– y cuatro vagras paralelas; la popa, once cuadernas impares, 1 a 21, y la aleta marcada con AR, con las cuatro vagras paralelas. Sobre ambos cuerpos se dibuja la aleta abatida, que está punzonada en ambos.

En ambos cuerpos se trazan los baos de la cubierta y se trazan las líneas de arrufo. Las vagras son prácticamente paralelas a la línea de arrufo del cuerpo de popa. La posición de las vagras no sugiere ninguna relación ni con la subdivisión del contorno de la maestra ni con el puntal. Lo más aproximado es que se haya dividido en seis partes iguales la distancia en el cuerpo de popa de la línea de arrufo a la quilla, para trazar sólo las cuatro vagras más altas, equidistantes. Las de proa están en los mismos planos que las de popa.

El plano completo (p) está todo punzonado, incluida la aleta completa, babor y estribor.

Plano 668 (*)

Los planos parciales (a) y (b) representan por separado los cuerpos de proa (a) y de popa (b); el (p) es la caja completa y el (c) reproduce la leyenda que en éste se halla.

Leyenda:

Grosor de quilla	7 pulgs
Ampla	9 pulgadas
Puntal	13 pams
Trigant	21 pams

Se trata de un bergantín muy similar al del plano 667, con todos los planos trazados y punzonados de igual manera.

El cuerpo de proa trae ocho cuadernas, impares 3 a 15 y la 16, con cuatro vagras; el cuerpo de popa, las impares 1 a 24 y la 24, con cinco vagras. En ambos se abate la aleta AR.

Las vagras son casi paralelas pero convergen ligeramente hacia arriba y se separan más cuanto más bajas. No sugieren ninguna relación con las formas ni con la estructura del casco. Se podría sugerir una secuencia de las alturas en crujía, con separación creciente de las vagras desde el puntal a la base.

En ambos cuerpos se trazan los baos de la cubierta principal, la inferior, y la línea del arrufo en el costado.

Plano 669 (*)

Es un barco de mayor porte que los anteriores, con tres cubiertas y dos entrepuentes.

La maestra es similar a la del 668 y con algo menor astilla muerta.

El plano parcial (a) representa el cuerpo de proa, con las cuadernas

impares 5 a 31 y ocho vagras paralelas; las cinco inferiores, en la carena, están equidistantes hasta la quilla y separadas vez y media lo que las superiores, que llegan a la segunda cubierta. El plano (b) es del cuerpo de popa, con las cuadernas impares 1 a 31 y las mismas ocho vagras. No marca ni abate la aleta.

En ambos cuerpos están trazados los baos que marcan en el costado las líneas de cubierta o de arrufo de las tres cubiertas.

La manga se traza en la cubierta inferior.

Los planos muestran marcas de unas pocas perforaciones, que parecen indicar que se usaron para copiar la caja mediante unos pocos puntos de las cuadernas y las vagras.

El plano 669c es una reproducción de la leyenda que contiene el 669p (2), que dice:

Cs del Cos que se ha Pica, per
fer al Modelo de la fragata, y
den Bolibart y den Corbella y de
altres Barcos.

De nuevo se usa abreviatura Cs para decir ‘cuadernas’. Pero esta leyenda nos añade una información más valiosa: se usaron las mismas cuadernas para hacer los modelos de varios barcos.

El punzonado sirve para pasar las formas de las cuadernas a las tablas de las que se van a cortar para armar el modelo y sobre las que luego se aplican los listoncillos del forro, tanto si es medio casco como si se arma un casco completo. Hemos podido comprobar que las dimensiones de los planos coinciden con las dimensiones típicas de los modelos que hemos medido en el Museu, según se describen en el capítulo Los modelos del MMB.

El plano 669p (2) es el que está punzonado y reproduce la caja de cuadernas completa, a la escala de los modelos.

Plano 670 (*)

Este plano corresponde a un barco de cierto porte, como indica el número de cuadernas que se trazan: las impares de 1 a 17 en proa y de la 1 a la 33 en popa, además de la aleta abatida. Se trazan cuatro vagras en proa y cinco en popa, paralelas entre sí.

El plano presenta algunas novedades respecto a los anteriores. La quilla se proyecta con asiento a popa, mientras que en todos los anteriores se proyecta horizontal. El cuerpo de proa tiene las líneas de dos

cubiertas, pero las cuadernas de proa terminan en una línea horizontal a una altura intermedia de aquéllas y tiene otra cubierta baja.

Se han trazado dos líneas horizontales que parece que correspondan a la flotación y a otra inferior. Estas líneas salen horizontales de crujía y se curvan hacia las cuadernas centrales, hacia abajo en la popa y hacia arriba en la proa, curvaturas que se destacan con flechas. Estas líneas parecen representar las trazas de dos cubiertas inferiores, la superior con una caída doble que la inferior desde la popa a la proa. Si el asiento de la quilla en la proyección de la caja de cuadernas fuera el de proyecto, se trataría de dos cubiertas que tienen una fuerte caída hacia proa y que convergen hacia allí.

Como decorado curioso, la roda y el codaste se levantan a modo de columna sobre cuyo capitel se dibuja un gallo andante. En el plano 720 se dibuja una gaviota.

Plano 671 (*)

Corresponde a un bergantín con formas medias y dos cubiertas.

Se trazan las cuadernas impares: en proa de la X a la 19 y en popa de la 3 a la 31, más la aleta, que se dibuja abatida y con dos soluciones. En el cuerpo de proa se han trazado seis vagras y siete en el de popa, todas paralelas, y la más alta corta a la maestra en la manga de la cubierta inferior, que es la principal.

El plano está punzonado sólo en las cuadernas.

Plano 673 (*)

Representa un barco fino, con gran astilla, con diez cuadernas en el cuerpo de proa (a) y 14 en el de popa (b) y tres vagras paralelas a la línea de cubierta y casi equidistantes entre ella y la quilla. La finura de las formas parece más propia de goleta que de bergantín, a la vista de otros planos extranjeros de la época.

En ambos cuerpos se traza la aleta abatida, y en el de proa se trazan tramos de otras tres cuadernas que parecen haberse usado para estudiar las formas a popa de la aleta.

Ambos planos son copias digitales parciales del plano completo (p).

Plano 674 (*)

Es la caja de cuadernas de un bergantín típico, con una astilla moderada y un ligero recogimiento de las obras muertas.

Tiene dos cubiertas y amurada. El cuerpo de proa se define con las cuadernas impares numeradas de 1 a 19, y el de popa con las impares 1 a

31. Se usan seis vagras en proa y siete en popa, donde la superior arranca en la línea de cubierta en el centro y las demás son paralelas y casi equidistantes entre ella y la quilla. En el cuerpo de popa se traza la aleta abatida.

Todas las líneas del plano están punzonadas, pero, a diferencia de los planos anteriores, en este se muestran las líneas de las cuadernas trazadas sobre los agujeros del punzón, en diversas zonas. Esto podría indicarnos que así se hizo la transferencia de las formas, mediante la tinta del trazado sobre los agujeros, o bien un trazado hecho para visualizar las líneas con algún propósito de mediciones o cálculos, ya que por su suavidad parecen haber sido trazadas con plantillas. En cualquier caso, este detalle constituye una muestra interesante del proceso de trazado de estos barcos.

Plano 675

Se representa la caja de cuadernas de un barco tipo bergantín, con astilla intermedia entre los dos precedentes, con recogimiento, dos cubiertas y amurada.

Como en el plano 671, se trazan siete vagras en popa y seis en proa, y las de popa son paralelas a la superior, que nace del punto de la manga tangente a la línea de cubierta. La separación entre vagras sigue la misma serie que en el plano 671, más separadas en la zona de mayor curvatura, donde cruzan más normales a las cuadernas. En popa se trazan las cuadernas impares 3 a 19 y en proa de la 1 a la 19.

El cuerpo de popa tiene un número de cuadernas igual que el de proa, lo que no era habitual en barcos cuya sección maestra estaba bien a proa. Por otra parte, la forma de la última cuaderna representada en popa, la 19, no se corresponde con las del codaste y la aleta, por lo que se trata de un cuerpo de popa incompleto. No sabemos la razón de haberlo trazado así, pero se trata de un plano no punzonado, por lo que podemos suponer que estaba en una etapa de proyecto. El que tenga definidas totalmente las cuadernas a falta de cerrar la popa nos sugiere, con gran probabilidad, que se trate de unas formas que estaban siendo copiadas de otras que estaban completas.

Plano 676 (*)

Este plano representa un barco más mangudo que todos los precedentes. Tiene una sola cubierta y una amurada alta en relación con el puntal, por lo que debe de corresponder a un barco menor.

El cuerpo de popa (a) tiene cinco vagras y las cuadernas impares 1 a 23, más cuatro cuadernas F, de las que sólo la primera se dibuja abatida.

El cuerpo de proa tiene las mismas cinco vagras y las cuadernas im-

pares 1 a 19. Las vagras se trazan en popa paralelas a la línea de cubierta, dejando libre el espacio debajo de ella y sobre la quilla.

Están punzonadas todas las cuadernas hasta la regala y también los baos, pero las vagras sólo se marcan con un punto adicional.

La roda y el codaste tienen mayor ancho en la cabeza que en la base.

Plano 677

Las formas de este plano son similares a las del plano 678. En el semiespejo hay 3 ventanas que, como las de los planos 678 y 706, indican que hay una cámara bajo la cubierta de popa. Las formas de los tres barcos que comparamos son muy similares pero difieren en su afinamiento: las 677 son las más finas y las 706 las más llenas. Difieren también en el modo de trazar las vagras y en el número de cuadernas.

Este plano 677 no está punzonado. Las líneas del trazado están dibujadas a trazos y sólo el espejo se dibuja con línea continua, y se colorean las orlas lo mismo que el marco que rodea la caja, lo que convierte el plano en un cuadro.

Tiene seis cuadernas en proa y ocho en popa, todas terminadas en la línea de cubierta. El espejo se traza completo, hasta el coronamiento.

Tiene dos vagras: la inferior hasta la manga en la base y la otra hasta medio puntal; ambas son paralelas a la proyección en proa de la línea de cubierta en la maestra.

Plano 678

La copia que hemos consultado es de poca calidad, de un plano enmarcado con una cenefa a modo de cuadro.

Este plano está más completo que el 677 y representa el mismo tipo de embarcación. Todas las líneas están dibujadas a trazos, incluido el semiespejo, con dos ventanas. Se dibuja una amurada o cubierta alta que llega hasta el espejo.

Tiene ocho cuadernas en proa y catorce en popa más el espejo. Se ha trazado una línea que usa tres vagras no equidistantes y casi paralelas a la proyección en popa de la línea de cubierta. No se percibe ningún criterio relacionado con las dimensiones o las formas para haber elegido la situación de las vagras.

Plano 688

Es un plano de formas completo, de un bote, con las tres proyecciones ortogonales dispuestas en el orden clásico: la caja de cuadernas, leyenda y escalilla a la izquierda.

Las diagonales o vagras se presentan en un trazado separado de la proyección horizontal con las líneas de agua.

La leyenda reza:

PLANO DE UN BOTE

Eslora 20 pies

Manga 5 ”

Puntal 2 ”

ECHO POR (*sic*)

José Antonio Dótras.

La escalilla o pitipié es de 5 pies, el primero dividido en pulgadas.

La eslora en la flotación, entre el alefriz de la roda y la cara externa del codaste, está dividida en el diametral en 20 partes iguales que definen 20 secciones con clara común: 19 enteras centradas y dos medias en los extremos.

El calado se divide en tres partes, entre la flotación y la arista baja del alefriz de la quilla.

Se marca el centro de la eslora de flotación y en la clara central dos maestras con M. Las demás secciones se marcan de 1 a 9 en popa y de I a IX en proa.

Entre la proyección vertical y la horizontal se ha trazado la construcción geométrica de la proyección de las aletas o cuadernas de reviro de popa que sujeta los brazos del espejo, y la comprobación de las formas de proa a partir de la sección VIII, mediante un corte oblicuo y líneas de agua auxiliares por encima de la flotación.

Las formas son finas y con amplia astilla, y el espejo presenta la misma curva de copa que los planos 677, 678 y 706, aunque cortada a la altura de la regala.

Aunque se trata de un bote pequeño, el plano está trazado con todo el cuidado e incluye todos los detalles que se trazarían en un barco de mayor porte.

La caja de secciones tiene diez en cada cuerpo y cuatro vagras. Las vagras dividen el contorno de la maestra en cinco partes casi iguales. La vagra alta nace en el coronamiento y termina casi paralela a la línea de cubierta en el cuerpo de popa, y las demás divergen de la alta hacia la maestra.

Plano 689

Este plano de formas tiene para nosotros el valor de representar un tipo de barco del que existen pocos planos similares de la época.

Por el estilo de su confección y los elementos que usa para el trazado es probable que se hubiera hecho a principios del siglo XIX, y el título del plano sugiere que fuera una copia de un plano original francés, lo que confirmaría el tipo de vagras que usa.

Los detalles del plano recuerdan al 663, y parecen trazados por la misma mano.

Título del plano:

Balahú nombrado Mosca construído en Francia.

El *balahú* o *balajú* (en español *balao*) aparece citado en 1836 por varios autores norteamericanos como una embarcación pequeña de las costas caribeñas, y también como un pez de aquellas aguas, el *garfish* o *halfbeak* (aguja o agujeta).

Leyenda:

Escala de Pie de Burgos

Trae una escalilla o pitipié de 19 pies, el primero dividido en pulgadas.

Dimensiones Prales.	pies	pulg	lín.
Eslora de fuera a fuera de sus alefrices tomada en el sitio de la cubierta	67	1	--
Mayor manga tomada en la quaderna maestra Y en la altura de la cubierta	18	9	--
Puntal medido en Ymd y asta (sic) la cubierta	7	8	--
Linia de agua para navegar en Corso	pies	pulg	lín.
Calado a popa	8	11	--
Ymd a proa	7	0	--
Diferencia	1	11	--
Batería en medio	3	5	--
Capacidades en esta linia de agua	Quints		Libs
Desplaza el cuerpo de popa	779		97
Ymd el de proa	731		36

Diferencia entre los cuerpos, más a popa	48	61	
Total desplazamiento	1511	33	
Linia de Agua en rosca	pies	pulg	lín.
Calado a popa	6	3	--
Ymd a proa	4	3	--
Diferencia	2	--	--
Capacidades en esta linea de agua	Quin.	Libs	
Desplaza el cuerpo de popa	312	98	
Ymd el de proa	228	12	
Diferencia entre los cuerpos, más a popa	84	86	
Total desplazamiento	541	10	

La escritura de la leyenda parece que es de la misma mano que la del plano 663p.

Por esta leyenda se ve que este *balabú* podía ir armado para el corso, para lo que presenta 4 portas de artillería en el costado.

El diametral muestra la estructura con detalles que merecen comentarse:

- La línea del alefriz de la quilla cae hacia popa 1 pie, pero la base de la quilla se mantiene horizontal, con lo que el altor de la quilla es 1 pie mayor en la roda que en la patilla del codaste.
- Se dibujan las varengas dobles de armar, la maestra (M) y en proa las 3, 6, 9, 12, 14 y 15; en popa las 3, 6, 9, 12, 14 y 16. Sólo una de las dos medias varengas endenta en la sobrequilla, tanto en proa como en popa, la más cercana a la maestra.
- Tiene dos palos: el mayor cae a popa 1/6 y el trinquete 1/7. El bauprés sube 1/4 y se apoya en un tajamar de una pieza encastrado en la roda.
- Tiene mesas de guarnición con tres vigotas para obenques y una burda, lo que indica que lleva aparejo de cruz en los dos palos.
- Las carlingas de los palos son iguales y se apoyan en tres cuadernas, centradas en la 11 de proa y la 4 de popa.
- La sobrequilla sube en popa y en proa hasta la cubierta.
- El dormido de popa llena la mitad del levantamiento de la sobrequilla, y la otra mitad las picas.
- Los baos de cubierta no están sobre las cuadernas, y se apuntalan fuera de la escotilla, que se extiende de la 2 de popa a la 4,5 de proa.

- La bita está adosada a popa de la carlinga del trinquete.
- El codaste cae algo más de 1/3 y el timón tiene cuatro goznes y caña.
- Tiene una corta caseta a popa, entre las cuadernas 11 y 15 y hasta 2,5 pies de la borda.
- La caja de cuadernas muestra unas formas finas, y el espejo presenta una limera.
- Se trazan siete secciones en popa más el espejo, y seis en proa.
- Las vagras se trazan en planos diferentes para los dos cuerpos, al modo del siglo XVIII, y los franceses. Se trazan cinco en el de proa y seis en el de popa. Son trazas que divergen hacia la maestra y lo más probable es que marquen los extremos de los maderos, es decir, las cabezas y pies de las ligazones. Las trazas de las vagras terminan en la maestra y sólo se marcan sus pies en el rectángulo circunscrito a la caja.
- La caja está proyectada con la quilla a nivel y en ella se trazan cuatro líneas de agua, al calado de proyecto en la maestra y a 3/4, 1/2 y 1/4 del mismo, que se representan como líneas curvas, descendentes de popa a proa.

Plano 690

Es otro plano con estilo y modo de confección similares al 663 y 689.

Representa una goleta de armada, con los mismos detalles que el *balabú*, y traza las formas y los elementos de la estructura con detalle y disposición similares.

Título del plano: «Plano para la Goleta de 10 Carronadas de á 12 y un Cañón de á 24 en Coliza.»

Leyenda: «Escala de Pie de Burgos»

Trae una escalilla o pitipié de 22 pies, el primero dividido en pulgadas.

Dimensiones Principales	Pies	pulg	lín.
Eslora de fuera a fuera de alefrices	67	1	--
Mayor manga en la quaderna maestra	18	9	--
Puntal en Ymd y hasta la cubierta de la Batería	7	8	--

Estabilidad

El centro de Gravedad a proa

de la mitad de la Eslora	1	3	9
Ymd Elevado sobre la cara alta de la quilla	5	10	3
El Metacentro elevado sobre el anterior centro	7	2	9

Linia deNavegación	Pies	pulg	lín.
Calado a popa	8	11	--
Ymd a proa	7	--	--
Diferencia	1	11	--
Batería en medio	3	5	--
Capacidades	Tonels.		Lib.
Desplaza el cuerpo de proa	98		1181
Ymd el de popa	96		1178
Total	195		359
Diferencia de Cuerpos	2		3

Tanto para la vela como para la batería, tiene una gran estabilidad, con un valor de la altura metacéntrica de casi el 40% de la manga.

La escritura de la leyenda parece que es de la misma mano que la del plano 689p.

Esta goleta era de Armada, con un casco típico de finales del XVIII. Muestra cinco portas por banda y un montaje giratorio a popa del trinquete para el cañón de 24 libras, corto y con la línea de fuego sobre la borda. A la altura de los batiportes y entre las portas se dibujan diez círculos cuyo significado no está claro. No pueden ser relacionados con las portas porque la de popa no los tiene y los dos círculos de proa no encierran una porta. Ni tampoco son imbornales porque están muy altos y ya existen las portas. Si no fuera un barco de este porte diríamos que se trata de portillos para remos. La única respuesta posible es que se trate de piezas para amarrar las piezas de artillería, y que las dos de proa se dibujaran cuando allí había una porta, antes de dibujar el cañón de 24.

El diametral muestra todos los detalles de la estructura, como el plano 689, y tiene muchos en común con el *balabú*.

La quilla se traza horizontal pero la flotación muestra un asiento a popa de 3 pies y se marca como una flecha, al modo francés. También es práctica francesa el usar toneles en lugar de quintales para las capacidades.

Se dibujan todas las varengas dobles, la maestra (M), en proa de la 1 a la 9 y en popa de la 1 a la 11. Sólo se endenta en la sobrequilla la media varenga más próxima a la maestra.

Tiene dos palos: el mayor cae a popa 1/6 y el trinquete 1/7.

El bauprés sube 1/3 y se apoya en un estrecho tajamar que se conecta con la zapata.

Tiene dos mesas de guarnición a media altura de las portas, con

cuatro vigotas y tres menores intermedias, lo que indica que lleva velas cuadras en los dos palos.

Las carlingas de los palos son dados casi cúbicos, a horcajadas sobre la sobrequilla, en las varengas 5 de proa y 3 de popa.

Se marcan con sendos círculos cruzados el centro de gravedad y el metacentro en el diametral, en la cuaderna 1,5 de popa.

La sobrequilla sube en popa y en proa hasta la cubierta.

Entre las varengas del diametral se traza una contraquilla que conecta con la curva coral en popa y la contrarroda en proa.

En popa tiene picas que arrancan de la quilla, pero no el dormido del *balabú*.

Los baos de cubierta no están sobre las cuadernas, pero no se dibujan puntales ni la bita.

Se dibujan plataformas en proa a partir de la cuaderna 3,5 y en popa desde la 7,5.

El codaste cae poco, apenas 1/10. El timón tiene cuatro goznes pero no se dibuja su caña.

La caja de cuadernas muestra unas formas muy finas, más que las del *balabú*, y el espejo sigue a una breve bovedilla.

Se trazan doce secciones en popa más el espejo, con cinco yugos, y diez secciones en proa.

Las vagras se trazan en planos diferentes para los dos cuerpos, como los arquitectos navales franceses del XVIII, cinco en el de proa y seis en el de popa. Las trazas son casi paralelas en los dos cuerpos y no parece que marquen los extremos de las ligazones. Las trazas de las vagras terminan en la maestra y sólo se marcan sus pies en el rectángulo circunscrito a la caja.

La caja está proyectada con la quilla a nivel y en ella se trazan cuatro líneas de agua, al calado de proyecto en la maestra y a 3/4, 1/2 y 1/4 del mismo, que se representan como líneas curvas, descendentes de popa a proa.

Plano 694p

Es un plano incompleto de un bote o embarcación menor. Tiene trazos de tanteo, a mano y lápiz, que muestran un plano en las primeras fases del proceso del trazado. Las formas de la roda y del codaste son curvas parecidas y tiene una falca alta. La escalilla o pitipié está dividida en cuartos, lo que suele hacerse cuando se miden palmos y no pies, como en los laúdes y los botes. Se marcan nueve cuadernas de popa y ocho de proa, incluidas las dos maestras. La caja de secciones tiene formas casi

simétricas en proa y popa y una astilla reducida, cos dos vagras paralelas a las líneas de cubierta.

Plano 705p

Es un plano de formas completo, con las tres proyecciones identificadas como *Plano Transversal*, *Plano Longitudinal* y *Plano diagonal*, ya que no traza líneas de agua en ninguna proyección.

Las formas son de un barco del tipo bergantín con eslora de 108 palmos o 72 pies de Burgos, con una astilla moderada y un airoso arrufo.

Como caso raro, se trazan las formas con la proa a la izquierda en el plano longitudinal y en el transversal.

Tiene valor la escalilla o pitipié por la información que contiene.

Se rotula como *Escala de pies, guas y palmos*. Se divide cada *gua* en 4 palmos y cada palmo en 8 pulgadas. Se acota los pies de manera que 1 pie son 1,5 palmos.

Leyenda del plano:

Plano de un buque de las dimensiones

--- siguientes a saber ---

Eslora de construcción	27 guas
Manga de idem	7 guas y 3 palmos
Puntal de idem	3 " y 2 "
Arrufo a proa	5 palmos
Idem a popa	4 palmos
Yugo	5 guas y 1 palmo

Porte en toneladas 135 equivalentes a 2700 quintales catalanes.

Trazado por el Maestro constructor D. José Antonio Dótras en Arenys de Mar á 16 Enero de 1874 años.

Es curioso comprobar el uso de las unidades castellanas o catalanas en una fecha en la que ya estaba en vigor la ley que establecía en España el sistema métrico decimal. Tal vez por eso dice que son quintales catalanes, porque en otras partes se usara el metro y la tonelada.

El diametral es de trazado, sin datos de la estructura ni de la arboladura. La roda es casi vertical, cóncava y lanza 1/8, y el codaste cae sólo 1/10.

Se divide en diez secciones pares de proa, 2 a 20, y doce pares la popa, 2 a 24, y la maestra, que se trazan en la caja de secciones o transversal.

El transversal se ajusta con cuatro vagras que pueden tener relación con los extremos de las ligazones; son paralelos a la línea de la cinta en la maestra y dividen en partes casi iguales la distancia de esa línea a la quilla.

Además, se corta con un plano diagonal que se traza desde la cabeza del codaste y normal a las secciones de popa de la 14. La separación entre esta diagonal y la línea de cinta en el cuerpo de popa se subdivide con otros tres cortes diagonales paralelos al anterior y que sirven para definir la zona cóncava a popa de la sección 14.

Se hace una proyección horizontal de las líneas completas de borda y cinta y de las secciones planas horizontales que definen los cuatro yugos (dragantes y cochinas) sólo en la banda de estribor.

Las proyecciones diagonales se trazan en la banda de babor.

Se decoran la amurada, la proa y la popa, la roda con un blasón en cuatro cuarteles y el espejo con un sol radiante que se prolonga en alas en las aletas.

Se rotulan las líneas de las formas con sus nombres (*sic*):

Borda
Sinta Fuerte
Regala
Tragan alto
Tragan bajo
1ª cuchinata
2ª cuchinata
Aleta
Coronamiento
Espejo de popa
Bobedilla

Plano 706

Es un plano de formas completo, con la proyección vertical en el diametral, las líneas de agua en la horizontal y la caja de cuadernas. La quilla tiene un asiento de 1,5% a popa.

Representa una embarcación con dos palos. El mayor tiene su cox en la cuaderna 1 de proa y está caído a proa 1/7; el mesana cae sobre el codaste y tiene la misma caída a popa que éste, aproximadamente 1/6.

La proyección vertical muestra la obra muerta y las siguientes características:

- Roda en cuarto de elipse, con caperol levantado.
- Bauprés.
- Toldilla que lanza a popa y se prolonga en un botalón para la mesana, como las tartanas.
- Línea de levantamiento de varengas hasta los raseles de roda y codaste, que se divide en partes iguales para las secciones de trazado: 11 a popa y 7 a proa de la maestra.

La eslora entre las secciones 1 y 6, en proa y en popa, se divide en trece partes para otras tantas cuadernas. Las secciones 6 corresponden a las cuadernas 14, a proa y a popa de la maestra, y se marcan con X. Además de la quilla, cintas, cubierta de baos y galones se trazan dos flotaciones que convergen hacia proa. Trae una escalilla o pitipié sin leyenda, con longitud 8 y la unidad dividida en octavos, por lo que más que pies de Burgos podrían ser palmos, de a 4 por vara.

En estas unidades, la embarcación mide, aproximadamente:

- Quilla: 60
- Eslora: 70
- Manga: 22
- Lanza de la roda: 10
- Altura del caperol s/base: 20
- Altura cara alta del yugo s/base: 10
- Calados: 5,3 y 6
- Rasel de popa: 6
- Rasel de proa: 3,5
- Lanza el codaste: 1
- Lanza la toldilla: 13 desde el yugo
- Longitud del botalón de mesana: 24

En el plano horizontal se trazan las cubiertas y galones, las flotaciones, las aletas –con las de reviro–, dos vagras completas y dos auxiliares de popa que usan para abatir las aletas de reviro.

La caja de cuadernas de este plano tiene gran similitud con las de los planos 677 y 678, por lo que sugiere que aquellos planos representan el mismo tipo de barco que éste.

Traza las seis secciones de proa y de popa, sólo hasta la línea de baos o de cubierta.

Se dibuja el semiespejo hasta el coronamiento y con dos ventanas, pero no se indica el lanzamiento de la toldilla ni el botalón de mesana.

Se trazan dos vagras en proa y popa más dos planos auxiliares en popa para abatir las cuadernas de reviro.

Las dos vagras dividen en tres partes el cuerpo de proa entre la línea de cubierta y la quilla y en dos partes el puntal en crujía, convergiendo hacia el exterior.

Plano 707

Es un barco similar al 705, del mismo tipo y parecidas dimensiones. El plano está dispuesto y trazado con las mismas líneas, y como en el 705 dibuja la proa a la izquierda en el longitudinal y en el transversal.

Es un plano de formas completo, con las tres proyecciones identificadas como *Plano Transversal*, *Plano Longitudinal* y *Plano Diagonal*, ya que no traza líneas de agua en ninguna proyección.

Las formas son de un barco del tipo bergantín con eslora de 126 palmos o 84 pies de Burgos, con una astilla menor que el 705p y varen-gas cóncavas, y sin apenas arrufo.

Como en el 705p, se trazan las formas con la proa a la izquierda, y también se cambia la caja de secciones, que se dibuja con el cuerpo de proa a la izquierda.

La escalilla o pitipié tiene la misma traza e información que la del 705p.

Se rotula como *Escala de pies, guas y palmos*. Se divide cada *gua* en 4 palmos y cada palmo en 8 pulgadas. Se acota los pies de manera que 1 pie son 1,5 palmos.

La leyenda del plano es:

Plano de un buque de las dimensiones

--- siguientes a saber ---

Eslora de construcción	31 guas y 2 palmos
Quilla Limpia	30 " 0 "
Manga de construcción	9 " 2 "
Puntal de id.	3 " 2 "
Arrufo á Proa	1 " 0 "
Id. á popa	0 " 3 "
Yugo	7 " 0 "

Porte en toneladas 190 equivalentes a 3800 quintales catalanes.

Trazado por el Maestro constructor D. José Antonio Dótras en Arenys de Mar á 25 Mayo 1876.

Como en el plano 705p, usa unidades anteriores a las métricas. Utiliza el término tradicional de *quilla limpia*, que no usa en el plano anterior.

El diametral es de trazado, sin datos de la estructura ni de la arboladura. La roda es casi vertical, cóncava y lanza 1/8, y el codaste cae sólo 1/10.

La quilla se dibuja horizontal y la carena no tiene asiento de proyecto.

Se divide en once secciones pares de proa, I a XXII, y catorce pares de la popa, 2 a 28, más dos maestras. Los extremos de la eslora de construcción, en la cubierta, corresponden a las secciones 30 y XXIV, que no están trazadas, y dividen la eslora en cubierta en 28 partes iguales y se trazan en la caja de secciones o transversal.

El transversal se ajusta con cuatro vagras que pueden tener relación con los extremos de las ligazones; son paralelos a la línea de la cinta en la maestra y dividen en partes casi iguales la distancia de esa línea a la quilla.

Además, se corta con un plano diagonal que se traza desde la cabeza del codaste y normal a las secciones de popa de la 14. La separación entre esta diagonal y la línea de cinta en el cuerpo de popa se subdivide con otros tres cortes diagonales casi paralelos al anterior y que sirven para definir la zona cóncava a popa de la sección 18.

Se hace una proyección horizontal de las líneas completas de borda y cinta y de las secciones planas horizontales que definen los cuatro yugos (dragantes y cochinas) sólo en la banda de babor.

Las proyecciones de las diagonales se trazan en la banda de estribor.

En la banda de babor se trazan las proyecciones de la *Borda*, *Sinta* y *Linia de Agua*.

Se decoran la amurada, la proa con curvas bandas y la popa, la roda con un blasón en óvalo acuartelado y el espejo con una cenefa sencilla.

Se rotulan las líneas de la formas con sus nombres (*sic*):

Borda
Sinta
Linia de agua
Coronamiento
Espejo
Bobedilla alta
Idem. Baja

Yugo
1ª cuchinata
2ª id.

Plano 712

Es el plano de formas completo de una barca de unos 19 guas (76 palmos o 50 pies) de eslora y 23 palmos (16 pies) de manga, identificada por la leyenda manuscrita:

Barca tirada por el Maestro Constructor
Mariano Jaurés de Areñs del Mar lo año 1812

Representa unas formas parecidas pero más afinadas que las del plano incompleto 694p. Es un plano acabado, con escalilla o pitipié en guas divididas en cuatro palmos. La roda y el codaste son casi simétricos y tiene una especie de falca alta. Se trazan 21 cuadernas en proa y 23 en popa. La quilla se traza horizontal pero hay dos líneas de agua que caen ligeramente hacia proa marcando un asiento pequeño en la proyección transversal. Las líneas de agua en el diametral se terminan con cabezas de flechas, al estilo francés.

Se trazan tres vagras casi paralelas y equidistantes entre la línea de cubierta en la maestra y la quilla.

En el transversal se trazan los baos de todas las cuadernas impares tanto en la regala como en la cabeza de la falca, lo que parece indicar que estaba cubierta.

Plano 720

Es el plano de formas de una goleta identificada por la leyenda manuscrita:

Goleta del Sor. Pedro Siches construida a Canet. Jaime Gaurés

Completa la identificación la figura de una gaviota sobre la crujía, en el transversal, con la que parece que se hace eco del origen francés de la goleta.

Incluye una escalilla o pitipié de 15 guas de 4 palmos. Con esta escala, resultan unas dimensiones de 132 palmos de eslora, 44 de manga y 23 de puntal a la cubierta superior en el costado.

El codaste es vertical y la roda sólo lanza 1/12. No se trazan líneas de agua.

En el plano longitudinal se trazan los ejes de los dos palos y el bau-

prés. El mayor se apoya en la cuaderna 9 de popa y el trinquete en la 12 de proa, y ambos tienen igual caída de 1/7 a popa. El trinquete sube desde la cuaderna 19 con pendiente 1/3.

Las formas de la caja de cuadernas son redondas, con poca astilla muerta y recogimiento a partir de la cubierta inferior, en la manga máxima, de modo que la maestra recuerda las del siglo XVIII.

En el transversal se trazan 27 cuadernas de popa, además de la alea, que marca con (A), y dos finales hasta el espejo, que marca con (F). Traza abatida la cuaderna de reviro (R).

Traza también ocho yugos que numera desde el principal, 1 al 8.

El cuerpo de proa tiene 23 cuadernas y seis vagras, una menos que en popa.

Las vagras son todas paralelas y la tercera de popa (segunda de proa) es tangente a la línea de cubierta en la maestra. Las demás vagras inferiores podrían estar dispuestas para definir los extremos de las ligazones.

Plano 782

Representa un barco del tipo del laúd o de los que hacían la pesquera de Larache y se construían en la costa de Levante.

Título del plano: «Barca de pesquera en la Armadraba de Cartagena»

Es un plano de formas completo, con detalles de la estructura. El pitipié tiene 10 pies de Burgos y pulgadas.

Leyenda:

Dimensiones Prales.	Pies	Puls.	Líns.
Eslora de dentro a dentro de su alefriz	45	11	--
Manga en la cubierta ó corrediza	9	2	6
Puntal medido en Ymd.	2	6	--
Linia de Agua			
Calado por igual	2	3	--

El plano longitudinal dibuja nueve varengas en proa y otras nueve en popa. La maestra es la 0, en mitad de la clara entre las 1. Las 9 distan de las 8 también media clara. La eslora se divide así en 17 claras enteras.

Se dibujan las varengas dobles, y se endentan en la sobrequilla las medias varengas más cercanas a la maestra. La sobrequilla se levanta en proa y en popa hasta 2 pies sobre la línea de base.

La roda y el codaste son curvas similares, lo que da lugar a unas formas casi simétricas proa-popa. El único palo se apoya en la maestra

y tiene una fuerte caída de 1/3 a proa. Sobre la regala se dibujan siete toletes para remos, hincados sobre bases de 1 pie. Contra la cinta se sitúan ocho baos, centrados entre los toletes. Tiene contrarroda y contracodaste, y contraquilla entre las varengas 7 y 9. El timón no baja de la quilla y tiene dos machos. El codaste sube 7 pies desde línea de base, y sobre él la caña del timón. El caperol se eleva 9 pies. Tiene un bauprés-tajamar que sale 5,5 pies de la roda.

El plano horizontal muestra la cubierta y la gran escotilla o corre-diza, entre los ocho baos, con 11 claras de largo y 2 claras de ancho, con sus brazolas, y un escotillón a popa.

En la caja de cuadernas se trazan todas, con tres vagras paralelas a la línea de cubierta y casi equidistantes entre ésta y la quilla.

La estructura de la maestra consiste en la varenga con estamenara y un bao con poca vuelta. La sobrequilla es un tablón ancho a modo de plan. El durmiente y el trancanil de cada costado se enfrentan con su cinta. Se dibujan las tablas de la cubierta en los pasillos laterales, cayendo desde la brazola al trancanil, para conseguir la pendiente que se necesita al navegar a vela y para desaguar la cubierta. Es una solución ingeniosa que ahorra el poner baos con una vuelta exagerada. Las tablas miden medio pie de ancho y descansan sobre cartabones de tabla cuya sección se dibuja en el plano longitudinal en cada una de las doce cuadernas que ocupa la abertura.

Plano 783 (*)

Título del plano:

ARQUITECTURA NAVAL
PLANO DE UN BERGANTÍN
GOLETA

El barco representado es un bergantín-goleta que monta una hélice de dos palas del tipo de las de Josef Ressel (1827), primeras que se utilizaron.

Está compuesto y realizado como una lámina para un texto de arquitectura naval, pues incluye no sólo el plano de formas completo sino que añade la escala estereográfica y un perfil de un bergantín-goleta con su velamen y su escalilla particular. El plano abunda en su propósito didáctico incluyendo secciones y proyecciones detalladas y acabadas de las estructuras del arco del codaste, la bovedilla, el timón, el trazado de la brusca de la cubierta y la hélice.

Leyenda (*sic*):

Eslora de construcción	58'00 ms
Manga de id.	15'50
Puntal de id.	8'10
Calado de alefrís	5'20
Arqueo oficial	1319'00 ts

ARQUEO LEGAL DEL PORTE

Peso total	2383'33 ts
Peso de la carga	1299'51 ts
Peso de la nave	1083'82 ts

Por
JOSÉ MISSÉ

(Encierra el nombre entre dos bellotas de encina de adorno)

El plano longitudinal tiene clara uniforme, con dos maestras (M), de la I a la IX en proa y de la 1 a la 13 en popa. Los extremos de proa y de popa se arman con tres cuadernas de reviro cada uno, cuyos abatimientos se explican en el plano mediante líneas auxiliares.

Cada clara de trazado o de cuadernas de armar se divide en cuatro partes iguales, para situar tres cuadernas.

La roda es casi vertical y cóncava, con lanzamiento de 2/15 y un tajamar que soporta un bauprés que sale 12 metros y se eleva 3,5 m.

El codaste es abierto, con una caja rectangular de 2 m de eslora y 5,30 de alto para la hélice, y se dibuja el eje de cola y una chumacera con soporte en A. El codaste popel es casi vertical, pues cae sólo 1/30.

Se traza la línea de flotación y otras cuatro que dividen el calado de trazado en cinco partes.

Encima del plano longitudinal se ha trazado la curva de la brusca de la cubierta en la que se han marcado las semimangas de las cuadernas de armar de popa y de proa. Una leyenda dice:

Nota
Número de len popa 55
cuadernas len proa 38

Debajo del plano longitudinal se dibujan otros dos planos. Uno para las líneas de agua y las de cubierta y regala, y el otro con las dia-

gonales. Entre los tres planos se trazan las proyecciones y abatimientos de las cuadernas de reviro de proa y de popa.

Entre el plano longitudinal y el horizontal se incluye una escalilla o pitipié en metros, con divisiones de décímetros. Este el único plano de la colección que hemos estudiado que tiene sus dimensiones en metros, lo que sitúa su confección en las últimas dos décadas del siglo XIX.

El plano transversal o caja de cuadernas es completo y tiene cuatro vagras paralelas entre sí, cuya dirección parece marcada por la inferior, que es normal al fondo casi recto. Las vagras no guardan relación con el calado ni el puntal pero son casi equidistantes y dividen el contorno de la maestra en partes casi iguales, por lo que podemos suponer que sirvieran para definir los extremos de las ligazones.

La *escala estereográfica* representa la curva de variación del desplazamiento con el calado. Se acotan las abscisas en toneladas de 20 quintales y las ordenadas en metros. Ambos ejes tienen incorporadas escalas para leer las décimas. Se marcan las líneas de los desplazamientos correspondientes a 4,11 de calado y a 6,00 metros, en el que se leen 2.383,33 toneladas.

El dibujo del perfil del barco con todo su velamen, que se incluye como colofón de esta lámina, no se corresponde con el plano de formas, ya que no incluye el arco del codaste para la hélice, que debería verse al calado en que se dibuja.

Plano 1026p

Leyenda manuscrita:

*Este es el plano de la Barca que ba fe al Sor. Jaume Jaurés
Por lo Patro aleya(¿) Puyol de la Bila de San Pol en lo añ 1812*

Aparte esta mención a una barca, no está identificada.

La roda es elíptica, con el caperol retrasado; el codaste, casi vertical, con un botalón muy saliente a popa, al estilo del que usaban las tartanas. Trae sólo las proyecciones diametral y horizontal. Marca cinco secciones de trazado a popa y otras tantas a proa, siendo las 1 las dos partes de la maestra doble, que se señala con X.

Las secciones de trazado señalan cuadernas de construcción, y entre cada dos secciones se intercalan dos cuadernas, que se numeran de la 1 a la 16 en proa y de la 1 a la 16 en popa. Las secciones extremas 6 de proa y de popa se marcan con X. A proa de la sección 6 se añaden

otras tres cuadernas, numeradas 1 a 3, y a popa de la 6 se añaden otras siete cuadernas, numeradas de 1 a 7, todas con igual clara.

Trae una escalilla o pitipié con ocho medidas, alineada entre las cuadernas 8 de popa y 12 de proa. Están sin numerar. La primera medida de proa se subdivide en cuatro, y le primera subdivisión en dos, por diagonales. Se cruza con una diagonal la segunda medida de proa.

Estas marcas, y el tipo de embarcación, parecen indicar que la medida menor corresponde a un palmo y no a un pie, y que el total del pitipié representa 32 palmos, en cuyo caso la barca del plano mediría:

Eslora: 87,6 palmos; Manga: 27,2 palmos; Puntal: 7,9 palmos.

La maestra se sitúa en el 44,3% de la eslora, a proa.

Este plano contiene otra información interesante para conocer los procedimientos que se seguían en la modificación de un proyecto. El autor corrige la popa de un barco anterior –en trazo continuo– para convertirlo en el que quiere –en trazos cortos– alargando la cubierta para sacar las aletas y el botalón para la vela de mesana. En este proceso tiene que tocar las obras altas y la bovedilla, y estos cambios lo obligan a plantear la llegada de las líneas de agua al timón, lo que estudia mediante el trazado en planta que coloca tras el codaste.

Tabla de las proporciones de la maestra

Se presentan aquí los datos de aquellos planos que incluyen una caja de cuadernas, con los valores siguientes:

- pun. Se marcan con *v* los planos que han sido punzonados.
- B Donde se mide la manga, si en flotación (*f*), la máxima o en cubierta (*c*).
- T El calado en el centro, cuando se traza.
- H La altura de la cubierta superior, de la amurada o de la cabeza de la maestra.
- AM Tangente del ángulo de astilla muerta.
- R/B Fracción de la manga de la distancia menor del punto base-semimanga a la vuelta de la maestra en el pantoque.

La conjunción de los valores de AM y R/B define la forma de la maestra y permite conocer tanto la finura de las formas como saber si

dos planos distintos podrían representar un mismo barco o barcos similares.

PLANO	PUN.	B	B/T	B/H	AM	R/B
646		f	2,94	1,81	0,480	0,234
663		f	4,97	2,79	0,061	0,105
665	v	x	2,22	1,42	0,520	0,226
666	v	x	2,11	1,57	0,558	0,238
667	v	x	2,26	1,93	0,268	0,173
668	v	x	1,84	1,84	0,051	0,194
669	v	x	2,28	1,35	0,188	0,165
670	v	f	2,91	1,75	0,438	0,223
671	v	c	1,75	1,33	0,298	0,175
673	v	x	1,92	1,67	0,476	0,228
674	v	c	1,75	1,31	0,283	0,174
675		c	1,73	1,30	0,304	0,181
676	v	c	2,76	1,80	0,148	0,289
677		c	---	3,78	0,236	0,159
678		c	---	3,20	0,197	0,146
688		f	4,35	2,39	0,278	0,306
689		f	3,05	1,64	0,438	0,203
690		f	2,50	1,48	0,649	0,250
694		f	2,67	1,95	0,171	0,139
705		c	2,14	1,58	0,297	0,165
706		f	3,32	---	0,086	0,192
707		f	3,74	1,87	0,139	0,123
712		f	3,69	2,13	0,302	0,169
720		c	---	2,39	0,194	0,162
782		c	3,40	2,43	0,121	0,132
783		f	3,00	1,93	0,466	0,210

Las diagonales que se usan en los planos han dejado de ser las vagras o bagaras que en su día explicara con detalle Mazaudier en su *Guide pratique de l'architecture navale*, para ligar las cabezas de las ligazones de las cuernas de armar e interpolar las restantes y sobre las que se tomaban los escantillones con la falsa escuadra tradicional.

No son líneas que hayan servido para definir las formas de las cuernas mediante construcciones geométricas basadas en haces proyectivos armónicos, con base en curvas parabólicas u otras, como explica Eric Rieth en *Le Maître-gabarit, la Tablette et le Trebuchet*. Se usan solamente para conseguir formas suaves y continuas y para interpolar secciones transversales. En su lugar se usarían más tarde y en número similar las líneas de agua que, si bien definen con menor precisión los

tramos más tendidos de las cuadernas, añaden la utilidad de servir para calcular las hidrostáticas en diferentes calados. Sólo de forma aproximada y en algunos casos definen las curvas planas que podrían servir para colocar las tracas de la tablazón, pero no lo pretenden.

Los reglamentos

*¡Ay! ¡Pobre marinero a quien sorprenda
el huracán soberbio!; ¡ay de la barca
lejos del puerto amigo, ciega y sola
sobre el espacio inmenso de las aguas!*

AMÓS DE ESCALANTE, «Caligo»

Los barcos de vela españoles del siglo XIX se inspeccionaban, y en menor número se construían, siguiendo las reglas que establecían las sociedades de clasificación y de registro para acreditar el estado de los barcos y su valor, referencias esenciales con las que las compañías aseguradoras determinaban la cuantía de sus primas.

Las más antiguas eran las europeas Lloyd's Register of British and Foreign Shipping, nacida en Londres en el siglo XVIII, donde se estableció como tal registro en 1834, y el Veritas International Register of Shipping, establecido en Bruselas en 1828 y luego, como Bureau Veritas, en París. A estas dos siguieron, en los Estados Unidos, el New York Marine Register, en 1857, convertido en American Lloyd's Registry of Shipping en 1859 y el Record of American and Foreign Shipping, creado en 1867. A partir de 1883 sólo permanecerá este último, que en 1891 se convertiría en el actual American Bureau of Shipping, con la aprobación de la US Navy.

Hemos podido comprobar que los barcos de vela catalanes eran inspeccionados por los registros americanos en su mayoría. Muy pocos lo hacían en Europa, y en el libro del Lloyd's londinense de 1881, el más antiguo que hemos podido consultar de esta sociedad, no se registraba ninguno.

Desde sus primeros libros, los reglamentos incluyen sus normas y guías propias para la construcción de los barcos, así como las instrucciones que deben seguir sus inspectores en los puertos donde sean revisados. Estos reglamentos nos permiten conocer cómo se construían aquellos barcos, y constituyen una fuente única para estudiar la evolución de la construcción naval en la práctica. De una comparación sincrónica entre las reglas aplicadas en ambos lados del Atlántico podremos conocer si existían diferencias en la filosofía de los constructores navales de ambas zonas. De la comparación diacrónica de las reglas de

una misma sociedad se podrá conocer los cambios que el progreso y la competencia del vapor impusieron a los veleros del siglo XIX. Este estudio lo haremos con las reglas del *Record* americano, por ser en este registro donde encontramos más barcos botados en Cataluña.

Para estudiar la evolución de la construcción naval en América, estudiaremos también las primeras y últimas reglas del American Lloyd's, de los años 1859 y 1883, y el último reglamento del siglo, el *Record of American and Foreign Shipping* de 1900.

Finalmente, en los reglamentos podremos encontrar los aspectos que se introducen como novedosos en años sucesivos y que marcan, por tanto, el progreso de la construcción naval en la segunda mitad del siglo.

NYMR-1857

El *New York Marine Register* es el primero de su clase establecido en los EE.UU.

Este primer registro de buques americano se crea como una clasificación estándar de los barcos norteamericanos y de todos los extranjeros que visiten aquellos puertos. Los objetivos son claros y responden a una exigencia reciente: la seguridad del transporte marítimo y el coste de los seguros de barcos y cargas. Como expone en su presentación, se trata de adoptar un estándar que sirva de ayuda y guía a los armadores y a los aseguradores.

En casi 300 páginas, con hasta 30 entradas cada una, recoge los siguientes datos para cada uno de los barcos:

Nombre del barco y nombre del capitán – Aparejo – Clase – Porte – Calado – Tipo de madera – Clavazón – Cuándo se forró con metal – Año y lugar de construcción – Puerto de matrícula – Propietarios – Formas – Notas – Fecha y lugar de la última inspección.

Incluye algunos planos-guía para la solución de las estructuras de un velero de madera de porte medio (800 t), en los que pueden apreciarse tanto la disposición de los elementos típicos de estos cascos como sus escarpes y uniones empernadas con hierro, ya habituales.

Para nuestro trabajo, añade el valor de ser una primicia tecnológica en los años en los que ya el vapor y la construcción en hierro presentan una competencia comercial creciente a los veleros de madera, y por tratarse de un país, los EE.UU., en pleno proceso de crecimiento social, industrial y comercial, fundamentalmente a través del Atlántico.

ALRS-1859

Es la continuación, con nuevo nombre, del NYMR de 1857, de quien toma los objetivos y la organización.

En su presentación, declara que:

El Consejo del American Lloyd's ha adoptado un Standard para la Clasificación de Buques que consideran necesario para proteger los intereses del Armador, y por el que los Aseguradores puedan guiarse para rechazar o modificar los riesgos. El Asegurador se guía por la condición general del barco, y de ahí la necesidad de inspecciones frecuentes y fiables. La edad no es necesariamente un elemento en una clasificación adecuada; puede haber barcos construidos con los mejores materiales, pero si la madera no está curada antes de acabarlos, pueden ocurrir defectos prematuros. La carencia de un Registro de Buques Americano con sus clases ha sido injuriosa para el comercio Americano en los puertos extranjeros.

»Ocurre con frecuencia que los barcos se fletan con la representación del capitán o el merchant (*broker*), lo que causa pérdida al armador por daños o primas extras, por causa de una clasificación baja, que obliga al asegurador extranjero a tomar tales riesgos bajo pólizas abiertas. Una inspección sistemática, basada en los principios de utilidad mecánica y marítima, que abarque todas las clases de buques y de sus equipos, tenderá a eliminar estos males. La clasificación que adopta este Registro intenta ser sólo una ayuda para el Armador y el Asegurador: para que el Armador seleccione el barco cualificado para el transporte de su carga; para que el Asegurador determine la prima que debe aplicar. La clasificación no hace ninguna referencia al valor de un barco en cuanto afecta a su compra o su venta.»

Incluye planos con las secciones principales de un *ship* (fragata o clíper) de unas 800 toneladas de porte, a escala 1/48: la sección maestra y el alzado de la quilla y sobrequilla, con las secciones de las varengas; las estructuras de proa y las estructuras de popa. En todos se muestran con todo detalle los elementos, las uniones dentadas o con escarpes, y las cabillas y pernos, por lo que constituyen una información esencial para saber cómo se construían los veleros de madera en esos años.

El reglamento describe con detalle el número de pernos y cabillas así como su aplicación en cada elemento del casco. Se ilustra con figuras especiales la colocación de los pernos en las cabezas de los baos de cubierta, y en el conjunto quilla-sobrequilla y traca de aparadura.

Las cabillas deben ser de *locust* de Connecticut, y las tablas de la cubierta de al menos 35 pies (10,5 m).

Para un casco de unos 90 pies de eslora, con de 150 a 200 toneladas de porte, los mínimos escantillones de este reglamento, en pulgadas americanas, eran:

	ANCHOS	GRÚAS
Varengas	10	9 a 10
Ligazones	6 a 7	5
Baos superiores	10-1/2 a 11-1/2	7 a 8
Cabezas íd. íd.		6-1/2 a 7
Curvas de arriba abajo	6 a 6-1/2	
Curvas valonas	5	
Tablas de cubierta	3	
Tablas del fondo	3	
Codaste	11	11
Tablas del soler		2-1/2
Forro del pantoque		3 a 3-1/2
Durmientes		3
Trancanil	9	9
Cintas		3-1/4
Yugo	10	10
Cabillas	1	1

El reglamento tabula también los pesos de las anclas, la mena de los cables y cadenas, y la longitud, mena y número de cordones de cada uno de los elementos de la jarcia firme de los veleros, desde una goleta de 150 toneladas a un clíper de 1.800.

Incluye la medición y el cálculo del arqueo americano vigente, que se basa en la fórmula:

$$\text{Toneladas de Registro} = (\text{Eslora en cubierta, fuera de roda y codaste} \times \frac{3}{5} \text{ de la Manga}) \times \text{Manga máxima fuera de forro} \times \text{Puntal} / 95$$

Sin embargo, ya desde este primer libro, los aseguradores americanos denuncian la invalidez del arqueo para fijar la carga máxima que se puede embarcar con seguridad, y defienden el uso del *desplazamiento en carga* con estos términos:

El límite actual del desplazamiento en carga es objeto de opiniones encontradas entre los Propietarios de los barcos y los Aseguradores; los primeros son muy sensibles respecto a establecer un límite al calado

en carga, que produciría muchos trastornos. Creemos que se pueden conseguir los requerimientos sin dañar sus intereses. Que los barcos de todas las proporciones, modelos o construcción puedan retener sus cualidades de flotación. El tonelaje de registro (arqueo) no es criterio para su capacidad de carga en peso; la capacidad de embarcar volumen y la capacidad de transportar peso deben ser reconocidas como elementos distintos. Sugerimos que el calado en carga sea regulado por el puntal de la bodega, y que la cantidad de costado que quede fuera del agua cuando esté cargado se mida desde el agua hasta la cota inferior del arrufo de la cubierta protegida. En los barcos que añadan una cubierta después de contruidos se medirá el puntal de la bodega desde la cubierta original.

Esta declaración se mantendrá en años sucesivos en todos los reglamentos del *ALRS*, y la complementa con tablas de francobordo, cuya proporción de puntal crece con éste:

PUNTA L BODEGA FT	INCHES POR FOOT DE PUNTA L	FRANCOBORDO EN CARGA FT IN
Barcos de dos o tres cubiertas		
27	3-1/2	7 10-1/2
20	---	5 10
Barcos con una cubierta		
12	3	3 0
11	2-1/2	2 3-1/2
10	2-1/4	1 10-1/2
9	2	1 6
8	1-1/2	1 0

ALRS-1867

Incluye una declaración del Consejo de Aseguradores de Nueva York denunciando la intromisión de un *American Lloyd's Universal Register of Shipping* en 1863.

En otra parte, y en respuesta a algunas críticas recibidas, se define como un registro imparcial, que otorga al armador la clase adecuada y al asegurador el carácter fiable del barco para establecer la prima.

En este año, se incluyen como agentes en puertos españoles Hamell & Co., en La Habana; Alfonso Mora, en Cuba, y Russell & Sturges, en Manila.

En esta edición, no cuenta con ningún inspector en puerto español, siendo el más cercano el de Gibraltar.

Este año incluye las calidades de maderas que merecen la mejor cota: cuadernas de *live oak* o *white oak*, con hasta el 20% de *hackmatack* o castaño blanco, pero con las piezas principales de *live oak* o *locust*.

Tanto las reglas para la construcción como las instrucciones a los inspectores son mucho más extensas y detalladas que en la edición de 1859. Incluye un extenso capítulo sobre la estiba de cargas mezcladas. Incluye los mismos planos que el primer libro. Los escantillones de las piezas de madera son los mismos que en el anterior, y también mantiene las dimensiones de la jarcia.

ALRS-1872

Este libro corresponde al American Lloyd's Universal. En 1869 el American Lloyd's recibe la aprobación del gobierno del Perú para clasificar los barcos que se dediquen a la exportación del guano. A la declaración de principios de 1859, añade ahora la aprobación del Consejo de Aseguradores, Propietarios y Constructores de Nueva York, destacando que:

Una obra como ésta era requerida por quienes están interesados en el comercio americano. Las Compañías de Seguros Marítimos no están guiadas por un sistema uniforme, cada Compañía tiene sus propios Inspectores, que tienen diferentes opiniones y que influyen en los oficiales de la Compañía para aceptar o rechazar riesgos. Las inspecciones se basaban en la apariencia externa, sin tener en cuenta la construcción, lo que daba a todo el sistema de la inspección marítima, que buscaban los aseguradores marinos, un tinte arbitrario. Los Propietarios y los Constructores, al construir sus barcos, no tenían una guía como una norma para los seguros; ni tampoco podían conseguir siempre tal información cuando la pedían a los expertos en inspección marina. La necesidad de una norma era tan deseada que el Registro de Barcos Americanos y Extranjeros fue aprobado por la comunidad comercial con objeto de conseguir Inspecciones imparciales, sin importar dónde se construyeron, por la armonía de intereses y la merecida igualdad en la navegación.

En este año incluye un inspector en Cádiz: Geo. Petty. En puertos españoles tiene los subscriptores siguientes: Asensio T. & Co., en Cuba, y Brooks & Co., en La Habana.

Una información valiosa de este libro es el capítulo «Tasas de Puertos», que incluye las de los españoles de La Habana, Málaga, Manila y Cádiz.

Los planos de un *ship* de 800 toneladas escala 1/48 son los mismos de años anteriores, y también los escantillones mínimos de las piezas de madera.

Reproduce el concepto del desplazamiento en carga bajo el nuevo título de *línea de inmersión o calado en carga*, con iguales medidas para el francobordo que en 1867 para barcos con una o más cubiertas.

Incluye el perfil de un clíper sobre el que, en la copia que hemos consultado, se nombra las velas y la jarcia firme longitudinal.

ALRS-1876

Abre con las decisiones de los juzgados en su favor, contra las recientes publicaciones del *Record of American and Foreign Shipping* y del *American Lloyd's Universal Register*, por imitación del original, así como el apoyo de numerosas instituciones, consejos de aseguradores, compañías de seguros, propietarios de buques, etc. Como explican en el «Prefacio», la compañía Atlantic, junto con otras del Consejo de Aseguradoras, decidieron establecer el *Record* como registro orientado exclusivamente a sus propios intereses, apropiándose de los datos del ALRS. Finalmente, esta pugna de intereses acabará con el *Registry* del American Lloyd's en 1883.

Esta edición incluye para cada barco un *número de señal permanente*, unido al *código de señales telegráficas*. Es la primera vez que se intenta identificar cada buque por un número único propio, para referirse a él en todas las circunstancias, una iniciativa que precede en más de un siglo al actual número IMO promovido por el Lloyd's Register.

En la lista de inspectores incluye varios en puertos españoles: B. F. Hayner, Cádiz; Martín de Carricarte, La Coruña; Ordóñez, Guridi & Co., La Habana; Gaspar Ortega, La Habana, y José D. Ugarte, La Habana. Y entre los agentes: Russell & Sturges, en Manila; A. T. Christofersen, en Cádiz; Martín de Carricarte, en La Coruña; R. M. Gómez, en Málaga; John R. Syanhope, en La Habana, y P. L. Barrenquay, en Cárdenas.

En el capítulo dedicado a la «Clasificación de Buques» explica cómo «hasta la publicación del Registry los barcos recibían mayores grados por su porte y por su aparejo, los barcos mejores se confundían con los peores, y así bergantines espléndidos no eran valorados. Desde su aparición, las Reglas y Reglamento del American Lloyd's han

marcado la diferencia y han sido adoptadas por la mayoría de los constructores americanos, dando como consecuencia una clase superior de buques.»

Aumenta considerablemente, hasta 26, el número de subscriptores en puertos españoles: Lloyd's Andaluz, Cádiz; Alfonso & Blanchard, Matanzas; Arango & Co., Cuba; J. H. Arnold, Cuba; P. L. Barrenquay, Cárdenas; Brooks & Co., La Habana; A. T. Christofersen, Cádiz; Ely & Bollag, La Habana; R. M. Gómez, Málaga; Thomas Haynes, Cádiz; Hamell & Co., La Habana; B. F. Hayner, Cádiz; Hoffman & Co., Matanzas; César Loventhal, Cádiz; W. Marsh, Manila; G. Marsden, La Habana; G. Mazarredo, Cienfuegos; Alfonso Mota, Cuba; Moor, Navarro & Co., La Habana; Alfonso Pie, Cuba; Manuel Pie, Matanzas; Russell & Sturges, Manila; José D. Ugarte, La Habana; Uhrbach & Co., Matanzas; T. H. Wilson, La Habana, y Youngs & Co., Cuba. A éstos se añaden agentes de seguro en el Lloyd Habanero, La Habana.

Se consolida así la importancia que el comercio marítimo con Cuba tiene para los EE.UU., constituyendo unas relaciones comerciales que propiciarían la independencia.

Las reglas para barcos de madera para 12 años de máxima duración incluyen ahora las cuadernas de *greenheart* (palo hierro).

Las tablas de francobordo difieren de las de 1872, pues aumentan el puntal y reducen el francobordo de los de más cubiertas, pero aumenta el de una sola cubierta:

PUNTAL BODEGA FT	INCHES POR FOOT DE PUNTAL	FRANCOBORDO EN CARGA FT IN
Barcos de dos o tres cubiertas		
30	4	10
27	3-1/2	7 10
25	3-1/4	6 9
20	3	5
15	2-3/4	3 5
Barcos con una cubierta		
12	2-1/2	2 6
11	2-1/2	2 4
10	2-1/2	2 1
9	2-1/4	1 8
8	1-1/2	1 4

La importancia de la navegación registrada en 1875 se resume en esta tabla:

Veleros	18.354	con	2.584.910 t
Vapores	4.235		1.168,668
De canal	7.808		709.996
Barcazas	1.888		390.158

La construcción americana de veleros todavía duplicaba en 1875 a los vapores, en número y en porte medio, con:

Veleros	798		206.884 t
Vapores	323		63.460

Finalmente, este libro incluye una tabla actualizada de las distancias por mar desde Nueva York a los principales puertos del mundo, junto con las mareas en los puertos norteamericanos y la visibilidad de los faros.

ALRS-1883

Es el último año que se publica este *Registry*, que pierde su pugna con el *Record*. Incluye inspectores en puertos españoles: Esteban Amengual, Barcelona; Martín de Carricarte, La Coruña; Ordóñez, Guridi & Co., La Habana; Gaspar Ortega, La Habana, y José D. Ugarte, La Habana.

Como agentes, cita: Amengual & Co., Barcelona; A. T. Christophersen, Cádiz; Martín de Carricarte, La Coruña; R. M. Gómez, Málaga; J. R. Stanhope, La Habana, y P. N. Barrenquay, Cárdenas.

Las reglas para cascos de madera llegan a 14 años para los barcos con varias cubiertas, y sólo hasta 11 para los de una cubierta.

Aunque mantiene el tratamiento del desplazamiento en carga, no incluye ni la formulación del arqueo ni las tablas de francobordo de los años anteriores.

Este libro, muy reducido respecto a las demás ediciones, tampoco incluye ninguna tabla de escantillones, ni dimensiones para los barcos de madera, ni de hierro o acero.

Como subscriptores en puertos españoles sólo incluye a R. M. Gómez, Málaga; B. F. Hayner, Cádiz; M. A. Hernández, La Habana; Lyles & Gilson, La Habana; G. Marsden, La Habana; Hnos. Ordóñez, La Habana; J. R. Stanhope, La Habana; José D. Ugarte, La Habana, y Zaldo & Co., La Habana.

RAFS-1871

Este año aparece el *Record of American and Foreign Shipping*, en litigio con el *American Lloyd's Registry*, con quienes pugna por el apoyo y la aprobación exclusiva de las asociaciones de los capitanes de barcos y los aseguradores de los puertos principales, de Maine a California.

Este primer libro no cita inspectores en ningún puerto español, sólo uno, en un puerto de cada, en Canadá, Brasil, Irlanda, Gales, Inglaterra, Holanda, Alemania y China.

Como no podía ser de otra forma, las reglas no difieren de las que usaba el *Registry*.

Conceden la mejor clase A1 por siete años a los cascos construidos con roble, teca o cedro; obras vivas de *locust*, *hackmatack* o *greenheart*; tablazón de roble, teca, *greenheart* o pino amarillo; cubiertas de pino blanco; baos de roble, teca o pino amarillo; curvas de hierro, roble o *hackmatack*; pernos rebitados de cobre hasta la flotación; cabillas de *locust*, con cuñas dentro y fuera.

La duración de siete años se alarga a diez si se construyen bajo supervisión.

En poco más de cinco páginas, las reglas detallan cómo deben ser la quilla, la roda, el codaste, el yugo, los dormidos, las varengas, las cuadernas de reviro, las groeras, la sobrequilla, los banzos de pantoque, los durmientes, los baos, los tranconiles, las cintas, el forro interior, la aparadura, la regala, la tablazón exterior, la de cubierta, el calafateo, las buzardas, los tirantes diagonales de hierro, el timón, molinete y cabrestante, bombas, botes, anclas, cables y estachas, vergas, velas de respeto e instrumentos de navegación.

No incluye ni la medición ni el cálculo del arqueo.

Los escantillones de las cuadernas se fijan por un numeral que es la suma de manga y puntal de bodega, entre 26 y 73 pies. Los escantillones de los elementos longitudinales usan un numeral que es la suma de manga más la cuarta parte de la eslora en cubierta, entre 39 y 97 pies. Los escantillones se tabulan para roble, y deben aumentarse el 20% para *hackmatack* y el 40% para *spruce*.

También las instrucciones a los inspectores durante la construcción en el astillero coinciden con las que usaba el ALRS:

- *Primera*: cuando está enramado con todas las cuadernas y listo para ser forrado y sellado.
- *Segunda*: cuando están los baos de cubierta, se curvan las planchas y se ponen las cubiertas.

- *Tercera*: cuando el barco está completo y equipado.

Las listas de buques de este registro difieren de las del ALRS en que éste mantenía listas separadas por cada tipo de barco y en el *Record* mantiene una lista única, con todos los barcos ordenados alfabéticamente. Para cada barco se indica:

- Nombre y tipo
- Nacionalidad
- Puerto de matrícula
- Arqueo y cubiertas
- Calado
- Construcción: año, mes y lugar del astillero
- Razón de los propietarios
- Notas adicionales acerca del material, clavazón, etc.
- Años de vigencia de la clase
- Clase o cota
- Lugar, año y mes de la última inspección.

RAFS-1876

Incluye este año el reconocimiento del *Record* por el gobierno del Perú para asegurar los transportes de guano, por decreto de su presidente del 14 de octubre de 1875.

Entre los inspectores y agentes incluye sólo uno en puerto español: F. A. Drinkwater, en Matanzas.

Se dan *Reglas para Abrir los Cascos* en las que se detallan las operaciones y las zonas en las que deben aplicarse, tanto desde el exterior como por el interior, para reconocer las cuadernas y los elementos ocultos.

1. En estribor, por el exterior, se quitan las planchas:
 - Por debajo de las gambotas, a mitad de camino entre el codaste y el codillo.
 - Entre los palos, por debajo de los pernos inferiores de los cadentes de las mesas.
 - Desde el palo trinquete a la roda.
 - Desde el mesana a la popa.
2. También por el exterior, en babor, se quitan las planchas:
 - Debajo de las gambotas.
 - Entre palos, en las cintas frente a las cabezas de los baos de bodega o en los barcos de una cubierta, a distancia equivalente de la regala.

- La traca debajo de la cinta desde el palo de mesana a la popa.
- Del palo trinquete a la roda.
- El total de lo abierto tiene que sumar, al menos, como una traca entera, de proa a popa.
- Por dentro, se levanta la primera traca sobre el pantoque, de roda a codaste, y también el fondo, desde el trinquete a la roda y desde el palo de mesana al codaste.
- Todas las tablas que no están empernadas, las tablas de sentina y de ventilación.

Se mantienen los escantillones tabulados para los dos numerales y *white oak*. Para el roble español se reducen los escantillones de *white oak* en 1/10.

No recoge la medición ni el cálculo del arqueo para los barcos de madera, pero sí para los de hierro, para los que aplica la misma fórmula que cita el *ALRS* como vigente. Esta fórmula es:

$$\text{Tonelaje de Registro} = (\text{Eslora} - 3/5 \times \text{Manga}) \times \text{Manga} \times \text{Puntal} / 95.$$

La lista de aseguradoras incluye las españolas La Española Compañía General de Seguros, en Madrid; Lloyd Andaluz, en Cádiz, y Lloyd de Puerto Rico, en San Juan.

Como subscriptores individuales: Barros, Thimon & Co., La Habana; F. A. Drinkwater, Matanzas; Heidegger, Trellis & Co., Matanzas; Lueder & Co., Matanzas; Mendoza y Rabel, Cárdenas; Mitchel, Ulmo & Co., Matanzas; Navarro & Washington, Matanzas; Poledo, Rionsa & Co., Matanzas; E. A. Sánchez, Matanzas; Uhrbach & Co., Matanzas, y Zanetti & Co., Matanzas. Una lista que muestra la destacada posición de Matanzas en el comercio marítimo con los EE.UU.

RAFS-1883

En Cuba hay un inspector, F. A. Drinkwater, Matanzas, y un agente, Todd, Hidalgo & Co., La Habana. Existen también en Cádiz un inspector, José M. Soule, y un agente, A. J. Bensusan.

Los aseguradores españoles se localizan en Comandancia de Marina, Sagua la Grande, y Lloyd Andaluz, Cádiz.

Los subscriptores en puertos españoles son mucho más numerosos (42) y se reparten en más puertos que antes: A. J. Bensusan, Cádiz; F. O. Bollman, Cárdenas; J. Bueno & Co., La Habana; C. Choudens, Mayagüez; Cortado & Co., Ponce; C. L. Detjen & Co., Matanzas; F. A.

Drinkwater, Matanzas; J. H. Durruti & Co., La Habana; R. B. Ely, La Habana; Francke & Co., La Habana; Gandarias, Bregaro y Cía., Ponce; C. García & Bro., Sagua la Grande; H. B. Hamel & Co., La Habana; W. H. Harvey, Manila; T. Haynes, Cádiz; Heidegger & Co., Matanzas; Hijos Sánchez Dolz, Nuevitas; R. P. Kohly & Co., La Habana; G. Ledesma & Cía., Arecibo; Lyles & Gilson, La Habana; Martin, Dyce & Co., Manila; F. Mazarredo, Cienfuegos; A. J. Mendoza, La Habana; Mitchell, Ulmo & Co., Matanzas; Mora, Oña & Co., Sagua la Grande; Moré, Ajuria & Co., La Habana; Pastor, Márquez y García, Ponce; Peele, Hubbell & Co., Manila; L. V. Placé, La Habana; Playa y Bravo, Mayagüez; C. A. Poujaud & Co., Matanzas; F. Preston, Ponce; J. B. Rabel, Cárdenas; Rodríguez & Hnos., Sagua la Grande; Rojas y Bacot, Cárdenas; Schulze & Co., Mayagüez; Smith, Bell & Co., Manila; Sobrinos Esquiaza, San Juan; J. M. Soule, Cádiz; Todd, Hidalgo & Co., La Habana; Washington & Co., Cárdenas, y Zanetti & Co., Matanzas.

De nuevo, Cádiz es el único puerto de la metrópoli: Cuba y Puerto Rico acaparan casi en exclusiva las relaciones marítimas con los EE.UU., y el reglamento incluye ambas islas dentro de su tráfico «costero», junto con los puertos americanos de la costa este.

Las reglas para construir los cascos de madera se han perfeccionado, los términos de las clases son más largos y se calculan valorando aspectos parciales, con mayor detalle.

Un barco puede recuperar su clase original A1 durante la mitad de su duración si se somete a una extensa apertura del casco y al taladrado de las piezas principales, así como a la renovación de pernos y cabillas de las curvas fundamentales.

Se tabula el número de años que se asigna a cada una de las veinte especies de madera en cada uno de los elementos y piezas del casco, de la quilla a la cubierta y el timón, con un máximo de doce años.

La confianza en las calidades de los cascos ha aumentado con los años de inspección y ahora no se abren antes de pasar cuatro años de la botadura, y aquéllos cuya calidad de material y de construcción los hicieran merecer clase por trece años o más, antes de cumplir los seis años.

La medición y fórmula para calcular el arqueado se han cambiado por esta nueva:

$$\text{Tonelaje de Registro} = \text{Eslora} \times \text{Manga} \times \text{Puntal} / 100 \times 0,75.$$

Se abandona así la tradición de calcular la eslora media como función de las formas de los lanzamientos en los extremos. La eslora se

reduce y se mide de dentro a dentro de roda y codaste, en la cubierta principal.

La tabla de los escantillones se presenta en función del arqueado, de 100 a 2.500 t, y no en función de los numerales anteriores. Los escantillones son para *white oak*, y el uso de *live oak*, *teak* y robles de España, Italia y sur de Francia, los reduce en 1/10. Si se usa *hackmatack* o *yellow fir*, se incrementan el 15%, y si se usa *Bay Shore spruce* o *red pine*, el 20%.

RAFS-1900

En cumplimiento de una orden del Tribunal Supremo del Estado de Nueva York del 1 de noviembre de 1898, la American Shipmasters Association, editora del *Record of American and Foreign Shipping*, cambia su nombre por el de American Bureau of Shipping a partir del citado día.

Tras la guerra con España, se mantienen los inspectores y agentes en las Antillas y en la Península: H. B. Hamel, La Habana; J. J. da Costa, Matanzas; Felici, Costa & Co., Ponce; A. J. Bensusan, Cádiz, y M. Álvarez, Cádiz.

Los subscriptores españoles a título individual desaparecen pero continúan dos firmas comerciales en la Península y ocho en las Antillas: M. Álvarez, Cádiz; A. J. Bensusan, Cádiz; Beattie & Co., Manzanillo; Bravo & Co., Mayagüez; Brooks & Co., Santiago; J. J. da Costa, Matanzas; Felici, Costa & Co., Ponce; Fritze, Lundt & Co., San Juan; H. B. Hamel, La Habana; F. Mazarredo, Cienfuegos, y R. Téllez & Co., La Habana.

Las instrucciones a los inspectores son las mismas que en todos los años anteriores, y mantienen las tres fases durante la construcción: enramado, cubierto y equipado.

Las reglas asignan hasta doce años de clase a los cascos contruidos con *live oak* (encina), *teak* (teca), *locust* (acacia) o *greenheart* (palo hierro) y once a los de *oak* (roble), *white oak* y robles de Europa meridional. Para todos ellos se permiten curvas y buzardas de *hackmatack* (alerce). La menor duración de clase es para los cascos de ciprés de las tierras altas, con sólo cinco años.

Mantiene los escantillones de las piezas de madera y la reducción para el roble español para los cascos con portes de 100 a 2.500 t.

LRBFS-1881

Es el libro del reglamento del *Lloyd's Register of British and Foreign Shipping*, de Londres. El ejemplar que hemos consultado está identifi-

cado con el número 1206 y como libro del inspector del Lloyd's en Bilbao. No incluye en la lista de buques registrados ningún velero español de madera y, aunque esta carencia deja a los libros de los registros americanos como única fuente de información técnica para nuestra investigación, incluimos aquí una breve presentación que sirva para completar el estudio de los reglamentos con el decano de ellos y comparar sus enfoques.

Otorga la clase A1 a los barcos de madera por un número de años variable con la calidad de la madera. Estos barcos pueden transportar con seguridad mercancías secas y perecederas «entre cualesquiera partes del globo».

La clase *Æ* se da a los barcos que puedan transportar mercancías secas y perecederas en «viajes cortos», y tales que, por razón del transporte, y no por la naturaleza de la carga, estén sujetas a daño en la mar «en cualquier viaje».

Finalmente, los barcos con clase E transportan cargas no sujetas a daño en la mar «en ningún viaje».

El reglamento contempla hasta 28 clases de madera europeas y americanas, diez más que los registros americanos. Los barcos registrados en este libro se resumen así:

■ Veleros de madera con clase	5.032	con 1.618.263 t
■ Íd. Íd. desclasificados	3.323	con 488.308 t
■ Íd. Íd. sin clasificar	1.936	con 1.170.115 t

Estos datos indican que el porte medio de los veleros de madera clase era de 322 t, y que se desclasifican los barcos de menor porte (147 t de media), mientras que los barcos mayores (porte medio 604 t) se registraban sin clase.

Son 10.201 barcos de madera (y compuestos) frente a tan sólo 1.644 veleros de hierro en este registro. Frente a los registros americanos, que listan una gran proporción de barcos europeos, el *Lloyd's* inglés clasifica 4.190 veleros de madera británicos por tan sólo 345 de las colonias y 497 extranjeros.

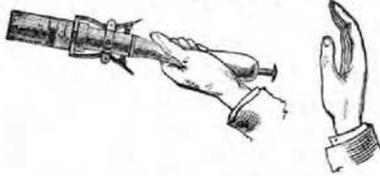
Número de barcos en los registros de EE.UU.

La cantidad de barcos registrados en las dos principales asociaciones americanas durante la segunda mitad del siglo XIX muestra la preponderancia de los veleros hasta finales del siglo, y la preferencia creciente, primero por los *schooners* (goletas), más tarde por las *barks* y finalmen-

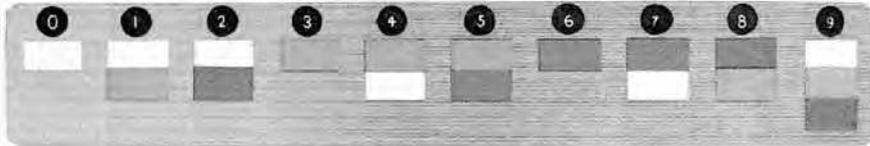
Coston's Telegraphic Night Signal

CHART.

Signal of Distress.



Signal for Pilot.



USED IN CONNECTION WITH

The AMERICAN LLOYD'S Register and Telegraphic Signal Code,

To give the Code Numerals of Vessels at Night to Telegraph Reporting Stations and passing Vessels.

EXPLANATION.

The Signals, while burning, will show in succession the colors, and correspond with numbers as above indicated.

Directions for use.—When it is desired to communicate with a Telegraphic Reporting Station or with a passing vessel, first burn a No. 3 (as a preparatory) signal, and if answered by a No. 0 (an answering) signal, shows that the preparatory signal was seen; after which give your Code number: supposing it to be 605—the signal No. 6 is first placed in the holder and ignited, which will show a green flame; then burn No. 0, which will show a white flame; and then follow with No. 5, which will show a red, succeeded by a green flame.

Caution.—In signaling a passing vessel at night, care should be taken not to look at your signal while burning, as it will unfit the eye for reading the signal colors of other vessels.

Entered according to Act of Congress, in the year 1875, by W. F. COSTON, in the Office of the Librarian of Congress, at Washington.

Código de señales luminosas propuestas en el ALRS de 1876.

1900
RECORD
OF
American and Foreign Shipping,
NEW YORK.

ESTABLISHED 1867.

PUBLISHED BY THE
American Bureau of Shipping,

WITH THE APPROVAL OF
THE BOARD OF UNDERWRITERS OF NEW YORK,
THE BOARD OF MARINE UNDERWRITERS OF BOSTON,
THE BOARD OF MARINE UNDERWRITERS OF SAN FRANCISCO

TO PROVIDE
A STANDARD AMERICAN CLASSIFICATION OF VESSELS

Cable Address: "Record."

37 WILLIAM ST., N. Y.,

JANUARY 1st, 1900.

Portada del último registro americano del siglo XIX.

te por los vapores, al mismo tiempo que aumenta el número de cascos de hierro y de acero en detrimento de los de madera.

Esta tabla se incluye como ejemplo y resumen, con una muestra de los datos de ambos registros sacada de un año de cada década.

REG°	VELEROS	SHIPS	BARKS	BRIGS	SCHOO.
A'59	11.119	2.332	1.996	2.282	4.589
A'69	18.671	3.012	5.233	4.256	6.170
A'79	20.474	2.066	9.864	3.986	4.558
R'71	13.100	incluye vapores			
R'81	22.968	incluye vapores			
R'91	18.388	incluye vapores			
R'00	17.000	aprox. Incluye vapores			

Los libros del *Record* (R'aa) se han estimado a partir del número de páginas, ya que a diferencia de los libros del *Registry* (A'aa) no separan los tipos de buques, ni usan una numeración única, sino por letras.

En total, hemos revisado 17 libros anuales del *Registry* y 20 del *Record*, que cubren un total de 33 años distintos, de los 44 que transcurren de 1857 a 1900. Con ellos hemos podido analizar el 75% de los datos que contienen, con un total de unos 700.000 barcos.

Los análisis

Numquam inveniatur, si contenti fuerimus inventis.

LUCIO ANNEO SÉNECA, *Epistulae*

El análisis de las características de los barcos catalanes ha constituido una parte fundamental de esta investigación.

Hemos utilizado todos los barcos cuyas características fueran conocidas a partir de alguna de las fuentes consultadas, y hemos llevado a cabo estudios estadísticos para establecer comparaciones y correlaciones entre tales datos, y también para conocer las relaciones entre aquellos que mejor representan las cualidades de la arquitectura naval de los veleros de madera.

La variedad de datos nos ha permitido realizar diferentes estudios comparativos, según se tratara de las formas, las dimensiones, los aparejos, los portes o las edades. En total, hemos llevado a cabo los siguientes análisis, cuyo alcance y resultados explicaremos en sucesivas secciones de este capítulo:

1. Las características de las formas de modelos del MMB y de planos
2. Los barcos catalanes en los registros norteamericanos de buques
3. Los barcos de la lista de Ricart i Giralt
4. Los barcos del fichero de F. P. Colldeforns
5. Los barcos retratados en cuadros de Lloret de Mar
6. Los bergantines en el *American Lloyd's Registry* de 1870
7. Los barcos catalanes y demás españoles en el *Record* americano de 1881

Las características de las formas de modelos del MMB y de planos

En total se han analizado las formas y proporciones de 65 barcos. Las formas de los 41 medios cascos del MMB cuyas carenas hemos restituido se han complementado con las de 24 veleros contemporáneos de aquéllos, cuyos planos describimos en otro capítulo.

La comparación entre barcos veleros atiende a muchas características comunes con los barcos de propulsión mecánica, pero añade otras que tienen en cuenta tanto el aparejo como la seguridad en la navegación a vela, la cual depende en gran medida de los factores que condicionan la estabilidad.

Para estudiar las posibles similitudes y diferencias entre estos barcos hemos elegido 30 características cuyo significado detallamos a continuación. Cada una de estas variables se identifica con la abreviatura que se indica aquí abajo, para simplificar las referencias a ellas en los resultados gráficos y textuales. El número de orden, del 1 al 30, sirve para referirse a cada una de las correlaciones, cuyo número asciende a 435 al comparar cada una de las variables con todas las demás. Además de los gráficos con los valores de cada par de variables, incluimos los valores del coeficiente R de la regresión lineal de cada gráfico en forma de submatrices de la mitad superior de los 30 x 30 elementos.

L = eslora

B = manga

T = calado

KB = altura del centro de carena sobre la base (alefriz)

BM = radio metacéntrico transversal

XF = abscisa del centro del área de flotación

RL = radio metacéntrico longitudinal

V = volumen de la carena

Cb = coeficiente de bloque

Am = área de la maestra

Sden = superficie mojada de Denny = $L \cdot (Cb \cdot Am + 1,7 \cdot T)$

Sfro = superficie mojada de Froude = $L \cdot V^{1/3} + V^{2/3}$

Smoj = media de la superficie mojada de Denny y Froude

Hs = velocidad del casco en nudos = 1,37 por la raíz de la eslora en pies

En la tabla que sigue damos para cada uno de los 30 parámetros su significado, y su fórmula cuando es preciso, así como la abreviatura con la que nos referimos a ellos en los resultados de las correlaciones.

PARÁMETRO	ABREVIADO	NÚM.
Coeficiente de bloque	CB	1
Coeficiente de la flotación	CF	2
Coeficiente de la maestra	CM	3
Coeficiente prismático	CP	4
Proporción de KB en % T	KB%	5
Proporción de XB en % L	XB%	6
Proporción de XF en % L	XF%	7
Proporción de BM en % B	BM%	8
Proporción de RL en % L	BML%	9
Proporción del volumen del cuerpo de proa en % V	% PROA	10
Relación eslora/manga	L/B	11
Relación eslora/calado	L/T	12
Relación de área de flotación/área de la maestra	Af/Am	13
Relación de área de flotación/área de deriva	Af/Ad	14
Relación de V al cubo de L	V/L ³	15
Relación de L a la raíz cúbica de V	L/V ^{1/3}	16
Relación de V ^{2/3} a la Smoj media de Denny y Froude	V ^{2/3} /Sm	17
Relación de la raíz del área de la maestra al radio metacéntrico	SQR(Am)/BM	18
Relación de la raíz del área de la maestra a la manga	SQR(Am)/B	19
Relación de velocidad del casco al área de la maestra	Hs/Am	20
Criterios usados para yates actuales: CSF y MCR		
Seguridad al vuelco = relación B/V ^{1/3}	CSF	21
Comodidad de movimiento = V/(65 · manga ^{4/3} · L)	MCR	22
Proporción de altura del metacentro en % B	KM/B	23
Relación de la raíz del área de deriva a la manga	SQR(Ad)/B	24
Relación de la raíz del área de deriva a la eslora	SQR(Ad)/L	25
Relación del área de deriva al área de la maestra	Ad/Am	26
Velocidad a vela, de Chapman = (B ^{1/2} · L ^{4/3}) / V ^{3/2}	Vsail	27
Superficie de velas, de Chapman = B ² · L ^{2/3} = Asail		
Relación de la superficie de velas al área de la maestra	Asail/Am	28
Relación de la superficie de velas al área de deriva	Asail/Ad	29
Relación de la superficie de velas a V ^{2/3}	As/D	30

- Hs, CSF y MCR son ratios tomadas de «Sailboat Design Ratios», en <http://dan.pfeiffer.net/boat/ratios.htm>, en julio de 2007. CSF, del Cruising Club of America.
- MCR, de Ted Brewer, factor de L.
- Vsail está tomada de Chapman (Ed. Dover, p. 134).
- Asail es también de Chapman, íd.

Todos los gráficos están representados con igual tamaño, para llenar una pantalla de 640 x 480 píxeles, por lo que cada variable se acota con una escala diferente en su eje.

En la leyenda de la cabecera de cada gráfico se recogen:

- El título: FFG * Correlaciones de MODELOS del MMB y PLANOS del XIX
- El número de orden del gráfico, de 1 a 435
- Los valores extremos de las ordenadas (variable Y) y de las abscisas (variable X)
- La ecuación de la recta de regresión: $Y = b + m \cdot X$
- El coeficiente de correlación para la regresión lineal: R

En los gráficos se representan los barcos diferenciándolos mediante una marca que los identifica:

- Los 41 medios modelos del MMB, con un aspa (x) de 3 x 3 píxeles. Para distinguirlos, todos los planos que siguen se identifican mediante símbolos de 5 x 5 píxeles.
- Los tres *brigs* de J. Boudriot, con sus iniciales: F, A y P.
- Los dos bergantines del MMB, con sus iniciales: R y C.
- El bergantín de Monjo i Pons, con la letra M.
- Los cuatro planos de F. av Chapman, con los números 1 a 4.
- El plano de C. L. Uggla, con la letra U.
- Los doce planos del MMB, con una letra X.
- El plano tomado de A. d'Etroyat, con la letra E.

Finalmente, en cada gráfico se traza la recta de regresión calculada, que pasa por el centro de todos los puntos dados, el cual se marca con un cuadrado.

Con los símbolos que empleamos, es fácil comparar unos barcos con otros y deducir las posibles relaciones entre ellos. También el valor del coeficiente de regresión R nos permite estimar la proporción (R^2)

en que la desviación de los valores de la variable Y se explica por los de la variable X mediante la recta de regresión hallada. Los valores de R mayores que 0,89 explican más del 80% de la variación relativa.

Además, la pendiente (m) de la recta de regresión nos indica en qué medida la variable Y varía con la X, de manera que una pendiente nula significa que los valores de Y no varían con los de X.

Las correlaciones más altas, con valores de R superiores a 85, es decir, que explican más del 72% de la variación de la relación entre las variables X e Y, resultaron las siguientes:

X	Y	R*100
1	3	87
1	5	88
1	13	85
1	21	85
1	24	93
2	14	94
5	6	85
5	28	80
6	21	90
6	22	90
6	25	86
6	28	-95
7	24	89
8	22	93
8	23	97
8	25	-90
8	26	96
8	27	-92
8	29	-86
9	25	-92
10	24	-89
10	25	95
10	26	-92
10	28	-88
11	24	-93
11	25	85

13	26	-93
13	27	95
13	29	86
14	15	87
14	25	92
15	17	-87
15	18	95
15	19	-87
15	21	-97
15	23	-87
15	29	-94
15	30	85
16	17	-89
17	20	-98
17	22	87
17	23	-91
18	21	95
19	25	89
20	23	89
20	27	98
21	24	-86
28	30	91
29	30	97

- La variable X con mayor número de R altas es la 15 (V/L³).
- La variable Y con mayor número de R altas es la 25 (Ad/L).

Comprobamos que estas son las características más importantes en la arquitectura de estos veleros.

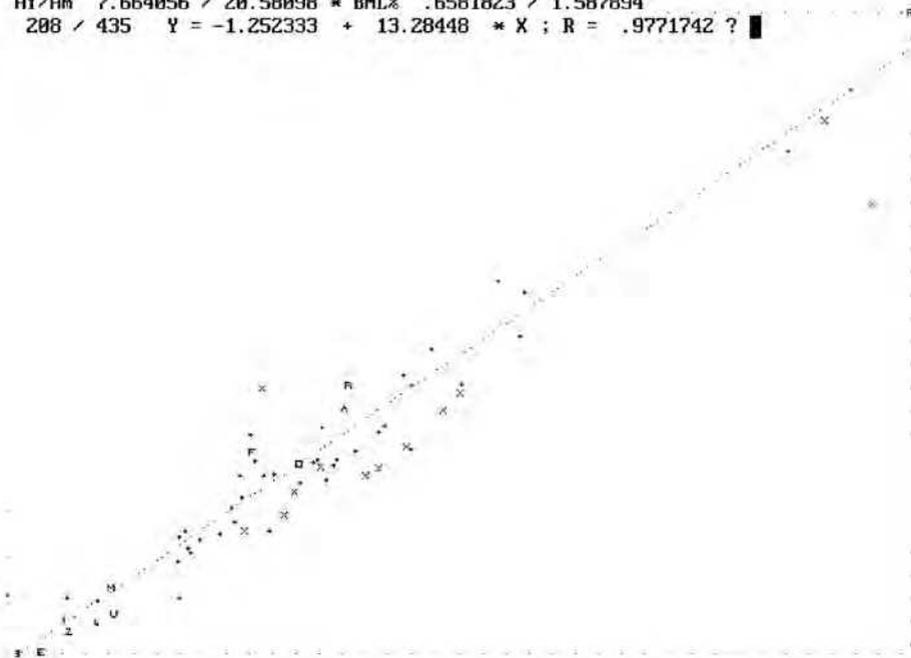
Siguen en número de R altas las X en posición 8 (BM/B) y 1 (Cb) y la Y en el lugar 24 (Ad/B), que identifican otras características importantes de las formas.

Los gráficos de las correlaciones nos permiten detectar diferencias y similitudes entre diversos barcos. Así, en un recorrido por todos ellos, observamos que el bergantín representado en el plano del libro

FFG * Correlaciones de MODELOS del MMB y PLANOS del XIX

Af/A_m 7.664056 / 20.58098 * BML% .6581823 / 1.587894

208 / 435 Y = -1.252333 + 13.28448 * X ; R = .9771742 ?



Correlación del cociente Flotación/Maestra y el R. Metacéntrico Longitudinal. Se comprueba la agrupación de los modelos y los planos en zonas distintas y la proximidad del plano de Monjo con el de Ugla.

**CORRELACIONES DE CARACTERÍSTICAS DE FORMAS DEL MMB Y DE PLANOS
MATRIZ DE COEFICIENTES DE REGRESIÓN LINEAL - SUBMATRIZ 1**

X	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	.84	.87	.71	-.88	-.32	-.48	-.67	-.66	-.38
2		-.37	-.59	-.65	-.27	.78	-.75	.84	.27
3			.75	-.37	-.7	.37	-.29	.26	.58
4				-.69	-.38	-.39	-.23	-.34	.53
5					.85	-.52	-.26	-.5	-.65
6						-.6	-.3	-.26	-.72
7							-.58	-.44	.72
8								-.75	.72
9									.18

**CORRELACIONES DE CARACTERÍSTICAS DE FORMAS DEL MMB Y DE PLANOS
MATRIZ DE COEFICIENTES DE REGRESIÓN LINEAL - SUBMATRIZ 2**

X	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	.78	-.27	-.85	.36	-.16	.56	.71	-.43	-.29	-.45
2	-.38	-.44	.32	-.94	-.35	-.44	-.64	-.69	-.39	-.47
3	-.53	-.72	-.15	.71	-.7	.79	.29	.69	-.36	-.51
4	.33	-.26	.16	.51	-.83	-.38	-.31	-.16	-.26	-.4
5	-.32	-.47	-.48	-.4	-.41	-.12	-.5	-.33	-.21	.54
6	-.56	.56	.07	.54	-.02	-.73	.19	.02	.5	.49
7	-.23	-.05	-.35	-.36	-.41	.27	.39	.48	.58	.34
8	.4	.39	.55	.12	-.62	.58	-.72	-.31	-.53	.38
9	.4	-.36	.36	-.02	-.39	.72	.36	.21	.04	.15

Correlaciones de características de formas del MMB y de planos
matriz de coeficientes de regresión lineal. Submatriz 1 y 2.

CORRELACIONES DE CARACTERÍSTICAS DE FORMAS DEL MMB Y DE PLANOS
 MATRIZ DE COEFICIENTES DE REGRESIÓN LINEAL - SUBMATRIZ 3

X	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	.85	.29	.35	.93	.25	.31	.32	.08	-.4	.39
2	-.42	-.42	-.34	.11	.27	-.35	.24	-.16	-.34	.34
3	.07	-.04	-.17	-.1	.43	.49	.83	.31	.49	.46
4	.31	-.51	.55	-.56	-.29	-.5	.19	.46	-.37	.21
5	-.28	-.48	.44	.18	.17	.01	.1	.88	.35	.41
6	.9	.9	.77	-.82	.86	-.81	-.25	-.95	.43	.84
7	-.34	.23	-.67	-.89	.61	.54	.49	.32	.37	.44
8	.72	.93	.97	.66	-.9	.95	-.92	-.34	-.86	.49
9	.61	-.45	.31	-.39	-.92	.83	.52	.43	.17	.26

CORRELACIONES DE CARACTERÍSTICAS DE FORMAS DEL MMB Y DE PLANOS
 MATRIZ DE COEFICIENTES DE REGRESIÓN LINEAL - SUBMATRIZ 4

X	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10	.3	.38	.38	.08	-.45	.47	-.5	-.39	-.39	.08
11		.32	-.35	.2	-.18	-.39	.4	.05	.01	-.14
12			-.05	.65	.73	.22	-.71	.75	-.77	-.15
13				-.39	.25	0	-.24	.14	.26	-.65
14					.87	.18	.34	.06	.17	.94
15						.79	-.87	.95	-.87	-.28
16							-.89	.42	.7	-.43
17								.23	-.55	-.98
18									.71	.48
19										.52

Correlaciones de características de formas del MMB y de planos
 matriz de coeficientes de regresión lineal. Submatriz 3 y 4.

**CORRELACIONES DE CARACTERÍSTICAS DE FORMAS DEL MMB Y DE PLANOS
MATRIZ DE COEFICIENTES DE REGRESIÓN LINEAL - SUBMATRIZ 5**

X	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
10	.3	.37	.68	-.89	.95	-.92	-.32	-.88	.47	.61
11	-.43	.29	-.39	-.93	.85	.5	.49	.23	.32	-.62
12	.63	-.51	-.26	-.74	.52	.66	-.38	.38	-.64	-.83
13	.26	.53	.4	.15	.19	-.93	.95	.38	.86	-.54
14	-.62	.55	-.4	.38	.92	-.81	-.53	-.39	-.16	-.26
15	-.97	-.3	-.87	.43	.65	-.44	.25	-.39	-.94	.85
16	.47	.52	.26	.37	.32	.82	-.47	-.6	.46	-.32
17	.27	.87	-.91	-.48	-.46	-.19	-.32	.34	-.51	-.29
18	.95	-.77	.21	.33	-.27	-.39	.47	.69	.64	-.45
19	-.9	.45	-.28	.7	.89	-.62	-.53	-.45	-.28	-.34

**CORRELACIONES DE CARACTERÍSTICAS DE FORMAS DEL MMB Y DE PLANOS
MATRIZ DE COEFICIENTES DE REGRESIÓN LINEAL - SUBMATRIZ 6**

X	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
20	.24	-.6	.89	-.03	-.49	.36	.98	-.13	-.39	-.34
21		-.39	.21	-.86	-.69	.28	.27	.4	.31	.35
22			-.82	.3	.49	-.34	-.49	.31	.54	.49
23				-.08	-.32	.23	.8	-.43	-.67	-.63
24					.55	.06	-.05	-.25	-.31	-.27
25						-.69	-.52	-.46	-.26	-.32
26							.32	.41	.09	.24
27								-.02	-.27	-.22
28									.83	.91
29										.97

Correlaciones de características de formas del MMB y de planos
matriz de coeficientes de regresión lineal. Submatriz 5 y 6.

de J. Monjo, señalado con la letra M, se sitúa en unos valores en casi todas sus características muy próximos a las de los planos 2 y 4 de la obra de F. Chapman, por lo que podemos asegurar la coincidencia de sus formas. De igual modo observamos que el punto del bergantín de J. Monjo está alejado del punto marcado con U, que representa el bergantín del libro de Ugglá, el cual, sin embargo, se aproxima mucho a algunos de los planos del MMB señalados con la letra X.

Los barcos catalanes en los registros norteamericanos de buques

El Mystic Seaport Museum, en el pueblito del mismo nombre del estado americano de Connecticut, se ha convertido en una de las mejores y más completas representaciones de la construcción naval en madera del siglo XIX. Aunque sólo cuenta 75 años de vida como tal museo, reúne barcos, objetos y datos de la historia de varios astilleros y armadores plantados en las orillas del *Mystic River* que entre 1784 y 1919 echaron al agua más de 600 veleros. En su biblioteca se guardan ejemplares de los libros de registro de buques publicados en los Estados Unidos entre 1857 y 1900 por varias sociedades de armadores y aseguradores de todo el país. Para esta investigación hemos podido acceder a sus páginas en formato digital, y hemos consultado los de las dos principales sociedades: el *American Lloyd's Registry of American and Foreign Shipping* y el *Record of American and Foreign Shipping*. Del primero hemos analizado once registros, entre su fundación en 1857 y su disolución en 1883, y del segundo dieciséis registros, desde su aparición en 1871 hasta 1900. Con estos registros estudiamos 24 años diferentes, en los cuales, con unos 19.000 barcos de media en cada registro, hemos rastreado más de 500.000 veleros, de los que hemos conseguido sacar los datos de 229 barcos construidos en Cataluña hasta 1899, con los que hemos compuesto una importante base de datos.

Como se puede ver en los documentos que incluimos en el Apéndice, los libros de registro americanos recogen los nombres de los barcos españoles con algunos errores de transcripción, al igual que ocurre con los de los astilleros y las fechas de botadura. Así, por ejemplo, se refieren con frecuencia a Bilbao sin la a y ponen Madrid como puerto de registro. Las dimensiones y portes se registran en pies ingleses y en toneladas de arqueo EE.UU., por lo que no deberían coincidir con las

españolas. También presentan diferencias de valores de un año a otro, cuya explicación no hemos investigado en este trabajo.

El número de barcos catalanes registrados cada año se mantiene en cifras muy bajas, menos de veinte, hasta el final de la guerra de Secesión, y a partir de entonces se produce un incremento, año tras año, hasta superar el centenar a partir de 1877 y alcanzar un máximo de 123 en el año 1883. A partir de esta fecha, la presencia de veleros catalanes en los puertos norteamericanos comienza a descender, como explicamos en el capítulo «Los reglamentos».

Los 229 barcos botados en Cataluña se reparten en estos registros en diez tipos, que identificamos con sus siglas en nuestros documentos:

- 89 BG *brigs*, o bergantines redondos
- 63 BK *barks*, o corbetas catalanas
- 50 HB *half-brigs*, o bergantines-goletas
- 10 BGP *brig-pollacres*, o bergantines-polacras
- 5 HBP *half-brig-pollacres*, o bergantines-goletas-polacras
- 4 BKT *barkentines*, o corbetas-goletas
- 3 SCH *schooners*, o goletas de 2 palos
- 2 TSC *three-mast-schooners*, o goletas de tres palos
- 1 S *ship*, o fragata catalana
- 1 BKP *bark-pollacre*, o corbeta-polacra

El reparto de estos barcos entre las atarazanas catalanas se resume en esta tabla:

Dras.:	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	Q
BGP	2	0	2	1	1	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	10
HB	2	2	3	25	2	3	5	1	0	6	0	1	0	0	0	50
HBP	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
BK	3	0	1	32	2	5	9	4	0	5	0	0	0	0	2	63
BG	5	3	13	20	10	2	9	5	8	7	1	1	1	0	4	89
BKT	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4
¿???	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SCH	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
S	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TSC	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
BKP	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Suma	12	5	22	90	15	10	24	11	9	20	1	2	2	2	6	229

Las *drassanes* se localizan en las poblaciones identificadas con las letras:

A = Lloret; B = Palamós; C = El Masnou; D = Blanes; E = Cataluña; F = Sant Feliu; G = Arenys; H = Mataró; I = Vilassar; J = Barcelona; K = España; L = Tarragona; M = Calella; N = Badalona; P = Canet; Q = totales.

En la tabla del Apéndice en la que se presentan los detalles de todos estos barcos, se recogen los datos siguientes, en columnas rotuladas sucesivamente:

- *Nombre* del barco como se cita en cada registro, en orden alfabético, repetido tantas veces como años aparece en los libros, de tal manera que los 229 barcos diferentes dan lugar a 1.346 citas distintas.
- *Tipo* asignado en el registro, con las siglas mencionadas antes. Para algunos barcos el tipo se modifica con los años, circunstancia que no hemos investigado en este estudio.
- *Clase*. Valor numérico asignado por cada registro según la calidad del barco. En el capítulo «Los reglamentos» tratamos el significado de estas cifras, que varían de un registro a otro, pero que siempre califican los barcos mejores con la cifra menor, el 1. Este valor de la clase sólo se otorgaba a los barcos que eran sometidos a inspección de acuerdo con las reglas de la sociedad registradora, por lo que no todos los barcos la detentan.
- *Astillero*. Se cita la localidad donde se botó el barco, según cada registro. Aunque hemos comprobado discrepancias e inconsistencias al comparar estos datos con los de otras fuentes consultadas, mantenemos los que citan los registros. En algunos casos se dice Cataluña o España respecto a barcos en que otros años se identifica la localidad correctamente. En total se citan 14 localidades catalanas: Arenys, Badalona, Barcelona, Blanes, Calella, Canet, Lloret, El Masnou, Mataró, Palamós, Sant Feliu, Tarragona y Vilassar.
- *Puerto de matrícula* del barco. En la mayoría de los casos es Barcelona.
- *Bote*. Se da el año en que se construyó, según los registros de EE.UU. En bastantes casos, estos años no coinciden con los de otras fuentes consultadas.
- *GRT* es el arqueo bruto o de registro, expresado en toneladas. En bastantes casos, esta cifra varía para un mismo barco de un

año a otro. En los casos que hemos investigado, estas variaciones podrían deberse a cambios en el método de arqueo o a modificaciones en los mismos barcos. Aunque los registros americanos deberían reflejar las toneladas de aquel país (*t*), reproducen las cifras de los arqueos españoles que recoge F. P. Coldeforns. Esto nos indica que esos barcos no fueron medidos por inspectores americanos, pero no explica el que unas veces tomaran el arqueo bruto (*total*) y otras el neto (*líquido*), como denuncian las bajas correlaciones que mostramos más adelante.

- *ESL, MAN, PUN* y *CAL* son, respectivamente, la eslora de registro expresada en pies ingleses y pulgadas, la manga, el puntal y el calado. Estos datos no se registran para todos los barcos.
- *ALRS*. En esta columna se citan los años que el libro del *American Lloyd's Registry of American and Foreign Shipping* registra el barco con los datos anteriores.
- *RAFS*. Análogos datos de los años del *Record of American and Foreign Shipping*. Consecuentemente, incluimos un mismo barco tantas veces como su nombre aparece en los 27 libros de registro que hemos estudiado.

Es interesante conocer el perfil de la edad de estos barcos y su asiduidad en el tráfico americano. Para calcularlo, analizamos los años en que se botaron y los años en los que aparecen citados en los registros. En la tabla siguiente recogemos, para cada lustro en el que hay botaduras citadas, el número de barcos botados, el número medio de años que están en los registros, el número mínimo y el máximo de años de los botados en el lustro.

AÑOS	NÚM.	MED.	MÍN.	MÁX.	PTU	CAT.
1801-35	--	--	--	--	---	158
1836-40	4	24	20	28	0,38	120
1841-45	7	34	21	59	0,59	34
1846-50	33	36	11	54	0,69	98
1851-55	--	--	--	--	---	115
1856-60	88	29	6	49	0,68	83
1861-65	24	24	3	38	0,64	17
1866-70	46	24	4	35	0,74	27
1871-75	16	13	2	28	0,47	11
1876-80	8	15	7	24	0,67	5
1881-1900	--	--	--	--	---	2

En la columna encabezada como *PTU* hemos calculado la relación entre la media de los años de presencia en los registros americanos y el valor máximo posible de esa media, es decir, los años entre el centro del lustro y el final del siglo. Esta relación, que llamamos *proporción del tráfico utilizado*, nos da una idea de cómo evolucionó la preferencia de los barcos catalanes por el comercio trasatlántico con escalas en los EE.UU., en función de los años en que se construyeron. Así, vemos que los barcos botados entre 1836 y 1840 sólo utilizaron el 38% de su capacidad en el tráfico americano. Esta cifra crece hasta llegar al 69% en los barcos botados el lustro que precede a la guerra de Secesión norteamericana, los cuales representan el 38% de todo el siglo. Los barcos botados en los años de este conflicto reducen su presencia y son los que se botan en el lustro siguiente los que usan el 74% de sus posibilidades, en un periodo que coincide con la liberación del arancel.

Aunque la proporción *PTU* sólo sería significativa si todos los barcos hubieran tenido una vida útil hasta el año 1900, la tabla nos muestra que, exceptuando el primer lustro, en todos los periodos hubo barcos que llegaron al final del siglo en los registros.

En última columna de la tabla, encabezada con *Cat*, hemos añadido el número de los barcos que, según los datos de Ricart i Giralt de 1924, fueron botados en Cataluña en cada uno de los lustros considerados.

Tenemos que resaltar la clara discrepancia entre las botaduras de los registros de EE.UU. y los que cita Ricart i Giralt, cuya explicación, que no hemos investigado para este trabajo, condicionará la validez de la discusión precedente acerca del *PTU*.

Si damos por buenos ambos datos para el lustro 1846-50, exactamente 1/3 de los barcos botados fueron registrados en los EE.UU. No nos explicamos que en estos registros no haya barcos catalanes botados en el lustro siguiente, lo que distorsiona las cifras del resto del siglo.

Si acumulamos todas las botaduras a partir de 1851, resultan 182 barcos en los registros de EE.UU. y 260 barcos citados por Ricart, lo que significa que el 70% de los barcos catalanes se dedicaron, fundamentalmente en el tercer cuarto del siglo, al comercio con las costas norteamericanas.

Para investigar posibles relaciones entre los datos de los barcos, hemos realizado un análisis de las características que relacionan esos datos, es decir, los portes y las dimensiones. Hemos buscado correlaciones entre las características para cuatro agrupaciones distintas de los barcos:

1. Grupo A: los 229 barcos de todos los tipos.
2. Grupo B: los 99 bergantines y polacras (BG y BGP).
3. Grupo C: los 61 bergantines mixtos (HB, HBP, BKT y BKP).
4. Grupo D: las 66 corbetas y fragatas (BK y S).

Para cada grupo hemos analizado 19 posibles correlaciones lineales, buscando la posible relación entre dos características: una que elegimos como función u ordenada Y y otra que tomamos como variable o abscisa X. El resultado de cada una de las correlaciones calculadas es una recta de regresión de la forma $Y = b + m \cdot X$, y un valor del coeficiente R de regresión lineal.

En el Apéndice incluimos los gráficos más significativos, cuya interpretación debe hacerse con los mismos criterios que hemos explicado para el análisis de los modelos y planos del MMB en otro capítulo.

La intención de estas correlaciones ha sido encontrar alguna relación entre los datos del registro que caracterizara de algún modo la arquitectura de los barcos catalanes que comerciaron en los EE.UU.

En primer lugar, nos ha interesado comprobar el significado de los portes que aparecen en los libros de registro, y para ello hemos estudiado varios factores de arqueo, que utilizan las fórmulas que explicamos en el capítulo «El arqueo»:

- Arqueo = toneladas de registro que se dan en los libros.
- Arq-1/3 = raíz cúbica de esta cifra.
- Fact. Arq-1844 = porte del registro dividido por el arqueo calculado con el *Reglamento* español de 1844 (Cf. capítulo «El arqueo»).
- Fact. Arq-BOM = porte del registro dividido por el tonelaje calculado con la fórmula británica del *Builders Old Measurement*.
- Fact. Arq-USA = porte del registro dividido por el tonelaje calculado por el sistema en uso en los EE.UU. los años estudiados.

Además, hemos estudiado la influencia de las dimensiones principales y de sus proporciones.

Las 19 correlaciones aplicadas a los cuatro grupos de barcos han usado las siguientes variables:

ORDENADA Y	ABSCISA X	VALORES DE R POR GRUPOS			
		A	B	C	D
Fact. Arq-1844	Eslora				
Fact. Arq-1844	Arqueo	02	41	63	45
Fact. Arq-BOM	Eslora				
Fact. Arq-BOM	Arqueo				
Fact. Arq-USA	Eslora				
Fact. Arq-USA	Arqueo				
Arqueo	Eslora	85	61	64	90
Arq-1/3	Eslora	82	58	62	89
Arqueo	Manga				
Arq-1/3	Manga				
Arqueo	Puntal	84	23	01	02
Arq-1/3	Puntal	83	23	01	11
Arq-2/3	Eslora * Manga	87	62	64	85
Arq-2/3	Eslora * Puntal	87	50	31	66
Arq-2/3	Manga * Puntal	85	36	27	37
Manga	Eslora				
Eslora/Manga	Eslora	76	65	68	75
Eslora/Puntal	Eslora				
Manga/Puntal	Eslora				

En esta tabla recogemos solamente los valores del coeficiente R de regresión lineal que pueden tener algún significado, multiplicados por 100.

En pocas relaciones es superior a 80, y en algunas se dan grandes diferencias entre los valores de R de cada agrupación de barcos. Observamos que el factor de arqueo de 1844 tiene más relación con el arqueo de registro en cada uno de los grupos que en el conjunto de todos. En la relación del arqueo con el puntal se da el caso contrario, y sólo se conserva una cierta relación en el grupo B.

Los bajos valores de la pendiente de la recta de regresión de los factores de arqueo nos indican que podría establecerse alguna relación entre ellos.

Sólo las relaciones del arqueo con la eslora, del Arq-2/3 con el área de flotación y de la eslora/manga con la eslora se mantienen con un cierto significado en todos los grupos estudiados.

Los barcos de la lista de Ricart i Giralt

Según la presenta el autor, esta lista relaciona los barcos de más de 80 toneladas de registro construidos en la costa catalana a lo largo del siglo XIX. Se citan los barcos, sus *mes-tres d'aixa* y las atarazanas, junto con el año de bote y el porte de registro. Por su número, es la lista más extensa que hemos podido consultar. Clasifica los barcos por su tipo en 43 fragatas, 50 corbetas, 278 bergantines, 219 polacras y 142 mixtos (es decir, bergantines-polacras, polacras-goletas y goletas), más 8 vapores.

Se reparten los 732 veleros entre catorce poblaciones costeras, de la manera siguiente:

91	sin identificar					
144	en Arenys	2	en Badalona	63	en Barcelona	
149	en Blanes	8	en Calella	106	en Lloret	
7	en Malgrat	45	en El Masnou	21	en Mataró	
29	en Palamós	29	en Sant Feliu	1	en Tossa	
25	en Vilassar					

El análisis de esta lista lo hemos reducido a la comprobación de los nombres, pues las características de los veleros las hemos analizado a partir de los datos del fichero de FPC que, aunque no incluye los barcos de Blanes, contiene datos tan necesarios como los portes y las dimensiones y añade otros de gran valor, como los cambios de nombre y de dueño y los destinos de los barcos.

La lista de 732 barcos de vela que presentaba RiG la hemos contrastado con los registros de EE.UU. entre 1857 y 1900 y los barcos del fichero de FPC, y hemos añadido los nombres de 134 barcos que no estaban recogidos en la lista de RiG. El fichero resultante lo incluimos en el Apéndice.

Los mismos barcos se distribuyen por los lustros de su botadura como sigue:

Sin fecha	53						
Hasta 1800	5	-1805	3	-1810	7	-1815	13
-1820	18	-1825	20	-1830	18	-1835	79
-1840	120	-1845	34	-1850	98	-1855	115
-1860	83	-1865	17	-1870	27	-1875	11
-1880	5	-1885	4	-1890	0	-1895	0
-1900	2						

Los barcos del fichero de F. P. Colldeforns

Las fichas mecanografiadas que guarda el MMB contienen los datos transcritos en los años 1937-41 por Francisco de Paula Colldeforns (FPC) de los registros de buques de las capitanías marítimas de Cataluña, correspondientes a 502 barcos que se matricularon con 750 nombres diferentes. Por razones que desconozco, faltan todas las fichas de los barcos construidos en Blanes.

En el Apéndice hemos incluido la relación analítica de todos los barcos, con los datos siguientes para cada uno:

1. *Número de orden*: se usa un solo número para cada barco, con todos sus alias. Es el de la lista FPC ordenada alfabéticamente en cascada por las *drassanes*, los *mestres* y los nombres.
2. *Nombres*: los que da FPC. Muchos barcos usan varios nombres a lo largo de su vida.
3. *Tipos*. En los registros se mencionan hasta 19 tipos diferentes: bergantín redondo (B), corbeta (C), fragata (F), goleta (G), pailebot (PB), *llagut* (L), místico (M); polacra (P), bombardera (BB), balandra (BL), saetía (S); *xabec* (X), paquebot (PT), *llondro* (LO), polacra-barca (PK), polacra-goleta (PG), bergantín-goleta (BG), *bergantín-quetx* (BQ), bergantín-corbeta (BC). En algunos barcos se citan hasta tres tipos diferentes, por las modificaciones que se les hacen a lo largo de su vida. Durante la vida de algunos barcos, el tipo de registro cambia hasta dos veces, por modificaciones hechas en el aparejo, generalmente cuando se traspasa la propiedad.
4. *Drassana*: uso la población a la que se le asigna la botadura. Excluida Blanes, son estas 12: Arenys, Barcelona, Calella, Lloret, Malgrat, El Masnou, Mataró, Palamós, Sant Feliu, Tortosa, Tossa y Vilassar.
5. *Mestre*: incluyo el nombre del constructor que recoge FPC.
6. *Bote*: el año de la primera botadura. Cuando el nombre del barco es un alias de otro anterior, pongo en este lugar el número de orden del primer nombre con el que se matriculó el barco.
7. *Final*: recojo el destino final de cada barco con dos datos: un código de destino, o la última referencia a su vida activa y el año en que se produce. He utilizado hasta catorce códigos para indi-

car los destinos, y el reparto de los barcos en estos destinos es el siguiente:

- 207 cambios de nombre (o)
- 26 dados por inútil (i)
- 97 naufragados (n)
- 69 desguazados (d)
- 7 colisionados en la mar (c)
- 16 apresados (p)
- 6 perdidos por fuego (f)
- 6 encallados o varados (e)
- 32 vendidos a extranjero (x)
- 20 último año citado > 40 años (u)
- 35 vendidos a Cuba (h)
- 34 alias o apodo (a)
- 79 cambiados de puerto de matrícula (m)
- 9 destrozados en temporal (t)
- 114 sin destino mencionado

8. *Dimensiones y arqueos*: a lo largo del siglo, se usaron hasta cinco mediciones diferentes de los barcos y de su porte, y en la lista de FPC hay barcos que fueron medidos con cuatro reglamentos distintos.

El arqueo se calcula con los reglamentos que van siendo la norma a lo largo del siglo: de 1830 o anterior, de 1844, de 1863, de 1874 y posterior a 1900. Para cada uno de los barcos hemos recogido las medidas que cita FPC para las dimensiones que usa cada reglamento, y los tonelajes resultantes en cada caso. Hasta el reglamento de 1863 se utilizaron medidas en pies de Burgos y pulgadas.

- Con el arqueo de 1830 se usan eslora, quilla, manga y puntal en pies de Burgos y se da un porte en toneladas de arqueo.
- En 1844 se miden la eslora, manga de cubierta, manga de arqueo y puntal y se calcula un solo tonelaje.
- En 1863 se miden la eslora, longitud de bodega, manga de cubierta, manga de arqueo y puntal y se calculan un tonelaje total o arqueo bruto y un tonelaje líquido o neto.
- En 1874 se miden por vez primera en metros la eslora, manga y puntal y se calculan los dos tonelajes, total y líquido, en toneladas Moorsom.

- Sólo en nueve casos se miden los barcos con reglas posteriores a 1900, y para ellos citamos el año de la medición, las dimensiones métricas y los dos tonelajes.

En la figura se representa el número de barcos de la lista de FPC que estaban activos en cada año del siglo. El mayor número navega en los años 1858 y 1859, y son 224. Los números cada diez años a partir de 1808 son: 4, 16, 21, 85, 135, 224, 200, 154, 73 y 37, con una caída en el último tercio del siglo tan continua como fue el crecimiento en la primera mitad.

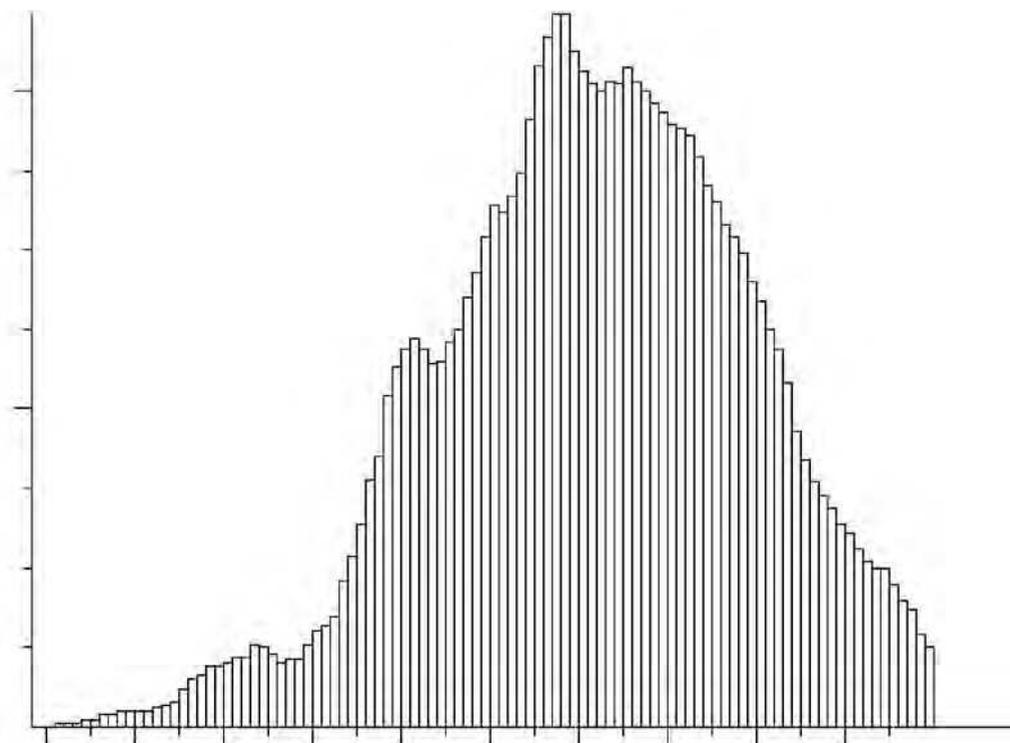
El cotejo de los nombres de los barcos en la lista de FPC con los de los registros de los EE.UU. ha dado como resultado que 91 citan el mismo lugar de construcción y otros 54 aparecen con una localidad distinta. En total, la lista de FPC da datos de 146 barcos homónimos de los 229 que se citan en los registros americanos.

Hemos analizado las posibles correlaciones entre los datos de todos los barcos del fichero FPC mediante la misma técnica de regresión lineal que hemos aplicado a los datos de otras fuentes. Para ello, hemos agrupado los barcos en conjuntos, cuyo número de componentes varía con la cantidad de los que tienen todos los datos de las características que se correlacionan. Así, un mismo grupo de barcos, como por ejemplo los bergantines, lo integran 187 individuos cuando se analiza la relación de la manga con la eslora, pero sólo 87 cuando lo que se correlaciona es el arqueado con la eslora.

Hemos agrupado los barcos para su estudio en:

1. Todos los barcos
2. Fragatas y corbetas
3. Todos los bergantines
4. Bergantines redondos
5. Polacras
6. Místicos, goletas, *llaguts* y *xabecs*
7. Místicos
8. Goletas

Para cada grupo, y para cada reglamento de arqueado, hemos estudiado las relaciones de las medidas de las dimensiones principales entre sí y con los arqueados, y también hemos comparado los valores entre los datos medidos con diferentes reglamentos de arqueado.



Número de barcos que estaban en servicio en cada año del siglo XIX.

Los resultados muestran una correlación lineal notable en muchos de los casos, como podemos ver por los valores de los coeficientes de regresión (R) de la tabla siguiente, cuya primera columna se refiere al número del gráfico correspondiente, en tanto que N es el número de barcos que intervienen en cada correlación:

#	N	VARIABLE Y	VARIABLE X	R
<i>Todos los tipos</i>				
1	94	Eslora-1844	Eslora-1830	0,83
2	120	Eslora-1863	Eslora-1844	0,94 *
3	89	Eslora-1874	Eslora-1863	0,97 *
4	94	Manga-1844	Manga-1830	0,75
5	120	Manga-1863	Manga-1844	0,92 *
6	89	Manga-1874	Manga-1863	0,89
7	94	Puntal-1844	Puntal-1830	0,69
8	120	Puntal-1863	Puntal-1844	0,89
9	89	Puntal-1874	Puntal-1863	0,85
10	94	Arqueo-1844	Arqueo-1830	0,80
11	120	Arqueo-1863	Arqueo-1844	0,96 *
12	89	Arqueo-1874	Arqueo-1863	0,95 *
21	444	Varq ^{1/3}	Eslora	0,50
22	444	Varq ^{1/3}	Manga	0,51
23	253	Varq ^{1/3}	Puntal	0,93 *
31	191	Calado/Puntal	Eslora	-0,30
32	191	Fact. Arqueo	Eslora	-0,30

VARIABLES	GRUPOS	N	R
<i>Manga vs Eslora</i>			
13	Todos los tipos	444	0,90 *
14	Fragatas y corbetas	45	0,86
15	Bergantines redondos	168	0,82
16	Bergantines todos	187	0,83
17	Polacras	141	0,90
18	M + G + L + Q	60	0,71
19	Místicos	17	0,94 *
20	Goletas	25	0,66

<i>Varq^{1/3} vs Eslora</i>			
24	Fragatas y corbetas	42	0,84
25	Bergantines redondos	80	0,75
26	Todos los bergantines	87	0,78
27	Polacras	84	0,87
28	M + G + L + Q	32	0,85
29	Místicos	8	0,72
30	Goletas	25	0,34

Fact. Arqueo vs Arqueo

33	Todos los tipos 1830	191	0,04
34	Todos los bergantines 1830	100	0,09
35	Polacras 1830	57	0,17
36	Todos los tipos 1844	219	0,35
37	Todos los bergantines 1844	69	0,56
38	Polacras 1844	76	0,11

Fact. Arq. Bruto vs Arq. Bruto

39	Todos los tipos 1863	33	0,06
40	Todos los bergantines 1863	18	0,50
41	Polacras 1863	7	-0,24

Para comparar las dimensiones principales, hemos utilizado el arqueo como una referencia para el valor del desplazamiento.

El factor de arqueo es la relación entre el valor del arqueo (bruto o total) anotado en el registro y el que se calcula aplicando cada uno de los reglamentos.

Marcamos aquí con (*) las correlaciones con valor del factor de regresión lineal R mayor que 0,90, lo que indica una distribución más cerca de una línea recta.

Vemos que hay gran relación entre las dimensiones que miden los diferentes arqueos, y también entre los portes calculados para ellos.

El arqueo está más relacionado con el puntal que con las demás dimensiones.

El arqueo anterior a 1844 es el que más difiere de los tonelajes que calculan los reglamentos posteriores.

La relación entre la eslora y la manga es bastante lineal en todos los tipos, pero es más exacta en los místicos.

Algunos barcos longevos

En el fichero de F. P. Colldeforns hay doce barcos que fueron arqueados con cuatro reglamentos diferentes a lo largo de su vida activa. Se trata, por tanto, de los barcos más longevos. En la tabla siguiente, también incluida en el capítulo «El arqueo» para su referencia, recogemos los datos de cada uno de estos barcos, que se identifican con la cabecera:

Nombre	Tipo	Drassana	Mestre	Bote	Final	Último año
--------	------	----------	--------	------	-------	------------

Los tipos son cinco polacras (P), cinco bergantines (B), un bergantín-goleta (BG) y una corbeta (C). Algunos cambiaron el aparejo más de una vez. De la calidad de estos barcos habla el hecho de que sólo dos naufragaron, con 47 y 67 años de servicio, y uno se perdió en un temporal con 39 años. Los demás acabaron sus vidas en el desguace.

Siguen las medidas de cada arqueo, en pies hasta 1863 y en metros luego. Según el año del reglamento significan:

- En 1831: eslora, quilla, manga, puntal, arqueo en toneladas de 20 quintales.
- En 1844: eslora, mangas de construcción y arqueo, puntal, arqueo total.
- En 1863: eslora, bodega, mangas de construcción y arqueo, puntal, total, líquido.
- En 1874: eslora, manga de arqueo, puntal, arqueos total y líquido en toneladas Moorsom.

Vemos que las medidas de los barcos varían de un arqueo a otro. La causa de estas diferencias habría que buscarla en las modificaciones que se hicieran en los barcos a lo largo de los años, ya que no se justifican por cambios en el método de medición.

La letra que sigue al último año indica el resultado de la comparación de estos barcos con los que se registran en los EE.UU. con el mismo nombre, de modo que señalamos:

- N cinco nombres que no aparecen en los libros de EE.UU.
- O cinco que aparecen con el mismo nombre, pero cuyos datos no coinciden.
- S dos que aparecen con el mismo nombre y cuyos datos coinciden.

Los dos barcos que se registran en los EE.UU. son la corbeta *Linda*, luego convertida a bergantín-goleta, y el bergantín-goleta *Rosa*, que navega unos años como bergantín y vuelve a montar el aparejo inicial. Aunque no sea estadísticamente significativo, no deja de sorprender que estos dos barcos que comercian con los EE.UU. cambien su aparejo, mientras que sólo uno de los otros diez lo hace.

El resultado del contraste de los datos de estos barcos con los que recogen los registros de los EE.UU. es el siguiente: las toneladas de arqueo que citan los libros americanos son las cifras españolas, pero con algunas incongruencias. Por ejemplo:

- La *Rosa* se cita en 1863 y 1865 con el arqueo total español de 1844.
- La *Linda* aparece en EE.UU. a partir de 1883 con dimensiones E = 123,6, M = 27,5 y P = 14,6. Estas dimensiones no coinciden con las medidas en 1874 en metros.

El arqueo que inscriben los americanos también presenta importantes anomalías en relación con el arqueo español. En 1879 los EE.UU. usan el arqueo total español de 1844 y de 1863. En 1883 y 1885 usan el arqueo total español de 1874 y desde 1886 a 1895 usan el arqueo líquido español de 1874. No encontramos explicación sencilla a estas diferencias, pues por una parte, según los reglamentos españoles, el arqueo debía estar marcado en el bao de escotilla, y por la otra, en ninguno de los reglamentos americanos se menciona un cambio de criterio para usar el arqueo neto o el bruto.

En cualquier caso, tenemos que dejar constancia de estas incongruencias porque obligan a investigar el significado y el valor de las cifras de los reglamentos americanos de estos años.

Barcos medidos con cuatro reglamentos de arqueo españoles, entre 1820 y 1910

<i>Unión</i>			P	Aren	Busquets Ribas, Salvador		1834n	1881 O
84,0	74,0		22,0	11,5	101,0			1831
86,0		25,0	24,0	14,0	173,0			1844
89,0		25,0	23,5	13,5	185,0	154,0		1863
25,53			7,29	3,83	144,76	137,52		1874
<i>Copérnico</i>			B	Aren	Busquets Vilardebó, Salvado		1839u	1901 N
89,0	81,0		26,0	12,0	175,0			1831
92,0		26,0	24,0	13,0	178,0			1844
90,0	58,0	27,0	25,0	13,3	198,0	165,0		1863
31,07			7,91	3,71	187,78	179,72		1874
<i>Linda</i>			C/BG	Aren	Busquets Vilardebó, Salvado		1855d	1907 S
123,0		32,0	30,5	17,0	403,0			1844
120,0	80,0	32,0	30,0	17,5	403,0	329,0		1863
37,38			9,03	4,60	372,61	361,33		1874
38,68			9,38	4,55	350,02	295,10		1905

Nuevo Ramoncito			B	Barc	Sistaré Cors, Joan		1841d 1880 N
100,0	88,0		29,0	12,0	180,0		1831
100,0		28,0	26,0	14,4	191,0		1844
100,0	61,0	28,0	26,0	12,0	194,0	160,0	1863
28,08			8,05	4,12	198,55	188,62	1874
Rosa			BG/B/BG	Barc	Sistaré Cors, Joan		1841d 1884 S
110,0	94,0		28,0	11,0	152,0		1831
107,0		28,0	26,0	12,0	188,0		1844
110,0	80,0	28,0	26,5	11,5	210,0	170,0	1863
30,12			7,98	3,66	196,77	186,35	1874
San José			B	Llor	Pujol, Agustí		1840d 1882 O
98,0	84,0		27,0	14,0	230,0		1831
92,0		26,0	24,0	15,0	230,0		1844
99,0	60,0	27,0	25,0	15,0	230,0	185,0	1863
28,85			8,10	4,06	202,77	192,63	1874
Casimira			P	Llor	Pujol, Agustí		1839t 1878 N
90,0	79,0		28,0	12,0	170,0		1831
91,0		27,0	25,5	13,0	192,0		1844
88,0		27,0	26,0	12,0	177,0	137,0	1863
26,02			7,78	3,63	146,00	138,84	1874
Segundo Mónica			B/PG	Llor	Ribas, Joaquim		1835d 1881 N
88,0	77,0		28,0	10,0	131,0		1831
94,5		28,0	26,8	14,1	241,1		1844
94,0	53,0	28,0	26,5	14,02	32,0	179,0	1863
25,80			8,07	4,10	180,11	171,10	1874
Isabelita			P	Masn	Carreras, Joan		1853n 1920 O
86,0		23,0	21,0	13,0	205,0		1844
92,0		26,0	25,0	13,0	200,0	162,0	1863
27,22			8,05	3,83	188,67	179,24	1874
26,90			7,85	3,62	148,30	120,44	1906
Josefa			P	Masn	Carreras, Joan		1841d 1884 O
92,0	81,0		26,0	12,0	180,0		1831
94,0		27,0	26,0	13,8	200,0		1844
89,0		26,5	25,5	13,3	202,0	163,0	1863
26,50			7,74	3,69	161,10	153,58	1874
Primera Tigre			P	Masn	Juvany, Pau		1840m 1892 N
83,0			22,0	10,5	139,0		1831
90,0		25,0	23,0	11,0	139,0		1844
92,0		26,5	25,0	12,0	184,0	140,0	1863
25,90			7,70	3,23	127,08	120,77	1874

Eduardo		B	Vila	Sagarra, Francesc	1839d	1882	O
92,0	82,0	26,0	11,0	156,0			1831
92,0		26,0	24,0	171,0			1844
90,0	55,0	27,0	25,5	168,0	141,0		1863
25,60			7,85	3,63	135,28	128,52	1874

Los barcos retratados en cuadros de Lloret de Mar

En Lloret de Mar se conserva una buena colección de pinturas de barcos. El libro de Agustí Maria Vilà i Galí *La Marina Mercant de Lloret de Mar, segles xviii i xix*, incluye los perfiles de más de setenta veleros lloretenses bien identificados con sus nombres y su hoja de servicio. Se trata de una colección de cuadros que representan los veleros más significativos de los botados en Lloret de Mar a lo largo del siglo XIX. La mayoría de las imágenes contienen detalles técnicos de las construcciones que animan a estudiar su valor como fuente de datos de los barcos que representan.

En esta investigación no podíamos dejar de incluir una colección como esta. La belleza de muchos de estos cuadros y los detalles con los que han sido dibujados nos obligaban a estudiarlos para averiguar si se trataba de verdaderos retratos de los barcos que representan, es decir si no eran simples pinturas de barcos a los que se les añadieron sólo algunos detalles propios para que se identificaran con su nombre. Si podíamos confirmar esta primera impresión tendríamos a nuestro alcance una nueva fuente de datos para añadir a nuestro análisis de la arquitectura naval catalana.

Hemos seleccionado 67 de las 75 pinturas, dejando aparte las fotografías. Los ocho cuadros que se han desechado lo han sido porque muestran los barcos en perspectivas poco útiles para el estudio de las dimensiones, ya sea por estar desarbolados, luchando contra la mar o mirados desde un ángulo muy apartado del través.

Los 67 barcos estudiados se clasifican en 24 polacras, 14 corbetas, 12 bergantines, 6 bergantines-goletas, 3 fragatas, 3 polacras-goletas, 2 polacras-barcas, 2 goletas y 1 pailebote. Arbolan tres palos en 21 casos, pero sólo dos de ellos tienen cangreja en el mayor. De estos 67 barcos, 9 están representados en dos o más cuadros distintos, con aparejos diferentes. Sin embargo, para el objeto de nuestro análisis se han conservado en la lista como barcos distintos, ya que muestran datos diferentes.

Los cuadros incluyen detalles verosímiles de sus características téc-

nicas, los cuales permiten suponer que los autores estaban bastante familiarizados con los barcos y la navegación y que, en muchos casos, pudieron tener acceso a los planos del proyecto. Estas suposiciones cobran fuerza cuando se comprueba que los cuadros fueron realizados para los armadores de los barcos, que en muchos casos eran los propios capitanes que los comandaron durante años y que, sin duda, exigieron o ayudaron a dar una suficiente fidelidad a la imagen. Todas estas consideraciones nos han llevado a utilizar los cuadros como una fuente secundaria de información para intentar extraer de ellos los datos que muestran los barcos y valorar sus medidas.

Entre las características técnicas que hemos valorado en los cuadros, y que apoyan la fiabilidad de las imágenes como representaciones con cierto valor tecnológico, podemos citar las siguientes:

- Las proporciones de los palos: los mayores/mesanas son más altos que los trinquetes.
- Las proporciones de las vergas: mayores en el mayor.
- Las proporciones del bauprés y los botalones, y sus ángulos.
- Las vergas se dibujan con perspectiva real: asimétricas respecto al palo.
- La jarcia de labor y la motonería.
- Las tablas de jarcia, cadenotes y mesas de guarnición.
- La forma de las velas bajo el viento.
- La cangreja o bergantina anillada al palo, sin esnón.
- La caída a popa de los palos: mayores en los de popa.
- La deformación de los palos: los masteleros caen a proa, bajo el viento.
- La deformación de los botalones: se curvan hacia abajo de la línea del bauprés.
- La deformación de la botavara: se curva hacia arriba.
- La deformación del pico de la cangreja: se curva hacia abajo.
- La deformación de las vergas: caen los penoles por debajo de la cruz.
- La maniobra de las cangrejas en ausencia de botavara.

Para analizar los datos que contienen estos cuadros, hemos extraído los siguientes, mediante medición en milímetros sobre fotocopias de las imágenes del libro, todas hechas con igual ampliación, hasta un tamaño cómodo para poder medirlas:

- Eslora en la flotación, desde la roda al timón.
- Eslora en la altura media del francobordo, en la bovedilla.
- Altura de la borda sobre la flotación.
- Altura de la verga más alta de cada palo, sobre la borda.
- Caída de cada palo en ese punto a popa de su base.
- Altura de la verga inferior en cada palo, sobre la borda.
- Longitud de las vergas superior e inferior de las que sostienen vela.
- Longitud del pico de las cangrejas.
- Altura de la boca del pico sobre la borda.
- Longitud de la botavara.
- Longitud de la baluma.
- Longitud del grátil de la escandalosa.
- Longitud de la baluma de la escandalosa.
- Longitudes del bauprés y del botalón.
- Elevación del extremo del botalón sobre la base del bauprés.
- Caída del extremo del botalón en su longitud, bajo la línea del bauprés.
- Área de las velas desplegadas en los cuadros, respetando su perspectiva.

Hemos analizado estos datos cruzándolos mediante un programa propio que busca las correlaciones entre ellos, con un doble objetivo:

- Primero, comprobar si los barcos se construyeron con algún criterio en cuanto a las proporciones de sus medidas, según sus tipos.
- Segundo, comprobar si algunos de los cuadros representaban barcos similares, es decir, si se había utilizado un mismo modelo para dibujar más de un barco.

Se han calculado las correlaciones con la eslora de la flotación de cuatro grupos de barcos: (A) todos (los 67); (B) sólo las polacras (30); (C) los de dos palos cruzados (34); y (D) los de tres palos con dos cruzados (19). Los resultados se muestran en el cuadro siguiente, en el que se destacan los coeficientes de correlación lineal y los valores extremos de cada una de las variables estudiadas (ordenadas), divididas por la eslora de la flotación (abscisas).

Aunque la correlación lineal sólo revela una dependencia clara cuando el coeficiente es mayor que 0,85 o 0,90, su valor refleja la ten-

dencia de los valores de la ordenada, ya que el cuadrado de este coeficiente indica en qué proporción el valor de la ordenada se puede explicar por el de la abscisa. Por otra parte, cuando el coeficiente de correlación se aproxima a cero, el valor de la ordenada se aproxima a una constante, lo que supone mayor independencia de esta variable respecto a la abscisa:

1. Eslora en la bovedilla.
2. Longitud del bauprés-botalón.
3. Pendiente del bauprés-botalón.
4. Distancia del palo de proa a la popa.
5. Altura medida en el mismo.
6. Distancia del palo central a la popa.
7. Altura medida en el mismo.
8. Distancia del palo de popa a la popa.
9. Altura medida en el mismo.
10. Raíz del área vélica medida en la imagen.
11. Distancia del centro vélico a la popa.

Se destacan en cursiva los valores más significativos, $> 0,69$ y $< 0,11$

	(A)	(B)	(C)	(D)
(1) Eslora bov.	-0,47 1,01/1,16	-0,18 1,02/1,16	+0,19 1,02/1,16	-0,76 1,02/1,16
(2) Bauprés	-0,57 0,26/0,60	-0,50 0,33/0,60	-0,31 0,28/0,57	-0,63 0,26/0,54
(3) Pendiente íd.	-0,16 0,20/0,51	+0,15 0,20/0,47	+0,19 0,27/0,49	-0,05 0,21/0,41
(4) Proel	-0,07 0,71/0,86	-0,07 0,71/0,82	+0,07 0,71/0,82	-0,32 0,72/0,82
(5) Altura íd.	-0,46 0,51/0,99	-0,02 0,59/0,98	+0,04 0,51/0,98	-0,71 0,53/0,99
(6) Medio	-----	-----	-----	+0,55 0,33/0,48
(7) Altura íd.	-----	-----	-----	-0,75 0,53/1,02

(8) Popel	-0,18 0,08/0,40	-0,02 0,08/0,40	+0,03 0,25/0,40	-0,75 0,08/0,22
(9) Altura íd.	-0,38 0,46/1,02	+0,11 0,62/1,02	+0,12 0,53/1,02	+0,51 0,46/0,82
(10) Área vélica	-0,50 0,52/0,91	-0,34 0,61/0,86	-0,04 0,61/0,86	-0,69 0,52/0,83
(11) Centro íd.	-0,23 0,38/0,63	+0,03 0,38/0,57	-0,10 0,38/0,57	+0,11 0,39/0,53

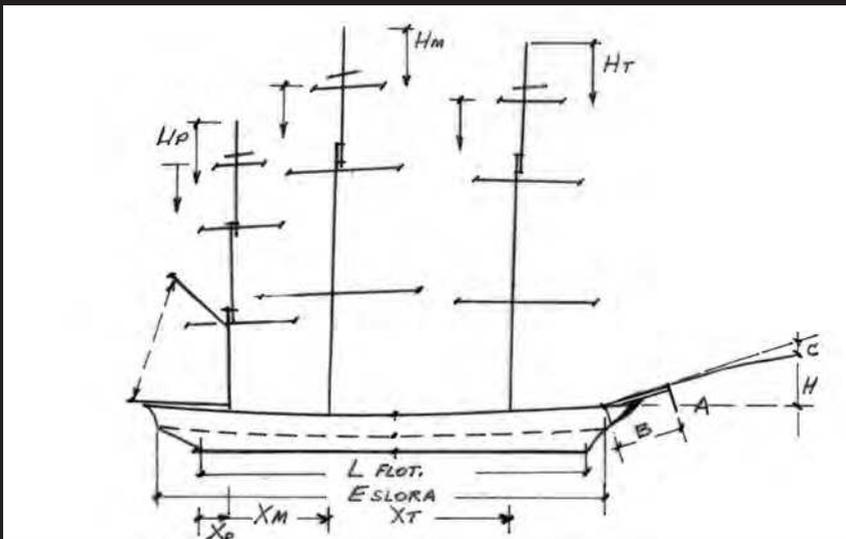
Estos resultados nos permiten proponer algunas conclusiones:

- La eslora en la bovedilla decrece para mayores flotaciones en los barcos de tres palos pero no depende tanto de ella en los de dos.
- La pendiente del bauprés no depende de la eslora en la flotación.
- La posición del palo proel es más fija en los barcos de dos palos que en los de tres.
- La altura del palo proel es una proporción fija en los barcos de dos palos pero decrece con la mayor flotación en los de tres palos.
- La altura del palo central decrece con mayor eslora en la flotación.
- La posición del palo popel es fija en los barcos de dos palos pero decrece para mayores esloras en la flotación en los de tres palos.
- El área vélica es independiente de la flotación en los barcos de dos palos, pero tiene cierta relación en los de tres palos.
- La posición del centro vélico es una proporción constante en la eslora de la flotación en los barcos con aparejos de cruz.

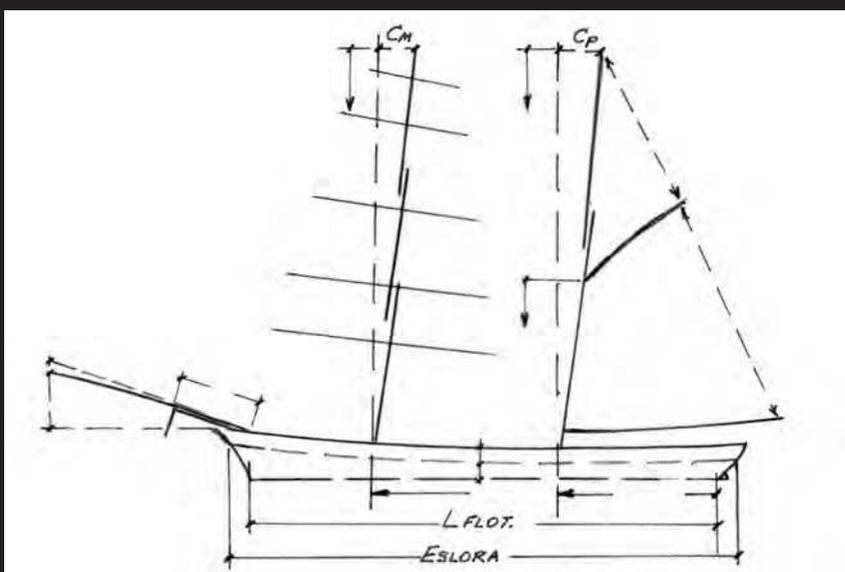
Comentario final

La colección de cuadros de barcos de Lloret de Mar puede considerarse única en su género y representa barcos distintos, con características de barcos reales.

En nuestras repetidas visitas a los museos marítimos de San Francisco y de Nueva Inglaterra especializados en barcos de vela y madera del siglo XIX (Essex, New Bedford, Newburyport y Peabody en Massachusetts, y Mystic en Connecticut) no hemos encontrado una colección como la de Lloret, y los pocos cuadros que conservan o muestran no tienen los detalles técnicos que contienen los lloretenses.



Medición de características de una polacra con los palos en candela.



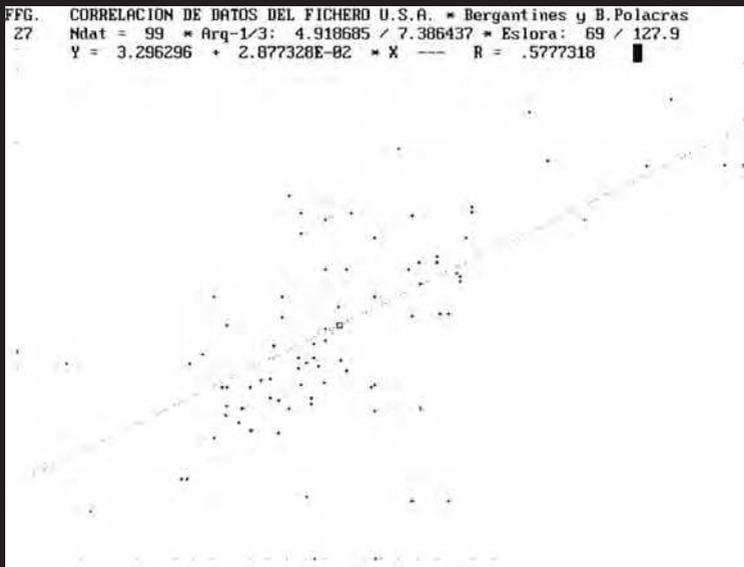
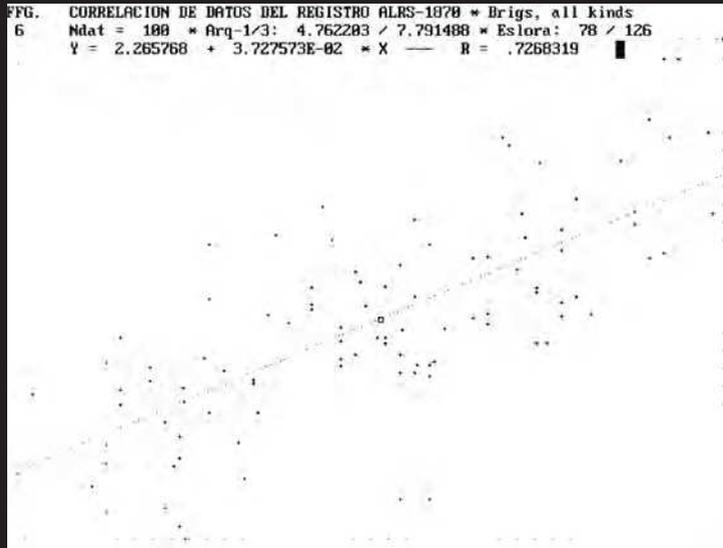
Medición de las características de un bergantín con palos caídos.

Los bergantines en el *American Lloyd's Registry* de 1870

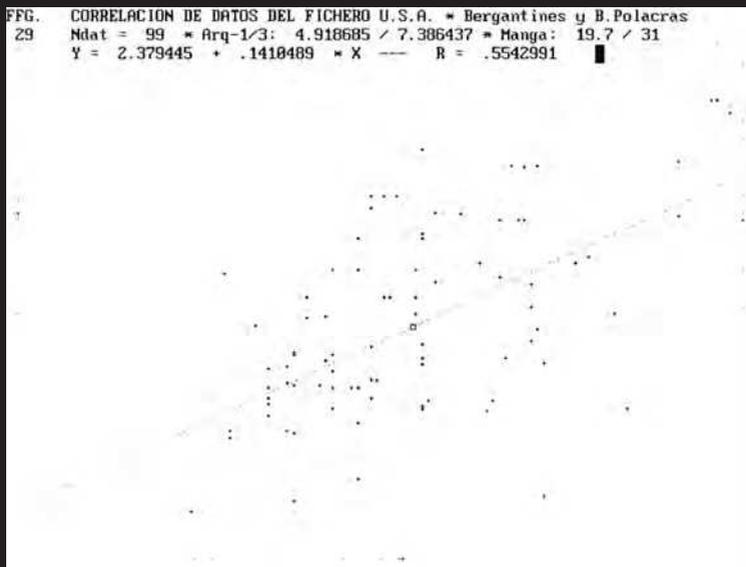
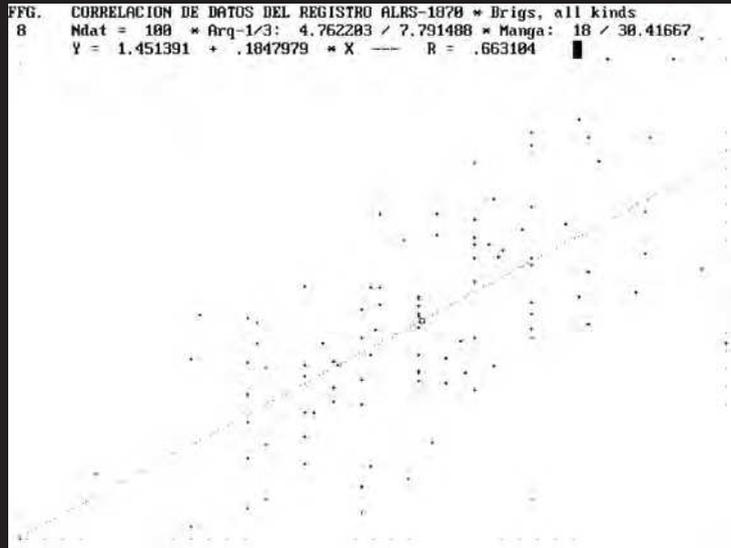
Para calificar mejor los barcos catalanes, dado que eran en su mayoría bergantines, y como complemento de los análisis que he presentado hasta aquí, he querido conocer cómo eran los bergantines de todas las naciones que comerciaban con los EE.UU. Para ello he usado los 100 primeros bergantines (*brigs*) que aparecen listados en el libro de 1870 del *American Lloyd's Registry*. Es el último año que se publica este registro solo, y en él se incluye el mayor número de bergantines de todas las naciones. El año siguiente sale a la luz el *Record*, que, a diferencia del *Registry*, no publica una lista separada para cada tipo de barco.

La lista de bergantines no sólo incluye bergantines redondos, sino también los mixtos de goleta y de polacra. Hemos calculado 23 correlaciones entre los datos de todos ellos que aparecen en el registro, dimensiones y arqueo, con los resultados que resumo en esta tabla:

ORDENADA Y	ABSCISA X	R*100
Fact. Arq-BOM	Eslora	-05
Fact. Arq-BOM	Arqueo	34
Fact. Arq-USA	Eslora	02
Fact. Arq-USA	Arqueo	38
Arqueo	Eslora	72 *
Arqueo ^{1/3}	Eslora	73 *
Arqueo	Manga	66
Arqueo ^{1/3}	Manga	66
Arqueo	Puntal	59
Arqueo ^{1/3}	Puntal	58
Arqueo ^{2/3}	Eslora * Manga	75 *
Arqueo ^{2/3}	Eslora * Puntal	79 *
Arqueo ^{2/3}	Manga * Puntal	79 *
Manga	Eslora	65 *
Puntal	Eslora	30
Calado	Eslora	31
Eslora/manga	Eslora	59 *
Eslora/puntal	Eslora	42
Eslora/calado	Eslora	66 *
Manga/puntal	Eslora	06
Manga/calado	Eslora	18
Puntal	Manga	13
Manga/puntal	Manga	39



Correlación de datos del registro ALRS-1870 y del fichero USA.



Correlación de datos del registro ALRS-1870 y del fichero USA.

Los factores de arqueo relacionan los portes calculados con el reglamento británico del *Buildersí Old Measurement* (BOM) y el vigente en los EE.UU. con los tonelajes anotados en el *Registry*.

Comparación con los bergantines catalanes

Una posible comparación de las características de estos 100 bergantines con las de los equivalentes catalanes nos la proporcionan siete pares de gráficos (a continuación incluimos dos). En ellos se presentan las correlaciones de las mismas variables para esos 100 bergantines de 1870 y para los 99 bergantines y polacras catalanes que se registraron en los EE.UU. a lo largo del siglo. En cada gráfico se representan las coordenadas de cada barco, el centro de gravedad de la distribución con un cuadrado y la mejor recta de correlación lineal, con su ecuación $Y = b + m * X$. En la cabecera se identifican la función (Y) y la variable (X) y se dan los valores extremos de ellas. Se identifica con R el coeficiente de regresión de Y sobre X, cuyos valores se han citado en las secciones precedentes.

Los barcos catalanes y demás españoles en el Record americano de 1881

El libro del *Record of American and Foreign Shipping* publicado en 1881 registra 431 barcos matriculados en puertos españoles, que es el mayor número del siglo. De ellos, 50 son vapores con hélice y 4 con ruedas de costado.

Los 377 veleros se reparten en once tipos, a saber: 163 *barks* o corbetas (BK), 86 *brigs* o bergantines (BG), 74 *half-brigs* o bergantines-goletas (HB), 14 *barkentines* o corbetas-goletas (BKT), 12 *schooners* o goletas (SCH), 10 *half-brig-pollacres* o bergantines-goletas-polacras (HBP), 6 *ships* o fragatas (S), 5 *brig-pollacres* o bergantines-polacras (BGP), 5 *three-mast-schooners* o goletas de tres palos, 1 *bark-pollacre* o corbeta-polacra (BKP) y 1 *sloop* o balandra (SLP).

Se citan 42 puertos de matrícula, encabezados por Barcelona, con 156 barcos, Bilbao con 90 y La Habana con 32, incluidos los vapores.

Los 431 barcos se construyeron en 149 astilleros, 14 de ellos en Cataluña, 34 del resto de España y los demás, extranjeros. De los catalanes destacan Blanes, con 31, y Arenys con 20 botaduras, seguidos

de El Masnou con 12 y Barcelona y Lloret con 11. Del resto español se destacan Bilbao con 38, Muros con 7 y Aguinaga, Viavélez y Villajoyosa con 4.

Los barcos importados provienen de 25 países o estados distintos. Entre los astilleros extranjeros destacan los británicos constructores de vapores y muchos de la costa este norteamericana, afamados constructores de clíperes y otros veleros de madera, entre los que destacan Nueva York, Newburyport, Kennebunk, Stockton, Wilmington, New Brunswick y Nueva Escocia.

Por sólo 64 barcos construidos en hierro, contamos 310 en roble y 30 en caoba. El resto se reparten el pino, el abeto, la teca, el alerce y la acacia americana.

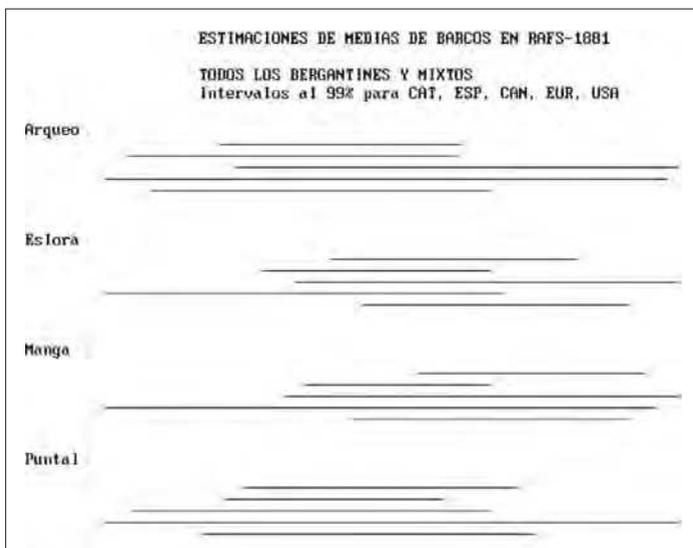
Hemos estudiado las posibles semejanzas entre los barcos construidos en distintos países y los barcos construidos en Cataluña y el resto de España. Para ello hemos agrupado los veleros por tipos afines y de cada uno hemos calculado la media y la desviación típica de las dimensiones de arqueado, eslora, manga y puntal.

En cada agrupación y en cada zona, hemos hecho una estimación de la media con un nivel de confianza del 99%, aplicando a cada grupo una distribución Z normal cuando tiene más de 30 grados de libertad y una distribución T de Student en los demás casos. Con esta técnica estadística pretendíamos comprobar si los grupos de barcos pertenecían a una misma población, con el nivel de confianza elegido.

Los resultados de este análisis los resumimos en las figuras 1 a 4, que explicamos a continuación, en las que se representan las cuatro agrupaciones por tipos. En total se estudian 111 veleros catalanes, 116 del resto de España, 54 canadienses, 40 europeos y 73 estadounidenses.

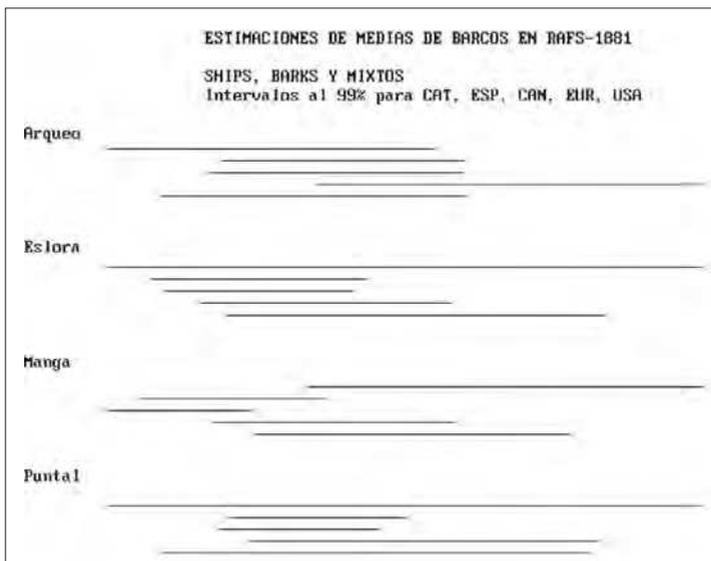
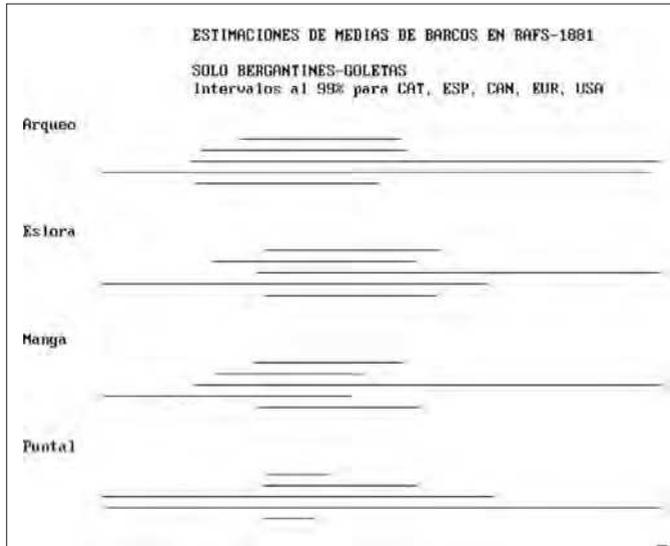
- Grupo 1. Todos los *brigs* y derivados: 80 catalanes, 56 del resto de España, 20 canadienses, 19 europeos y 42 estadounidenses.
- Grupo 2. Sólo los bergantines y polacras: 47 catalanes, 29 del resto de España, 13 canadienses, 10 europeos y 24 estadounidenses.
- Grupo 3. Sólo los bergantines-goletas: 24 catalanes, 26 del resto de España, 7 canadienses, 7 europeos y 15 estadounidenses.
- Grupo 4. Todos los *ships*, *barks* y derivados: 28 catalanes, 56 del resto de España, 34 canadienses, 19 europeos y 30 estadounidenses.

En cada gráfico se representan las líneas que acotan el intervalo de confianza de la media para cada variable, según el número de datos válidos en cada caso.



Grupo 1 Estimaciones de medias de barcos en RAFS-1881. Todos los bergantines y mixtos.

Grupo 2 Estimaciones de medias de barcos en RAFS-1881. Sólo bergantines y polacras.



Grupo 3 Estimaciones de medias de barcos en RAFS-1881. Sólo bergantines-goletas.
 Grupo 2 Estimaciones de medias de barcos en RAFS-1881. Ships, barks y mixtos.

Cada haz de cinco líneas está ajustado a los márgenes de la imagen. Las líneas corresponden, de arriba abajo, a las zonas constructoras, que se abrevian como CATaluña, resto de ESPaña, CANadá, EURopa y USA.

Para todas las dimensiones y en todas las agrupaciones de barcos, coinciden en mayor medida los intervalos de confianza de las medias de CAT y de USA que los intervalos de las otras tres zonas. La coincidencia más acusada se obtiene para los bergantines, en los que existe una alta probabilidad de que las proporciones de los barcos tengan un modelo común.

Los cálculos realizados nos permiten proponer que, según el *Record* de 1881, los veleros botados en Cataluña son similares a los construidos en los EE.UU. y tienen menos en común con los construidos en el resto de España y otros países.

Nuestra estimación no hace más que confirmar los indicios que encontramos en otras referencias que hemos tratado en otros capítulos. Así, a la realidad del estrecho contacto de los navieros catalanes con los EE.UU. desde sus bases antillanas, añadimos la mención expresa que se hace de los materiales y barcos estadounidenses en algunos contratos de construcción. Valga como ejemplo el de la fragata *Antonieta*, firmado en Mataró en 1847, cuya transcripción incluimos en el capítulo «Las especificaciones».

Hasta donde el método de estimación puede avalarlos, estos resultados nos indican que hubo una transferencia de tecnología eficaz entre los barcos americanos y los catalanes, que debió de producirse a lo largo de décadas de coincidencia en los mismos puertos de las Antillas, del Golfo y de la costa atlántica americana.

Podemos suponer, además, que no sólo las dimensiones, sino también la construcción del casco, el aparejo y el velamen tuvieron alguna influencia norteamericana.

PARTE SEGUNDA

Los tipos de barcos

*Resvala o brigue à bolina
Como um golfinho veloz
Presa a o mastro da mezana
Saudosos bandeira acena
Às vagas que deixa após.*
A. F. DE CASTRO ALVES,
«O navío negreiro»

Nos detenemos aquí para discutir la tipología naval de los barcos del siglo XIX que estamos analizando. En distintos países, e incluso en regiones dentro de ellos, se usan los mismos o parecidos nombres para significar barcos diferentes, y en otras ocasiones un mismo barco recibe nombres dispares, todo lo cual dificulta las identificaciones y las posibles comparaciones de unos barcos con otros contemporáneos.

Resumimos y comentamos aquí las definiciones y explicaciones de varias procedencias publicadas a lo largo del siglo XIX y que han sido utilizadas como referencias en numerosas ocasiones y añadimos para contraste la de algún autor actual.

Hemos preferido agrupar los resúmenes por referencias y no combinar éstas para cada tipo, para conservar el estilo con que cada autor aborda sus presentaciones. Es sencillo, no obstante, cotejar lo que dicen de un mismo tipo de aparejo o de nave varios autores para comprender las diferencias entre las fuentes. Completamos con estas definiciones las que hemos incluido en los resúmenes de otros textos del siglo XIX, en otro capítulo.

Fuentes francesas

L'Association des Amis des Musées de la Marine de París ha publicado el *Album de Marine* del duque de Orleans, en el que incluye una selección de las acuarelas de Frédéric Roux (1805-1870), dibujadas alrededor de 1835, de las que se sirve Jacques Vichot para analizar algunos tipos de barcos que nos interesan. Las imágenes, minuciosos y fieles retratos, están tratadas con el cuidado que veremos más tarde en el *Diccionario* de Monleón. Los tipos

conservan la denominación de Colbert, tras el paréntesis de la Revolución y el Imperio.

El navío

El término *vaisseau* se utiliza en Francia con el sentido del recipiente, el *vaso* latino y español, el *vaissel* o *bajel*. Substituye al final de la Edad Media al viejo *navire*, de la *navis* latina, y se usará como nombre genérico, sin distinguir usos ni portes, para todos los barcos hasta el siglo XVII, cuando se añade el uso específico *de la línea, de carga, mercante, de mar*, etc. En el siglo XIX los *navires* serán los de guerra de mayor porte.

Al final del XVIII, el velamen de los navíos de guerra con tres palos suma 26 velas, que representan una superficie de 3.165 m² en los navíos de 120 cañones, 2.508 en una fragata de 60 y 1.335 m² en una corbeta de 32 piezas, lo que significa de 30 a 35 veces el área de la cuaderna maestra sumergida. Como las áreas del velamen de dos navíos semejantes guardaba relación con sus desplazamientos y la resistencia al avance era proporcional a los cuadrados de sus mangas, los barcos mayores tenían ventaja sobre los menores.

La fragata

Fragata es un término más confuso y cuyo significado varía con el tiempo y en los distintos países. Su origen parece ser la pequeña nave griega *afrecta*, que usaba remos y velas latinas, con palos abatibles. Se podía embarcar en las galeras, y por su ligereza, maniobrabilidad y velocidad cumplía misiones de aviso y corso, caza y policía. En las aguas atlánticas, más exigentes que las mediterráneas, su ligereza y aparejo latino y desmontable no le permiten realizar esas misiones sin ponerse en peligro y debe modificarse. Adopta las velas cuadras, aumenta el calado y la altura de la borda, pero conserva el auxilio de los remos.

Desde mediado el siglo XVI a mediados del XVII se usan en las costas españolas de la Península y del Caribe, y también en las de Francia y Holanda. El término acaba aludiendo a la misión, y no a la solución constructiva. Y lo mismo ocurre en Inglaterra, que construye galeotas-fragatas para el corso y la caza inspirándose en las fragatas de Dunkerque.

Hasta mediado el XVIII todos los marinos europeos, incluidos los nórdicos, usarán el nombre de *fragata* para referirse a todos los barcos menores que son aptos para la exploración y la caza, como hacen primero las fragatas españolas y luego las británicas, en el Caribe, para

la descubierta y el rescate. La confrontación de las preferencias de los marinos de Levante y los de Poniente continuará en Francia hasta la desaparición de las escuadras de galeras, en 1748.

Al terminar su evolución, en la segunda mitad del siglo XVIII, la *fragata* pierde su papel de barco independiente de crucero y caza y se integra en la flota, se estabiliza como un *navío* menor y como una hermana mayor de la *corbeta*, todos con igual aparejo.

El casco de la fragata es fino, se desliza sobre el agua. Se utiliza para transmitir órdenes en la flota. En su apogeo, es un barco que combina felizmente las mejores cualidades para afrontar todos los combates en cualquier mar: velocidad, fuerza, maniobrabilidad, solidez y resistencia.

Por sus características similares a las fragatas, se dio este nombre a las aves caribeñas, pescadoras pelecaniformes, llamadas *Fregata magnificens*.

La corbeta

La *corvette* es una *fragata* menor sólo desde el apogeo de la marina a vela. En 1800 hay aún *corbetas* de dos palos. A principios del siglo XIX se alargan de los 25 a los 35 metros y sus portes crecen de las 80 a las 400 toneladas.

Al igual que *fragata*, el término *corbeta* no se refiere a un tipo de aparejo, ni a un estereotipo de modelo de casco, sino a unas características de aptitud funcional. También su origen es oscuro. Mientras unos lo derivan de la *corbita* latina (nave de carga), otros lo hallan en una mención de 1476, prestado del holandés *korvu* (barco cazador).

En la definición más antigua documentada, «es una especie de barca longa, con un palo y un pequeño trinquete, con velas y remos, usada en Calais y Dunkerque, y utilizada para llevar noticias y descubrir». Se limitaban sus cañones a veinte. Duhamel de Monceau (1769) dice que las de guerra tienen una tolda hasta el palo mayor y las de comercio cubierta completa y tres palos. Vial de Clairbois (1793) las considera «el género de naves más difíciles de ejecutar». Y en 1817, Babron la equipara con el *sloop of war* y dice que «el aparejo no le hace nada al nombre; así se llama tiple (pible) una corbeta aparejada de brick, con tres palos».

El bergantín

El bergantín (*brig*) es una embarcación de dos palos, de la familia de los de tres palos cruzados, con idéntica construcción, en la que se elimina el palo de mesana y se añade una gran vela áurica (trapecial) al palo mayor.

También en sus orígenes, el *brig* deriva del *brigantin*, un tipo de barco definido por las misiones que hacían uso de su ligereza y su rapidez, más que de unas formas dadas o de un aparejo determinado.

Según Jal, la primera mención del *brigantin* es de 1391 y lo cita como barco de remos usado en el corso del Mediterráneo, que usaban los *brigands*, tanto los bandidos como los que guarnecían los navíos armados. Eran galeotas pequeñas, con poco calado que les permitía pasar por bajíos rocosos en las costas cristianas y musulmanas. Aunque al crecer su porte evoluciona su aparejo, todavía a finales del siglo XVII los bergantines de las costas de Poniente son navíos menores a remo. El álbum de Guérout de Pas (1709) muestra tres tipos que coexisten: el *brigantin* o *semigalera*; el *brigantin de las islas de América*, con un solo palo y vela áurica con foques, y el *gran bergantín inglés*, que ya presenta las características clásicas del siglo XIX. La misma confusión permanece en las imágenes de Ozanne, medio siglo más tarde.

Los *brigs* se multiplican en la marina inglesa y la americana, donde aumentan su porte abandonando los remos, y el nombre se convierte en *brick*.

A finales del siglo XVIII se establece el tipo definitivo, con dos palos y una gran vela áurica en el mayor. Esta vela es la que le confiere su capacidad de evolución y se denomina entonces *brigantina*. Los *brigs* de guerra aparejan en cada palo cuatro velas cuadras con alas, tres foques y tres o cuatro estayes, y envergan la brigantina en un bastón o vara de esnón (*baton ou baguette de senault*) en la cara de popa del palo mayor. En su Diccionario de Marina (1831), el almirante Willaumez recoge como esnón (*senau*) el bergantín que tiene este bordón.

El casco tiene una borda baja, sin toldilla ni castillo, con velas de gran superficie, especialmente la bergantina y el foque, y el palo mayor cae ligeramente a popa. La vela cuadra mayor desaparece y su verga se convierte en verga seca, que sólo sirve para tensar la gavia. Los marinos lo navegaban con disgusto, pues la maniobra se complicaba con los saltos del viento, ya que el braceo que requería la vela áurica era el contrario del que pedían las velas cuadras.

El bergantín-goleta (*brig-goélette*) es un bergantín en cuyo palo trinquete se apareja una vela áurica, además de las cuadras. Al contrario que el bergantín-goleta, la goleta-bergantín no tiene velas cuadras en el palo mayor, que añade una escandalosa. Ambos son bergantines híbridos o *half-bricks*, de origen norteamericano, también llamados bergantines hermafroditas, y fueron adoptados en la Marina francesa en 1822.

Las ventajas de la vela áurica sobre las cuadras en estos barcos es-

tán muy claras: sencillez de construcción, de preparación y de utilización; facilidad de maniobra; reducción del personal; menor peso; mejor aguante del viento en ceñida. Las velas cuadradas del mayor eran pantallas de las de proa con vientos portantes y los capitanes consideraban la gavia y el juanete mayores como velas frágiles, pues su proximidad a la popa hacía difícil el uso de las escotas y bracear las vergas y obligaba a cazarlas y cargarlas con más frecuencia que las otras velas. El reemplazo de la gavia y del juanete por una gran vela áurica, cuya botavara salía a popa del coronamiento, y una escandalosa, era una solución a la vez más marinera, más segura y más económica.

El bergantín mercante es más robusto que el de armada. Los palos son más cortos y los obenques más fuertes. En popa sobresalen del espejo los pescantes del bote, y más allá de éste sobresale la botavara de la bergantina. El pico de la vela áurica se eleva unos 40 grados de la horizontal.

Hacia la mitad del siglo XIX desaparece la vela cuadrada mayor y se deja su verga seca para la gran gavia, y al mismo tiempo se elimina el esnón.

La goleta

Las goletas (*goélettes*) se usaban para pescar en Nueva Escocia a finales del siglo XVII. Allí, sus dos velas áuricas recordaron a los pescadores bretones de la Acadia francesa el vuelo de las gaviotas, el pájaro llorón que en la costa de Armor (Bretaña) se llama *gwelan*, *goéland* o *gouéland*, porque su grito parece un lamento, un quejido (*gwellen*). En Nueva Inglaterra la llamaron *schooner*, del verbo escocés *scon* o *scoon*, cortar la superficie del agua con cantos planos. Al acabar el siglo XVIII se habían extendido a Europa, desde Escocia hasta España.

Pero en la Marina, que había alcanzado la cima de la navegación con velas cuadradas, la goleta encontró resistencias. Como todos los cambios, debía vencer una oposición fundada en razones que eran a la vez psicológicas, tecnológicas y económicas.

La descripción del Tn. Barbron (1817) revela su entusiasmo por un aparejo que debía de ser desconocido en Francia:

Una *goélette*, *goeleta* o *schooner*, es una embarcación con dos palos, con sendas velas de cuchillo áuricas, en forma de trapecio. Se amuran al pie del palo y se maniobran de abajo a arriba, deslizando su grátil por el palo con unos aros que abrazan el palo y la relinga. En el trinquete, la vela

goélette se abre al costado y a veces sobre una botavara o percha; la vela *mayor* se abre sobre una botavara que la saca del casco. Cada vez más, estas embarcaciones llevan una *trinqueta* o vela de estay del trinquete y dos o tres foques sobre su bauprés. Este aparejo es muy ventajoso para ceñir; con vientos largos o de popa se izan velas de fortuna, gavias y juanetes con alas. Se ven goletas que portan gavias y una escandalosa (*paille* o *flèche-en-cul*) en popa. En América y en las Bermudas hacen *goletas* para el corso que son las construcciones más hermosas del mundo, y que tienen una marcha superior. También hay en las colonias francesas e inglesas una especie de goleta pequeña, sin gavia y muy a ras del agua, que se llama *balabouï*, que marcha muy bien y es lo apropiado para remontar contra las brisas que reinan por allí.

En los navíos de guerra el uso de la vela áurica se limitaba al artimón, donde substituía a la osa (*ourse*), que era la latina cortada y cuyo uso se le parecía. También se había usado en los palos de esnón (*bâton de senault*) adosados a los palos mayores de los bergantines con el fin de que conservaran la sacrosanta vela cuadra mayor.

La vela áurica toma su nombre en 1817 de *auricus*, (oreja), cuya forma asemeja. Permitía entonces ceñir hasta 55 grados, contra los 65-75 de la vela cuadra; en un yate moderno llega a ceñirse a 45 grados.

El lugre

Los *lugres* son embarcaciones pequeñas, con dos o tres palos y velas al tercio (*bourcets*). Eran preferidos por los corsarios por su rapidez, capacidad de remontar el viento, sus cualidades evolutivas y su robustez. Fueron muy numerosos durante la Revolución y el Imperio, en las aguas del canal de la Mancha.

El nombre deriva del inglés *lougher*, *lugger*, que refleja la acción de los contrabandistas del canal (*lug* = asa o asidero; arrastrar o llevar algo o a alguien contra su voluntad). Similares a los quechemarines (*chase-marées*), pero más esbeltos y con más trapo, usaban remos.

Aparecen a mediados del siglo XVIII y la Marina francesa los incorpora enseguida. Para mejorar su caza aumentan la guinda de sus palos y añaden velas superpuestas, con un gran calado a popa para virar muy en corto. Sin embargo, la altura excesiva de los palos y las numerosas velas de los lugres eran más espectaculares que eficaces, teniendo en cuenta las ventajas de la vela al tercio, como eran:

- Palos cortos robustos, baratos y con aparejo sencillo y seguro.
- Ceñir bien al viento, para lo que se sustituía la vela mayor por una cortavientos.
- Velamen equilibrado a ambos lados del palo, con verga ligera y sin botavara.

Por el contrario, los peores defectos de la vela al tercio eran:

- Obligación de trasluchar (*gambier*) la verga para cambiar de bordada, so pena de navegar *a la mala* (*faux-bord*) con la verga a barlovento del palo.
- Las velas se apantallan y se desviantan con los vientos portantes.
- Al ceñir, sin botavara, las velas se pegan sobre las siguientes, y las velas altas trabajan mal.
- Con palos muy largos no se puede trasluchar la verga al tercio y se navega *a la mala*.

Cuando se pudieron confeccionar palos muy largos, ligeros y resistentes, a precios moderados, las velas al tercio dejaron paso a las áuricas y luego a las bermudinas, con palos Marconi, sin pico y con una botavara corta, que tiene mejor rendimiento, con proporciones similares a las alas de las aves y que se maniobran con gran facilidad.

El cúter (cotre)

El almirante De la Gravière declaraba en 1865: «El cotre es inglés, como el lugre es francés y la goleta americana».

Al comienzo del siglo XIX constituyen una evolución del velero menor que se acerca a la perfección. Un solo palo, bastante grande y fuertemente obencado, que se prolonga con un mastelero de escandalosa; un bauprés muy largo, casi horizontal, que se puede meter a bordo en puerto o cuando sea necesario en la mar. El aparejo se compone de un gran foque, una gran vela áurica de bello corte, con una fuerte botavara que sale por popa suspendida de sus pescantes (*portemanteaux*, percheros), y una gran escandalosa trapecial cuya verga menor se apareja al tercio. También tiene una gran verga de fortuna que cruza el palo a unos cinco o seis metros sobre la cubierta, para largar una vela cuadra con vientos largos o de popa, por debajo de la encapilladura de los obenques o sólo a mitad de esa altura para salir de un mal tiempo.

El casco es elegante, con una roda recta vertical, amuras llenas, arrufo, y la popa que se estrecha y se proyecta en voladizo sobre la estela. La popa lanzada impedía embarcar las olas en la mar de popa.

El origen del *cotre* es probablemente holandés, de principios del siglo XVII, y usado como un yate por algunos nobles ingleses. Los marinos ingleses lo perfeccionaron y le dieron el nombre de *cutter*, porque cortaba la mar como un cuchillo, con el mismo sentido que la pieza del tajamar (*cut-water*) que complementa la roda. La pronunciación cortada de los marinos ingleses, que decían *cot'r*, la afrancesaron los guardiamarinas de Brest como *cotre* a mediados del XIX.

Durante el siglo XVIII se añaden otras velas: un segundo foque, una gavia y hasta un juanete volante, que se substituye por una escandalosa cuando se puede montar un mastelero largo y fuerte, sujetado por cables de acero. La escandalosa queda consagrada como la vela más aerodinámica en América, donde se dispone de palos largos. Enseguida la adoptan en las Bermudas y los piratas de las Antillas. Es allí donde nace la *bermudina*, la vela áurica que se une con la escandalosa para hacerse una vela triangular, y se llaman *bermudinos* los cotres aparejados así en el siglo XVIII.

El nombre de *Marconi* no debe usarse para la vela sino para el palo, llamado así porque su aspecto, largo, tiple (sin crucetas) y muy obencado, recordaba las novedosas antenas de la telegrafía sin hilos recién creadas por el ingeniero italiano.

La vela bermudina tardó en generalizarse por varias razones. En primer lugar, los barcos mayores requerían palos muy largos que eran caros de importar, además de frágiles y poco seguros con vientos fuertes y variables. Por otra parte, si bien la articulación de la pequeña verga de los bermudinos con el palo no había planteado problemas mientras el área vélica era poca, a partir de un cierto tamaño de velas, las articulaciones del pico y de la botavara daban serios problemas en los choques que producían los fuertes balances y los bandazos.

Cuando se pudieron hacer articulaciones fuertes se pudo ampliar el tamaño de las velas, y con ello el porte y la velocidad de los barcos. Pero mientras el precio de los palos triples era muy alto y los gruesos obenques vegetales con sus vigotas eran muy pesados, se prefería mantener los palos cortos y bien obencados, y añadir un mastelero para la escandalosa en las brisas.

La vela mayor reducía su área mediante tres fajas de rizos por encima de la botavara, pero la vela áurica con gran área requería una verga de pico y una botavara pesadas, que fatigaban sus articulaciones en los balances, incluso con buen tiempo. El timonel debía vigilar las bordadas para evitar los súbitos bandazos de la botavara que, además de po-

ner en peligro las cabezas de la tripulación, podían romper las burdas y obenques en tensión y provocar la pérdida del palo. Por estas razones, los marinos habituados a las velas cuadradas seguían prefiriéndolas a las áuricas, a pesar de los esfuerzos que les exigían las maniobras. Tolera-ban las bermudinas en popa porque ayudaban a las maniobras de vi-rada, pero las velas áuricas tenían perchas pesadas, con articulaciones poco fiables, y bajo el viento de popa eran inestables y peligrosas.

El jabeque

Es otro tipo de barco que se adoptó a partir de la mitad del siglo XVIII en Francia y España, cuando se disolvieron los cuerpos de galeras, de las que son sucesores. Ambos países los construyeron imitando a los piratas argelinos y como medio para combatirlos.

El *jabeque* clásico tiene un largo espolón, con roda lanzada y tres palos aparejados con latinas: el trinquete tan alto como el mayor y caído a proa y el de mesana menos caído y muy a popa. La popa se cierra con un marco o galería formada por dos aletas que prolongan los costados y cierran un hueco sobre el timón con un bao-espejo sobre el que se apoya un botalón que permite cazar la escota de la mesana.

El nombre del *jabeque* tiene un origen mediterráneo en la pala-bra árabe *chabbâk*, que viene de *chébéké*, que es una red triangular de arrastre (*filet* o *seine*), la misma arte de pesca que usaba la *xabeca* de los griegos, antecesora de la *jábega* malagueña.

Las velas latinas muy grandes presentan dos dificultades en las bor-dadas: por una parte, hacen imposible la trasluchada para cambiarlas a sotavento del palo; por la otra, no se pueden tomar los rizos cuyas ban-das corren paralelas a la entena. Es entonces cuando los mayores *jabe-ques* sujetan las entenas al tercio, no en su centro, alargan el trinquete, como palo tiple y cruzado, lo dotan de vela trinetilla, velacho y hasta juanete, y mantienen el palo mayor o maestro corto, robusto y latino.

El místico

Los *místicos* son barcos con tres palos, parecidos a los *jabeques* en cuanto ambos son de la familia de las galeras. Pero los místicos presen-tan algunas diferencias notables:

- La roda no es lanzada, sino que sube muy alta (a la catalana) y se curva hacia popa.

- El bauprés es muy largo y casi horizontal, frente al largo espolón del jabeque.
- La popa es alargada pero menos lanzada y más ancha que en el jabeque.
- El trinquete es vertical, frente a la fuerte caída a proa del jabeque.
- El mayor es vertical, y en el jabeque cae ligeramente a proa.
- Ambos palos son proporcionalmente más altos que en el jabeque, y el trinquete es más alto que el mayor.
- Las velas son trapezoidales, no triangulares como las latinas. Con esta forma aumentan el área vélica y bajan el centro vélico del jabeque, lo que permite al místico tomar vientos más fuertes y ceñir con mar gruesa.
- Las entenas son más levantadas pero más cortas y finas, con menos peso y menor peligro al maniobrar con mal tiempo.
- Con los tres palos, se puede dejar uno con la entena en la banda contraria a los otros dos y así ahorrar maniobras de trasluchada a costa de navegar con alguna vela a la mala.
- La vela cuadrangular tiene ventajas sobre la latina y es la que montan todavía los *dhows* del Índico, el golfo Pérsico y el mar Rojo.

Algunos místicos añadían un foque o *polacra* amurado en el bauprés y un petifoque sobre el botalón para laminar el viento hacia las velas mayores.

Durante los bloqueos ingleses de la etapa napoleónica, la Marina española tuvo que recurrir a los barcos de pesca como los místicos catalanes y baleares para patrullar sus costas.

La tartana

Estos barcos eran los más numerosos en el Mediterráneo occidental hasta principios del siglo xx. Toman el nombre del ave de presa provenzal *tartana*, nombre que alude al grito o «taraná» que emitía cuando se lanzaba sobre las redes al sacarlas del agua.

Pertenece a la familia del jabeque, con su espolón de proa, casco muy fino, bordas bajas, regala curvada con gracia y popa levantada con dos alerones o aletas laterales.

Usadas para la pesca y el comercio ya en el siglo xvii, arbolaban un palo vertical en el centro, con una vela latina con rizos en una entena más larga que el casco, que no se trasluchaba en las bordadas, y

un foque amurado a un pequeño bauprés sobre el espolón. Las *tartanas de negocio* podían arbolar un trinquete próximo a la roda, caído a proa. Otras llevaban un pequeño palo de mesana caído a popa y con una tapaculo latina cuya escota se guarnía a un botalón que salía entre las dos aletas. Además, pueden llevar una pequeña gavia volante, sin verga seca.

A finales del siglo XIX llegaban a las 180 toneladas, con esloras de 20 metros y calados de 2,50 m, mangas de 1/3 a 1/4 de la eslora y con cubierta. Embarcaban una tripulación de ocho hombres y una entena de respeto.

Con mal tiempo aparejaban una vela cuadra o treo (*trou*), también llamada *gaviola*.

El balahu (balaou)

Era una especie de goleta conocida en las Antillas en la primera mitad del siglo XVIII y de uso extendido en América. *Balahú* es el nombre de un pez antillano afilado y vivaz, del tipo de la aguja.

La eslora llegaba a 26-30 metros y el calado a 4-4,3 metros en popa. El casco era raso y fino y se prolongaba con un gran bauprés casi horizontal. Aparejaba un amplio velamen de gran altura y dos palos «naturales» (*de brin*), iguales, caídos a popa, finos y muy altos, alargados con masteleros finos. En el mayor, pico de la vela áurica, sin botavara, vergas de juanete y de velacho, con verga seca; y en el palo de mesana, botavara, pico y percha de escandalosa, tan larga y fina que la llamaban *paja-en-culo*, el mote del ave marina *faetón* (Indo-Pacífico). Amuraba un foque en el bauprés y un petifoque en el botalón. La vela mayor tiene cuatro cargaderas para aferrarla con rapidez.

Se diferencia de las goletas en algunos aspectos:

- Los palos son mucho más altos y se aproximan a los Marconi.
- Los picos son muy levantados y se aproximan a las bermudinas.
- A remos, necesitaba al menos 24 hombres, y así lo usaban en el Caribe los aventureros de todas las naciones que se disputaban aquellas islas.

El quechemarín (chasse-marée)

En su origen, el *quechemarín* (el *cazamareas* se corrompió en *cache-marée*) era un barco de buen andar y poco calado, que remontaba los

ríos y rías con la marea para llevar a las poblaciones costeras la pesca de varios pescadores y otros productos perecederos.

Están citados en una ordenanza real de Juan II (1350), subiendo el Sena hasta donde llegaba el flujo de marea, más allá de París. Pero fueron más numerosos en la Bretaña, donde carecían de una red viaria entre los pueblos de aquellas costas tortuosas.

Los *quechemarines* resolvían con facilidad la necesidad de maniobrar con los cambios frecuentes de rumbo y de viento. Arbolaban dos palos, con altas velas cuadradas adrizadas al tercio, lo que les permitía ceñir bien y trasluchar las vergas. El mayor, vertical, y el trinquete algo caído a proa.

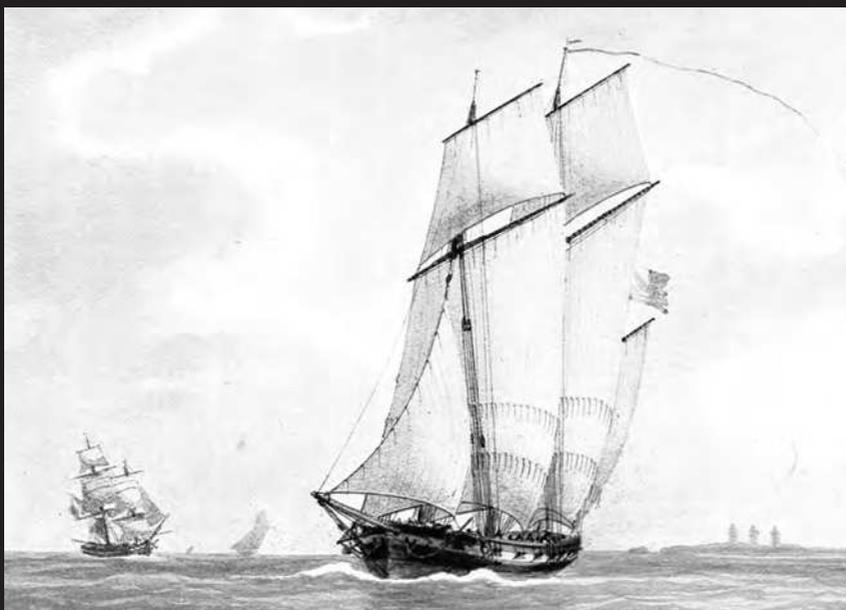
En el siglo XVIII, los mayores añadían un pequeño palo de mesana, con una vela tapaculo al tercio y escotada a un botalón horizontal de popa, y un foque amurado a un largo bauprés. Las viradas y trasluchadas requerían una tripulación numerosa, que se ayudaba con el foque y la tapaculo. Navegando a la mala, la vela mayor se amuraba fija, al pie del palo, recogiendo el área menor, pero la otra parte de la vela chocaba sobre los obenques formando bolsas y la relinga del pujamen rozaba con los obenques.

En Francia, como en España, los *quechemarines* permanecieron activos hasta la llegada del ferrocarril a los pueblos costeros.

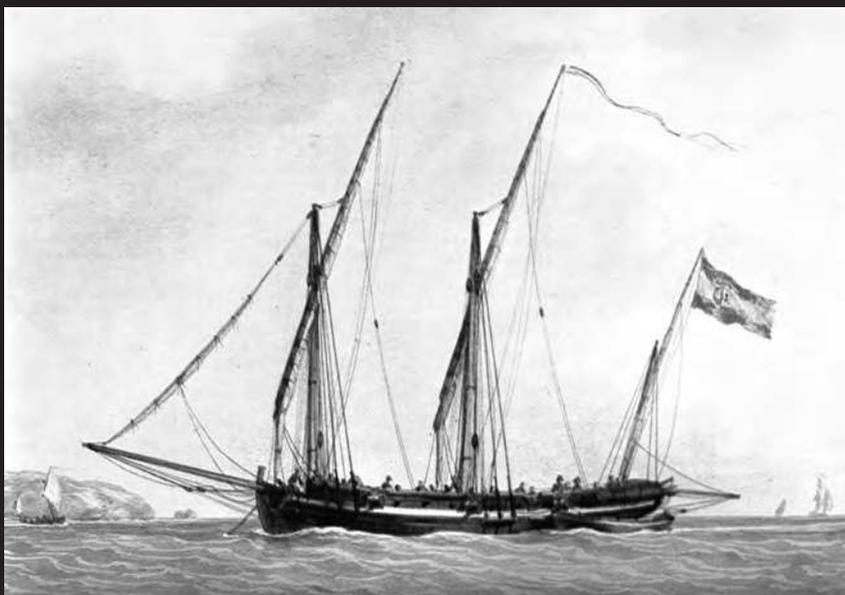
Otra referencia imprescindible para hablar de la tipología naval comparada es el *Glossaire nautique. Répertoire polyglote de termes de marine anciens et modernes*, publicado por Agustín Jal en 1848, del que reflejamos algunos artículos.

El *Balabou*, del que se desconoce la etimología, es barco pequeño de las Antillas, aparejado como goleta. Los vascos lo llaman *balagua*.

Unos creen que la palabra *barca* puede venir del pueblo norteafricano que dio nombre a Barcelona (*Barcino*). Otros la derivan del latín, que toma del griego βαρύς (pesado). En el siglo XII Snorro escribe «*barca* a bajulando dicta» (se llama *barca* porque lleva fardos). Larramendi (1745) dice que es voz vasca, de *üarca* (arca de agua) o de *barca* o *barcatu* (perdonar, porque salva la vida de quien la usa). En Génova (1291) se encarga «*barcam unam*» de 24 pies-6 pulgadas de eslora, 4-6 de plan maestro y 6-9 de puntal. Tomé Cano (1611) dice que tendrá la barca o chalupa de eslora la manga de la nao, de plan la cuarta parte y de puntal el tercio. Se usa *barcha* en Portugal y Venecia en el siglo XIV, y también *barchia* y *barcia* en el XVI. En 1203 se usa la variante *barga* y en los siglos XIV y XV se usan *barge*, *bargea*, *bargia* y *barque*.



Arriba, imagen de un *lugre*. Abajo, un *cúter* o *cotre*.



Arriba, imagen de un *jabeque*. Abajo, un *místico*.



Arriba, imagen de un *balahu*. Abajo, un *quechemarín*.

En cambio, el *barco* es una nave o nao, en general. Y el *barcolongo* es embarcación auxiliar de transporte en las aguas someras americanas (1611). El diminutivo *bargio* es una canoa.

El *bergantín* se usa en diversas exploraciones, tanto marítimas como fluviales, de los españoles en los primeros años de descubrimientos en las Indias, donde los construyen artesanalmente (Orellana, Pero Niño, etc.).

A fines del *xvi* Pantero Pantera describe el *bergantino* como «un vaso menor que la galeota, con la misma forma, excepto que no lleva la cruzía elevada de aquélla y tiene una sola cubierta, y una sola vela, con 8 a 16 bancos (por banda) y un hombre cada uno. Los remos son muy largos y ligeros, que se manejan fácilmente. Son barcos velocísimos y cómodos, que ocupan poco espacio y son muy aptos y ágiles para el corso. Lo usan más los turcos que los cristianos».

El nombre del *bergantín* se usa con muchas variaciones, unas corruptas, otras vulgares de varios países. Así: *bargantí*, *bargantim*, *bragantim*, *bregantin*, *bregantino*. Se usa abreviado en inglés y francés como *brig*, *bric* o *brick*.

En el Mediterráneo se usaron desde fines del *siglo xiv* *brigantin* y *brigandin*, con remos, que pasó a los puertos atlánticos franceses, donde existían en 1700.

Se usa *brigantine* para nombrar la vela principal, áurica, del bergantín.

Cache, del *ketch* inglés, usado por *caiche* (1671).

Cahique es variante de *caïc*, del turco *qaiq*, el *caico* italiano, barca, chalupa, embarcación usada en Levante, desde el Adriático al mar Negro, con 10 a 12 remos y de 20 o 30 soldados. Un *caiq* o *caïque* del *siglo xvii* medía unos 26 pies de eslora, tenía la cuarta parte de manga y de altura en popa la sexta parte.

El *qaiq* turco usado en Estambul y en Esmirna era una embarcación pequeña a remos, muy liviana y muy rápida y muy poco estable, en la que los pasajeros tenían que ir sentados en el plan. El término *qaiq* se usó como nombre genérico para muchos tipos de embarcaciones turcas, hasta el *qaiqia*, o *gran qaiq*, del porte y tipo de un *bergantín*.

Caiche, también *Quaiche* y *Queche*, en inglés *ketch*, es una pequeña embarcación con una cubierta, con un pico, aparejada como un yate (1670) y usada principalmente por ingleses, holandeses y franceses.

El *chabek*, *jabeque* o *xebec*, es pariente menor de la galera. Su manga es 1/4 de la eslora, su roda muy lanzada, acabada en un espolón que se usa para amurar la latina de proa. La popa termina en una plataforma

exterior entre dos aletas que prolongan los costados altos. A veces se rodea con una galería. Arbolan tres palos con sendas velas latinas principales. El trinquete cae mucho a proa y tiene calcés como el mayor. El mesana, muy próximo al timón, monta una gavia en un mastelero. En el siglo xv era un barco de pesca, pero fue adaptado para el combate con los piratas argelinos en el xvii.

Chasse-marée, en vascuence *catcha-maria*, es un pequeño barco con cubierta, ideado primero para la pesca y luego usado para el cabotaje y el transporte. Su línea de agua es un óvalo, apuntado en popa. Tiene dos palos hechos de un tronco. El mayor, algo a popa del centro, cae a popa. A veces arbola un tercer palo todo a popa, con la vela tapaculo que se caza en un botalón. Las velas son trapeciales y sus entenas se cuelgan por su tercio, por lo que se llaman *velas al tercio* o *à bourcet*. Eran muy comunes en la Bretaña, donde se ocupa de ellos una ordenanza real francesa de Juan II en 1350.

La *corvette*, diminutivo de *corvo*, era en el siglo xvii una especie de *barcalonga*, que sólo tiene un palo y un pequeño trinquete, a vela y remos, usada en Calais y Dunkerque, donde formaban armadas para ir a descubierta y como avisos. A principios del siglo xviii tiene sólo dos palos verticales con velas cuadradas, gavia y velacho, y un bauprés con cebadera. Mediado el s. xviii había crecido para convertirse en una hermana menor de la *fragata* y del *navío*.

El *cutter*, del latín *cædere* (cortar), debe su nombre a la proa afilada que corta la mar como un cuchillo. Barco pequeño, ancho delante y en el centro, estrecho atrás, con el codaste mucho más lanzado que la roda. Tiene un solo palo, con una gran vela trapecial, envergada a un pico como la bergantina. A proa apareja foques. Sobre el palo macho suele montar un mastelero de gavia y un mastelerillo de juanete. La maniobra de la vela mayor es muy complicada y a veces peligrosa.

La *fragata* deriva su nombre del griego ἀφρακτός (*afractós*), ‘sin protección o cubiertas’.

Las *fragatas* se hallan presentes en las campañas de Ceuta (1568) y de Lepanto (1571) como hermanas menores de las *galeras*. En Francia se usó *fregate* o *caïque*.

La *fregate* era nave mediterránea, generalmente descubierta y con remos. En el siglo xvi y principios del xvii tenía la importancia de una *chalupa*, y se llamaba *fregate* a la lancha del navío, como antes fueron las *chalupas* de las *galeras*. Las menores tenían 6 remos por banda y las mayores 12, y un hombre cada remo. Compartían con los *bergantines*

las misiones de aviso, avanzada y descubierta, y en las operaciones costeras se preferían a aquéllos.

Las *fregates* eran ligeras, rápidas, tanto a remo como bajo su única vela latina cazada del único palo.

Cuando fue necesario dotar al navío de línea de una embarcación auxiliar menor, como lo habías sido las *fregates*, se hizo la *fregate* definitiva, con las formas finas que requerían sus misiones, por las que conservaba su nombre, el nombre que dieron los españoles al ave que encontraron en Indias.

Las primeras *fragatas* o *fregates* del tipo del navío parece que fueron introducidas por los ingleses. En Francia, en 1642 sólo existían *fregates* a remos y la primera construida como navío fue una de 150 toneladas, en El Havre, en 1659.

La *fregata*, según Pantero-Pantera (*Armata navale*, 1614), «la de la Edad Media y del s. XVI era un barquito menor que el *bergantín*, alguno con cubierta, otros sin ella, con una pequeña crujía, la popa más baja y menos alterosa que el *bergantín*. Tienen de 6 a 12 bancos de remos (a cada banda), con un hombre por banco. El remo es similar al del *bergantín*. Llevan una sola vela; son hábiles, veloces y más las de los corsarios. Las que se construyen para llevar mercancías son mayores y no tan rápidas».

La *goélette* es un barco pequeño de guerra y de comercio, muy poco levantado del agua, bien tallado para la marcha, con dos palos caídos a popa y un bauprés. Los palos portan cada uno una vela trapezoidal, llamada por elipse *goleta*. La mayor es la de popa y se enverga en un pico, con el pujamen en una botavara como la *bergantina*. La de trinquete también tiene pico pero no botavara. A veces apareja una gavia, velacho y juanetes; el aparejo se completa con foques. Es una embarcación originada en las costas de América que se ha hecho muy popular en Europa, pero cuyo origen no está datado. Se cita por vez primera en la *Encyclopédie* de 1786. Los bretones le dieron el nombre del ave marina (gaviota), que llaman *gwelen* por su grito, porque parece un lamento (*gwela*, llorar).

La *vela latina* se deriva, por contracción, de la expresión *a la trina*, con tres ángulos, y no de un origen latino.

El *laüd*, *laüd*, *llant* o *laudo* es barco largo y estrecho, utilizado para la pesca y el cabotaje, que lleva cubierta cuando es un poco grande. En el Mediterráneo occidental está documentado en el siglo XIII. También se cita como embarcación auxiliar de la *nao*, junto con la *chalupa*, que llamaban *barca*.

Londro o *londra* era una embarcación de pequeña dimensión empleada en el comercio en la alta Edad Media. En sus orígenes pudo ser sacada a la playa donde no había puerto, por lo que pudo tomar su nombre de la anfibia *nutria* (en francés *loutre*; en italiano, *londra*). Su porte aumentó más tarde hasta convertirse en un barco de cierta importancia.

Lougre, barco de guerra menor, afinado en popa y lleno en proa, con tres palos: mayor, trinquete y tapaculo, todos enterizos y muy caídos a popa, con velas al tercio. Es un tipo de barco de origen inglés del que no se conoce en qué momento lo bautizaron, pues en 1771 aparece citada la «vela de oreja» (*lug-sail*), pero no el barco (*lugger*).

El *místico* es un barco latino, largo y estrecho, mayor que las *galeras*. Su proa se lanza horizontalmente; la popa se prolonga con dos aletas que unen travesaños sobre los que se pone una especie de clara-boya. Arbola dos o tres palos verticales, con una vela latina cada uno. A proa apareja dos foques: el mayor o *polacra* se amura en el extremo de la proa; el otro, el *clin foc*, se amura en un pequeño bauprés. Entre el trinquete y el mayor a veces monta una vela triangular llamada *acelline* por los corsos. Algunos añaden en el mayor tres velas cuabras (gavia, juanete y sobre) y en el palo de mesana, aparejado con latina, una sobremesana volante. En éstos, el trinquete cae a proa y la trinqueta se amura al extremo del espolón y sirve de foque.

El *panfilio* o *panfilo* era un barco originado en Pamfilia y utilizado en el Mediterráneo hasta el siglo xv, coexistiendo con la *saetía*. Con proporciones similares a las galeras, tenía una cubierta con remos, dos palos y velas latinas. Un *panfilo* de 1271 tenía 40 guas de eslora (1 gua = 1 codo = 18 pulgadas = 485 mm), de plan 10-1/4 palmos (1 palmo = 9 pulgadas = 3/4 pies), de boca o bao maestro 13 palmos, de puntal 7 palmos, alto de proa 13 palmos y de popa 11 palmos. En el siglo ix tenía dos órdenes de remos y en el s. xv sólo uno.

El *pinque*, *pingue* (español) o *pink* (inglés) es barco con fondo plano, con tres palos y velas latinas, el casco con alas y claraboya en la popa, y en la proa un espolón con escala, como una *tartana* grande, de 200 o 300 toneladas.

La *polacra-corbeta* es un barco con la forma del *bergantín*, pero con tres palos verticales y un bauprés. En la popa del *brig* añade un palo pequeño que porta envergada en un pico la vela de artimón. Si el *brig* no tuviera ese palo pequeño o palo de mesana, tendría el nombre de *polacra*. La adición del tercer palo es lo que le da la apariencia de *corbeta*. La *polacra-corbeta* tiene en sus dos palos de proa sendos

masteleros de gavia y mastelerillos (*flêche*) de juanete, pero no tiene vela gavia. El palo de mesana lleva un mastelero que no tiene vela. *La Pelegrina*, de La Habana (1841), era un ejemplo de este tipo de barcos, con unas medidas de 99 pies de Burgos de eslora, 23 de manga y 16-6 de puntal; los caldos en carga eran de 14-4 en popa y 10-8 en proa.

La *polacra* es un barco mediterráneo que tiene una cierta analogía con el *pinque*. Tiene tres palos tiples, con velas cuadradas. A veces lleva las velas de *chebek*, y sus tres palos, de tronco enterizo, llevan velas latinas. El nombre lo asocia Jal con su proa apuntada, a partir del griego: *polú* (πολύ, mucho) y *akra* (ακρα, punta). También está presente la forma apuntada en la vela triangular de proa de las galeras, llamada en Francia (1680) *polacron*. (N.A.: Actualmente se relaciona con el origen polaco de los palos tiples o enterizos)

La *tartana* es un barco pequeño del Mediterráneo, usado para el transporte y la pesca con el mismo nombre desde España a Rusia, pasando por Italia y Grecia. En general tiene cubierta y un solo palo, con vela latina, un foque amurado al extremo del espolón compuesto por un sistema de piezas armadas en triángulo como una escala. En el siglo XVI tenía hasta tres palos, como el *jabeque*.

Fuentes españolas

Recurrimos en primer lugar a las descripciones que hacía Rafael Monleón y Torres en su tratado de las *Construcciones navales bajo su aspecto artístico*, de 1892.

- La *balandra* es embarcación de cubierta con un solo palo y vela cangreja con un foque. Algunos largan trinquetilla y escandalosa y un palito a popa o baticulo, con cangreja. De origen inglés y muy marinera, fue usada por corsarios y filibusteros, y para más andar le añadían una o dos velas cuadradas en lo alto y grandes treos y barrederas.
- El *balandro* es como llaman en Cuba a un barco pescador aparejado de *balandra*.
- Para el *quechamarín*, sigue la definición de Jal (1848). Dice que este barco español presenta diferencias con el *chasse-marée* francés, por lo que debía llamarse *cachirulo*, que es barco con tres palos y velas al tercio.

Este diccionario artístico es más prolijo en la descripción de las embarcaciones menores y artesanales del Índico, de Oriente, de las Filipinas y del Pacífico, que el autor conoce personalmente y dibuja del natural. Para otros barcos de comercio sus definiciones resultan sorprendentemente escasas. Así:

- Para el *clíper* sólo dice que es un buque inglés que hacía navegaciones a Singapur, sin mencionar ninguno americano.
- No menciona que la *corbeta* de comercio, en Cataluña, aparejaba escandalosa y no sobremesanas.
- El *balahú* y el *cúter* los define en dos líneas.
- De la *dorna* dice muy poco y no destaca sus peculiares características.
- La *goleta* es embarcación fina y rasa como de 100 toneladas, con dos palos y velas cangrejas; en el trinquete arbola un mastelero para un velacho y un juanete, y en el mayor otro mastelero para una escandalosa, y un bauprés con trinquetilla y foques.
- También usa una gran vela cuadrada o treo en el trinquete. Antiguamente llevaban gavias y en la actualidad hay algunas que añaden en popa un tercer palo con vela cangreja también, dejando el trinquete con sus velas de cruz. Los americanos suelen usarlas de tres palos sin ninguna vela cuadrada.
- El *jabeque* es un barco de cabotaje de 30 a 60 toneladas, peculiar del Mediterráneo, que navega a vela y remo. De origen muy antiguo y de la familia de las *galeras*, de las que conserva la forma de la proa muy aguda y lanzada por un tajamar, aunque la roda se encorva un poco a popa como los *faluchos*. Tiene popa redonda o plana pero siempre con dos aletas muy salientes que sostienen un tablado y así prolonga mucho la eslora. Usa tres palos enterizos, aunque antiguamente el mesana tenía cofa y mastelero. El trinquete muy caído a proa, el mayor casi en candela y el mesana muy cerca del timón. Larga en todos velas latinas de corte muy elegante y a veces un foque. Antiguamente había *jabeques* con velas cuadradas, pero siempre con palos enterizos salvo el mesana, más frecuentes en Italia, donde se llamaban *chambequines* (ver *Pinque*).
- El *jabeque místico* lleva aparejo mixto latino y de cruz, con vela latina en el trinquete y un foque, en el mayor vela cuadrada, gavia y juanete, y en el mesana una especie de cangreja en una entena larga y una sobremesana cuadrada.
- Para el *laúd* o *llaüt*, sigue la etimología de Jal, sin mencionar el árabe *al-lud* (madero).

- El *lugre* es un barco pequeño de pesca y de guerra propio del las costas del norte de Francia e Inglaterra. Fuerte, robusto, con mucho calado a popa y proa recta y llena como los *chasse-marées*. Lleva dos o tres palos con velas tarquinas (*sic*) o al tercio y algo inclinados a popa, especialmente el mayor, que está en el centro, y un bauprés horizontal en el que larga uno o dos foques. Los de pesca no largan más que tres velas tarquinas, una en el trinquete y dos en el mayor. Los de guerra, cinco en sus tres palos, dos en el trinquete, dos en el mayor y una en el mesana, uno o dos foques y a veces gavias volantes.
- Del *lugger* inglés sólo dice que tiene dos palos y es parecido al *chasse-marée*.
- El *místico* es una embarcación de cabotaje de dos o tres palos y aparejo muy parecido al *jabeque*; sus velas, aunque latinas, no son exactamente triangulares, porque las entenas son más cortas que las ordinarias y se colocan más verticales. Los palos también se diferencian de aquél en que están verticales o más bien caídos a popa y el trinquete es más largo y grueso que el llamado mayor. Las entenas son ligadas y tiene el car más corto. En lugar de batallola a proa usan bauprés de firme con botalón de foque, y el mesana es igual a los *jabeques* y *faluchos*. Es propio de Cataluña, donde se usan en travesía. Las *falúas* de Algeciras son *místicos* de dos palos así como los *trabácolos* del Adriático.
- El *místico-goleta* es grande, con sólo dos palos, el trinquete con vela mística y el mayor, que es de cruceta y mastelerillo, con una gran cangreja. El bauprés lleva tres foques y a veces suele largar una gavia volante en el mayor cuyas escotas se cazan desde la cubierta.
- El *místico-polacra* arbola tres palos: el trinquete con vela mística; el mayor, que es enterizo y con aparejo de *polacra*, o sea de tres velas cuadras, el mesana con latina y a veces una pequeña gavia volante, y un bauprés con dos foques.
- Cuando el palo trinquete está muy caído a proa, lleva botalón en vez de bauprés, y aletas en la popa, se llama *místico-jabeque* y es un aparejo esencialmente francés.
- El *pingue* es una embarcación latina muy usada en el Mediterráneo, particularmente en las costas de Italia, con aparejo muy parecido al *jabeque*, del que se diferencia en ser más alterosa, más llena de proa, de mayor calado y de fondos más planos, en no gastar aletas y en tener la popa más estrecha y alta. Además el

palo de mesana tiene mastelerillo y cruceta, y en los tiempos duros larga velas cuadras o treos y gavias en sus dos mayores palos, arriando las entenas; gasta también remos y puede llevar fuertes cargamentos.

- La *polacra* es semejante al *jabeque* y al *pingue* en su casco, con dos palos tiples sin cofas ni crucetas y con el mismo velamen que los *bergantines* aunque con la ventaja sobre éstos de que arriando las velas superiores quedan éstas al socaire de las inferiores y se aferran con más facilidad. Algunas tienen de *goleta* el palo mayor y se llaman *polacras-goletas*. Otras lo gastan con cofas y se denominan *bergantines-polacras*. Algunas de tres palos se llaman *polacras-corbetas*. Antiguamente había en el Mediterráneo polacras con aparejo latino como los *jabeques* y otras con velas al tercio como los *trabácolos*, pero ya no se usan más que las de velas cuadras.
- El *queche* es una embarcación holandesa de entre 50 y 300 toneladas, de uno o dos palos, con características de carencia absoluta de lanzamientos en sus extremidades, que son iguales, redondeadas y panzudas, y fondos casi planos y muy mangudos. Algunos, como los de pesca y cabotaje, están contruidos a tingladillo y su manga es la mitad de la eslora, por lo que resultan muy panzudos; en vez de quilla tienen una ancha zapata maciza que les permite quedar fácilmente varados en las playas en marea baja. Tienen cubierta corrida y gastan orzas de deriva en los costados; su aparejo se compone de un alto palo con cangreja, trinquetilla y foque, y a veces un baticulo triangular y una escandalosa. Estos pesqueros y de cabotaje son de construcción primitiva y grosera, que recuerda su origen normando.

Los mayores, que también se usan en Inglaterra, son más alargados, con un gran puntal y extremos menos redondeados. Arbolan un palo mayor puesto casi en el centro, con cangreja, gavia, juanete y a veces un treo, un palito de mesana con cangreja y un bauprés con trinquetilla y varios foques. Los que no son planudos no usan derivas en los costados, pero casi todos llevan sobre cubierta tambuchos para la cocina y abrigo para la gente de cuarto. El profano de las costas españolas llama *queche* a todas las embarcaciones holandesas, sean éstos o *galiotas*, *kofs* o *dogres*.

- El *quechemarín* es una embarcación de pesca y cabotaje de mediano porte, popa llana y proa recta con velas al tercio en dos

palos y una mesana o baticulo, un botalón con foque y gavias volantes o escandalosas en tiempos bonancibles, ayudándose con remos en las calmas. Se usa en las costas norte de Francia, donde se llama *chasse-marée*. En España se usa en el Cantábrico y difiere del francés en que siempre la popa suele ser redondeada y la proa con tajamar, curvas y gambotas; usa tres palos, el trinquete con vela al tercio, el mayor con cangreja y gavia volante y el bauprés con dos o tres foques, y se usa siempre para cabotaje y con mayores portes que los franceses.

- *Tartana* es nombre común a embarcaciones parecidas del Mediterráneo occidental, de mediano porte, siempre cubiertas, dedicadas a la pesca y el cabotaje, con algunas características comunes, en general: muy mangudas; costados llenos para recibir mucha carga; extremos finos con la popa redondeada y a veces con aletas; proa recta o algo curvada, con poco lanzamiento. Casi en el centro llevan un palo siempre vertical con mastelero puesto en un costado y un palito de mesana o baticulo en la misma popa y un gran botalón de foque o bauprés. La mayoría gasta aparejo latino pero hay muchas con aparejo mixto, otras de cruz y otras con velas tarquinas.

Las *tartanas francesas* son de forma elegante, arquean de 25 a 30 toneladas y miden de 15 a 20 metros de eslora y 4 o 5 de manga con 1,20 a 1,50 de calado. En relación con su porte son los barcos mejor provistos de velas de todos los del mundo, pues largan las siguientes: una inmensa vela latina en el palo principal, llamada maestra (que se substituye en los tiempos duros por otra más chica y de entena mucho más corta); una escandalosa, llamada flecha, en el mastelero; otra latina chica o al tercio en el baticulo; una enorme trinquetilla y un gran foque, que también están duplicados, sirviendo los más pequeños de alas y barrederas en las calmas; y finalmente un treo y una gavia volante para ir en popa.

Antiguamente todas las *tartanas* eran de aparejo compuesto o doble, es decir, que en los tiempos bonancibles largaban sus grandes velas latinas y en los tiempos duros las sustituían por las de cruz, como hacían los *pinques* y otros barcos mediterráneos.

En las costas italianas llaman *tartanas* de pesca a los *faluchos*, y cuando pescan solas se dice que van *a la vaca*, para lo que necesitan una instalación especial. No llevan mastelero en su palo. El bauprés es un simple botalón sin foque y con sólo una gran trinquetilla llamada *polacra*, con dos drizas, una a la cabeza del

palo y la otra a la entena, mucho más arriba. Esta *vela polacra*, por su gran amplitud, no se llenaría bien de viento si no estuviera retenida por una amura en el bauprés y su escota cazada desde la popa. Cuando el viento refresca se pone otra trinquetilla menor llamada *polacrón*.

La *tartana veneciana* tiene dos palos, el mayor a un cuarto de la popa y en candela y el trinquete a un tercio de la proa y caído hacia proa, ambos con velas tarquinas (*sic*) o al tercio. Los dos extremos son agudos y lleva cubierta corrida con poco arrufo, y toletes para los remos, por lo bajo de su mura.

Contrastamos las descripciones de Monleón con las de otros dos autores españoles. En primer lugar, resumimos lo que presentaba quince años antes F. Fernández Fontecha en su libro *Construcción, aparejo y maniobras de los buques de vela*.

Las velas

- La *vela mística* es aproximadamente triangular, con una pequeña caída a proa de 1/6 de la de popa o baluma; la entena se cruza al palo por los dos tercios de su largo.
- La *vela al tercio* es cuadrilátera con la caída de proa igual al grátil y la de popa o baluma la mitad más de largo; la verga tiene su cruz en el tercio de ella.
- La *vela de guairo* es triangular y se enverga al palo por medio de anillos de madera.
- La *vela tarquina* es cuadrilátera, con la caída de proa envergada al palo por los ollaos de la relinga; se orienta por medio de una percha diagonal que apoya su cox en un estrobo cosido al palo cerca del puño de amura y mete su pico en una gaza que tiene el puño alto de popa de la vela.

Los tipos de aparejo

- *Bergantín*, además de la mayor redonda lleva una gran cangreja que se llama la mayor.
- *Goleta*, de menor porte que un bergantín, con palos mucho más largos y más inclinados a popa. No lleva cofas ni redondas y en su lugar usa grandes cangrejos. En el trinquete lleva velacho, juanete y hasta sobre, y en el mayor una escandalosa sobre la cangreja.

- *Bricbarca*, con mayor y trinquete de fregata y el de popa de goleta.
- *Polacra*, de dos o tres palos de una sola pieza desde la mecha al tope, sin cofas ni crucetas, con el aparejo de bergantines o bricbarcas.
- *Queche*, de construcción holandesa, con casco muy lleno e igual a popa que a proa, sin lanzamiento. Regularmente arbola un palo con aparejo de goleta y otro pequeño a popa con una mesana.
- *Jabeque*, peculiar del Mediterráneo, que navega a vela y remo. Algunos llevan velas cuadradas en palos de una sola pieza, pero regularmente llevan tres palos con velas latinas y el trinquete inclinado a proa. Lanzamientos considerables a proa y a popa. Es muy parecido al *místico*.
- *Pailebot*, con dos palos con cangrejas y escandalosas, y bauprés con sus foques.
- *Balandra*, lleva un palo con una cangreja, escandalosa y botalón a proa para largar dos foques.
- *Quechemarín*, pequeña embarcación con dos palos con velas al tercio, una pequeña a popa, algunos foques en un botalón de proa y gavias volantes en tiempos bonancibles. Típica de las costas bretonas, se usa en el norte de España.
- *Lugre*, con tres palos y velas al tercio, sobre las que larga varias volantes. Es como un *quechemarín* en mayor escala.
- *Místico*, usado en el Mediterráneo, con tres palos, el de mesana pequeño y muy a popa, con velas latinas o triangulares.
- *Charanguero*, embarcación costera de Andalucía y del Guadalquivir, con un palo a proa y vela al tercio, botalón con un foque y una mesana pequeña.
- *Velachero*, pequeño y de cabotaje del Mediterráneo, con un palo a proa con aparejo de polacra, otro en el centro con vela latina y una mesanita en popa.
- *Laúd*, pequeño barco del Mediterráneo, con un palo con vela latina, botalón para un foque y una mesanita en popa. Algunos lo llaman *barca*.
- *Falucho*, semejante al *laúd*, pero con un solo palo y muy inclinado hacia proa.

Cerramos este recorrido por los tratados sobre los tipos de veleros con unas referencias a la recopilación actualizada que recoge Ricard Jaime i Pérez en su detallado estudio de *La maniobra en els velers de creu*.

Los tipos de veleros

La bricbarca o corbeta

Apreciada en la segunda mitad del siglo XIX. Con la llegada del vapor, los armadores de veleros tuvieron que competir reduciendo las manos a bordo de los barcos de mayor porte. El aparejo de la fragata se simplifica al abandonar las velas cuadradas en el palo de mesana, hasta cinco o siete, y sustituirlas por sólo dos velas de cuchillo: la cangreja y la escandalosa. Además, con estas velas en el palo de mesana, las corbetas aumentan la capacidad de ceñida de las fragatas.

Los bergantines

El bergantín es una fragata que ha perdido el palo de proa pero renombra sus dos palos como trinquete y mayor.

El bergantín redondo tiene una vela cangreja en el mayor, además de la mayor. En los países bálticos esta cangreja se enverga en un palo adosado detrás del mayor que recibe el nombre de esnón. Para aumentar la superficie de la cangreja se aumenta su grátil y se elimina la mayor redonda, con lo que su verga queda sin vela y se convierte en una verga seca.

Cuando el palo mayor pierde todas las vergas en cruz y aparece una escandalosa sobre la cangreja se obtiene un bergantín-goleta. Generalmente, este cambio se combina con el aumento del número de foques y de estayes, para mejorar la ceñida. Comienza a aplicarse en el siglo XVII a los barcos con dos palos cruzados y una cangreja, que substituye en su misión (bergante) al *bergantín* que armaba remos.

En el Báltico aparece en el siglo XIX el esnón, palo adosado al mayor para izar la cangreja de esnón. En otros casos se suprimía la mayor redonda y se aumentaba el área de la cangreja, pero se dejaba la verga seca. (Ricard Jaime i Pérez, 2006)

El bergantín-goleta, brigantina, *half-brig* o *hermaphrodite-brig*, y el bergantín-goleta de velacho y de gavia, se desarrollan para mejorar la ceñida y navegar con todos los vientos, ahorrando manos a bordo.

Bergantín goleta de velacho o de gavia

Era de tres palos y se usaba en el mar del Norte y en el canal de la Mancha con el nombre de *jackasse barque* o *barquette*. Tenía el trin-

quete cruzado, una cangreja con verga seca en el mayor y cangreja con escandalosa en el mesana.

Polacra o pollacra

Especie de bergantín sin cofas, pero con crucetas, es decir, con palos machos y masteleros.

Las goletas

La goleta original tiene dos palos, trinquete y mayor, con sendas velas cangrejas. Las mayores montaban escandalosas sobre las cangrejas.

La goleta de velacho tiene una vela de velacho sobre la cangreja del trinquete, bien reduciendo su altura o sustituyendo la escandalosa. La goleta de gavia sustituye la escandalosa mayor por una gavia. La goleta de velacho y gavia tiene tanto velacho como gavia. También existían la goleta de doble velacho y la de doble gavia, y con ambas.

Barcos menores

En los mares septentrionales de Europa se originaron aparejos variantes de las goletas con diversas velas de cuchillo adicionales, estayes y otras. Generalmente estos aparejos se componen de muchas velas pequeñas, que permiten adecuar la navegación a los vientos fuertes y con pocas manos a bordo.

A este grupo pertenecen el *místico*, el *queche*, la *yola*, la *balandra* y el *quechemarín*.

- El *místico* es un aparejo mediterráneo que tiene varias acepciones. En Cataluña tenía tres palos en candela, con sendas velas latinas en el mayor y en el trinquete y una vela guaira o *mitjana* en el mesana. En Italia tenía dos palos en candela, con la mayor latina y una mesana latina toda a popa.
- El *queche* era un barco característico de los mares británicos, como la goleta lo fuera de los americanos. Se usó mucho en la pesca, con dos palos y cangrejas y diversas velas menores de cuchillo. Con la gran área del velamen debía reducirse la altura para bajar el centro vélico. Tenía roda recta y un largo bauprés horizontal. En la Bretaña francesa se llamaron *dandys*, tal vez por su origen escocés (Dundee).

El aparejo de *queche* arbola dos palos, mayor y mesana, con diversas velas de cuchillo. El palo de mesana está a proa del timón, al contrario que la yola. La ventaja del aparejo reside en la subdivisión del velamen, que permite reducirlo en situaciones de mal tiempo cuando la tripulación es reducida. Con el velamen dispuesto según la eslora se requiere menos guinda, con lo que baja el centro vélico y mejora la estabilidad. Este aparejo es uno de los que mejor han aguantado el paso del tiempo, y en la actualidad lo usan en los barcos que dan la vuelta al mundo.

- La *yola*, también usada en Bretaña para la pesca del bonito, era como un queche cuyo palo de mesana se sitúa a popa del timón. Con esta disposición aumenta la altura de la mayor y se reduce el área de la mesana, que recibe el nombre de tapaculo y se usa para aproarse al viento cuando está fondeado.
- La *balandra*, que ha sobrevivido adaptándose a las regatas actuales, arbola un solo palo. Originalmente montaba una mayor cangreja o bermudina (Marconi), y a veces una escandalosa, y el centro vélico estaba a popa del palo. Actualmente, montan una gran génova a proa y la mayor se usa para gobernar. Los ingleses y los norteamericanos distinguen dos tipos de balandra: el cúter y el *sloop*. El cúter tiene más del 60% del área vélica a popa del palo, y el *sloop*, menos del 60%, lo que hace más fácil tomarle rizados a la mayor.

Dimensiones de los palos de madera

Se determina para cada palo y verga o entena un diámetro de cálculo (D_c), que es el mayor, en la fogonadura, como proporción de su longitud desde cubierta (L_p). Los demás diámetros a lo largo del palo o la percha son proporciones de éste. Las cifras siguientes están dadas por el autor a partir de textos ingleses del siglo XIX:

Palo macho:	$D_c = 0,0278 L_p$ $D_{cabeza} = 0,625 D_c$
Mastelero:	$D_c = 0,0278 L_p$ $D_{cabeza} = 0,5454 D_c$
Mastelerillo:	$D_c = 0,0278 L_p$ $D_{cabeza} = 0,7692 D_c$

Espiga de sobrejuanete:	Dcabeza = 0,60 Dc
Bauprés:	Dc = 0,0278 Lp
	Dcabeza = 0,75 Dc
Botalón:	Dc = 0,03472 Lp
	Dcabeza = 0,75 Dc

Las vergas de madera también se dimensionan con diámetros que son función de su longitud, según la posición de la verga en el palo y la longitud de la verga (Lv):

Diámetros en el centro o máximo (Dv)	
Mayor, trinquete y mesana	= 0,0216 Lv
Gavias y velachos	= 0,0208 Lv
Juanetes, sobres, pericos	= 0,0169 Lv
Diámetro en el penol	= 0,4286 Dv
Botavara, D máximo	= 0,0191 Lv
Íd. penol	= 0,6666 Dv
Boca del pico de cangreja	= 0,0208 Lv
Íd. penol íd. íd.	= 0,5555 Dv

Los foques, de proa a popa

- Petifoque: es el primero cuando hay más de uno; se amura en la cabeza del botalón de petifoque.
- Foque: es el único, o el segundo si hay más de uno; se amura en la cabeza del botalón de foque.
- Fofoque: en barcos de cierto porte se iza entre el foque y el contrafoque, o entre el foque y la trinqueta.
- Contrafoque: se pone a popa del foque, se amura sobre el botalón de foque, en la cabeza del bauprés, sobre el moco, y se enverga en el estay del mastelero del trinquete. Se pone a popa del foque y a proa de la trinqueta. Cuando se guarnecen cinco foques se pone entre el fofoque y la trinqueta.
- Trinqueta: es la vela triangular o foque más a popa de todos; se enverga en el estay del trinquete y se amura en el pie del bauprés; puede tener una botavara.

El arqueo

*The bows turn,—the freighted ship, tacking,
speeds away under her gray sails,
The beautiful and noble ship, with all her precious wealth,
speeds away gaily and safe.*

WALT WHITMAN, «Aboard at a ship's helm»

No pueden valorarse, y menos aún compararse, los barcos del siglo XIX sin tener en cuenta los reglamentos y los métodos con los que se les asignaba el porte o arqueo con el que se citan en las listas de buques, ya sea como expresión de su tamaño en relación con los puertos o con la capacidad de carga. En este capítulo analizamos cada uno de los sistemas de medición del arqueo que se usaron en España y en los principales países marítimos occidentales de manera que puedan valorarse las cifras con las que se citan los veleros de nuestro estudio a lo largo del siglo.

El arqueo en España

Los barcos españoles del siglo XIX van a ser medidos con diferentes reglamentos que les asignan portes también diferentes. Así, un mismo barco es citado con portes que varían de unos años a otros, y también de unas fuentes a otras. Tal es el caso de los datos que recoge el fichero de F. P. Colldeforns, donde se resumen las dimensiones y arqueos de los registros oficiales de Marina de Barcelona para los arqueamientos de 1830, 1844, 1863, 1874 y 1903. La lista de barcos botados en Cataluña, y que recoge Ricart, se ha nutrido de la misma fuente y presenta datos que apenas difieren de los anteriores.

No ocurre igual con las listas de buques españoles de los registros norteamericanos que hemos consultado: presentan datos muy variables, no sólo porque las reglas en España se hayan modificado a lo largo del siglo, sino por causa de la traducción de las medidas y los datos españoles, ora a sus propios reglamentos, ora a las unidades inglesas.

Para establecer una referencia coherente, que permita comparar unos barcos con otros, deducir sus características o valorarlas en relación con su misión comercial, resulta inexcusable analizar y comparar las reglas que pudieron aplicarse a cada barco a lo largo del siglo.

Al arrancar el siglo, en 1801, está vigente en España y su ultramar el *Reglamento de Arqueo* que estableció Felipe V en 1742. Este reglamento, el método de arqueo y las unidades del arqueo eran las mismas que se habían dictado en la Real Cédula de Ventosilla, firmada el 19 de octubre de 1613. Esta disposición, pionera de su clase en Europa, establecía como método el de Juan de Veas, que ya proponían las Ordenanzas de 21 de diciembre de 1607 y que recogía Thomé Cano en su *Arte de Fabricar Naos así de guerra como de merchante*.

Se establecía allí la *tonelada* como unidad de cabida volumétrica para la carga, o *buque*, y se hacía igual al espacio que ocupaba a bordo un *tonel macho*, el cual tenía el volumen de dos pipas de 27,5 arrobas de agua cada una. Este espacio, no el volumen del tonel, se valoraba en 8 codos cúbicos de ribera. El codo de ribera, o *codo real*, el usado en construcción naval, era igual a 33/32 del codo castellano de 2/3 de vara de Burgos, o sea 0,57468 metros.

Se trataba, pues, de medir la cabida del buque, el volumen útil para la carga, y no el peso de la carga que pudiera llevar. El peso máximo permitido daba lugar al calado máximo con que se autorizaba navegar a las naos españolas de la carrera de Indias. Este calado, y el peso de la carga que lo causaba, se limitaba por la importancia que para la Corona tenían la seguridad de la nave y de las mercaderías, y se reflejaba en la *marca de francobordo*: un aro de metal que los veedores reales clavaban en el costado antes de autorizar su partida hacia las Indias.

Cuando se introdujo como unidad de peso la tonelada de 20 quintales (920 kilogramos) se llegó a confundir en ocasiones esta tonelada con la tonelada de arqueo, con lo que se producía un verdadero peligro de sobrecargar las naves por encima de su calado de seguridad, disminuyendo el francobordo. Para atajar este problema se dictó la R. O. de 19 de septiembre de 1742, que fijaba la unidad de volumen para el arqueo y aplicaba las mismas reglas de 1613, modificando el sistema establecido en 1663.

En esencia, la regla de 1742 divide por 8 el producto en pies cúbicos de ribera de la eslora media entre la cubierta y la quilla por la manga ponderada por el plan (p) y por la mitad del puntal (P):

$$\text{Arqueo} = [(E + Q)/2 * (3/4 M + 1/2 p) * P/2]/8$$

Y asimila esta cabida al mismo número de toneladas de 20 quintales o 920 kilogramos. Se añadía el 10% cuando el puntal era menor de 6 pies, y el 14% en todos los que el puntal excediera de los 6 pies de ribera.

La R. O. de 1742 recogía la orden del Almirantazgo General publicada el 10 de marzo de 1738, que mandaba seguir la práctica así:

- Se toman las cinco medidas de dentro a dentro, en codos de ribera.
- La eslora se mide sobre la primera cubierta, de roda a codaste, sin incluirlos.
- La quilla se toma de estopa a estopa, la verdadera quilla limpia.
- La manga, en el paraje más ancho de la cuaderna maestra.
- El plan, en la misma maestra, de palmejar a palmejar, que pasan por las cabezas de las varengas llanas.
- El puntal, en la maestra desde la tabla del plan hasta el canto alto del bao en la cubierta principal.

Con las medidas a mano, se procedía al cálculo del arqueo, como relata el propio documento:

Practicadas las cinco expresadas medidas se añadirán los dos largos de la Eslora y quilla Limpia y se tomarán la mitad de ellas, la cual se ha de multiplicar por tres cuartas partes de la manga y mitad del Plan, y el producto se multiplicará por la mitad del Puntal, y este último producto se partirá por ocho, cúbico que tiene una Tonelada, dará el cociente las toneladas de peso de la Bodega.

Además de esto se debe añadir 14% a todos los navíos Merchantes con tal que sus entrepuentes no bajen de tres codos de alto, porque el que no lo tiene sólo se aumentará en 10%, y a las fragatas que solo tienen dos Codos no se debe añadir nada.

Este método se basaba en que la cabida en tonelada de 64 pies cúbicos de ribera de la bodega de los barcos regulares era $\frac{3}{4}$ del volumen del paralelepípedo circunscrito a sus dimensiones, y en que el peso del barco en rosca era $\frac{1}{3}$ del peso total en carga. Este criterio se aproximaba al francés, pues 64 pies cúbicos de ribera son poco menos que 45 de París. Por otra parte, como el pie de ribera es $\frac{33}{32}$ pies de Burgos, el volumen expresado en éstos, como se hará en 1844, debe dividirse por 1.019 para aplicar la fórmula del XVIII.

Las unidades españolas, francesas e inglesas están en las siguientes relaciones:

1 pie cúbico francés de agua de mar = 72 libras y 3 onzas francesas
= 77 - 11/32 libras castellanas
14 libras francesas = 15 libras castellanas
139 libras castellanas = 140 libras inglesas
1 quintal inglés = 112 libras inglesas
1 pie cúbico inglés de agua de mar = 63 libras y 11-2.736/4.090 onzas castellanas

Este sistema distinguía entre la tonelada de peso, que era ahora de 20 quintales, y la tonelada de volumen. Sin embargo, los problemas que planteaba la doble denominación de *toneladas* para el volumen de arqueo y el peso llevaron al Gobierno a definir el arqueo en toneladas de peso máximo de la carga, o *exponente de carga*. Se dictó para ello la R. O. de 22 de marzo de 1830, que modificaba radicalmente el sistema de medida del arqueo, que dejaba así de referirse al volumen interior de las naves. El resultado de esta R. O. se recogería en el *Reglamento* desarrollado por Francisco Ciscar y publicado en 1831.

Si bien el objetivo era lógico, la aplicación de este sistema en la práctica dio lugar a problemas derivados de la dificultad de calcular algunos pesos. Consecuentemente, mediante otra R. O., de 18 de diciembre de 1844, se recuperó el sistema tradicional de medición del arqueo por la cabida del buque, y se fijaba de nuevo la unidad en el volumen de 8 codos cúbicos de ribera. Sin embargo, como se había abandonado el uso del codo como medida de construcción, se sustituyó esta unidad de volumen por su equivalente en pies cúbicos de Burgos, resultando 70,19 pies cúbicos de Burgos para el volumen de una tonelada de arqueo. Se volvió al método de cálculo de 1742, pero las formas y las proporciones de los barcos habían cambiado, y la aplicación con carácter general de una fórmula que se había previsto para casos determinados, si bien aportaba sencillez al cálculo, daba arqueos inexactos para los barcos de un siglo después.

No obstante estas desviaciones, el *Reglamento* de 1844 continuó aplicándose durante treinta años, hasta que entró en vigor el R. D. de 2 de diciembre de 1874. Sería este el penúltimo reglamento de arqueo del siglo XIX y recogía los resultados de la Conferencia Internacional de Constantinopla de 1873, en la que las potencias marítimas acordaron usar como unidad de arqueo la *tonelada Moorsom*, el volumen de 100 pies cúbicos ingleses, con una equivalencia métrica de 2,83 m³.

Todavía en 1876, F. Fernández Fontecha, en su *Cartilla marítima o manual de construcción y maniobra de los buques*, recuerda que, antes de 1844, «los fletes de los buques mercantes españoles se arreglaban por la tonelada de arqueo, que constaba de 40 pies cúbicos de Burgos,

o bien por la de peso, que era de 20 quintales» (c. 310), y que «un metro cúbico equivale a 32 pies cúbicos de Burgos y 22 céntimos» (c. 311).

El último reglamento del siglo es aprobado el 25 de septiembre de 1900 y, a diferencia de los precedentes, introduce variaciones notables como la clasificación de los espacios que pueden descontarse para calcular el arqueo neto y el no admitir las limitaciones que las demás naciones habían aceptado para cubicar otros espacios, lo que provocaría la ruptura de los convenios de reciprocidad que España había mantenido con casi todas las naciones desde el *Reglamento* de 1844.

Las medidas hasta aquí descritas consideraban sólo la carga potencial, pero si el peso específico de las mercaderías era muy elevado, el peso total del barco podía sobrepasar el calado seguro y la nave podía zozobrar. En España se consideraba que un buque de buena fábrica, es decir de buen diseño, podía destinar «siete dozavos a la carga y cinco a su propio peso». Este exponente de carga de $7/12$ era mayor, y por tanto menos seguro, que los $3/5$ del sistema inglés y fue utilizado durante muchos años en España y su ultramar como constante para calcular el peso de la carga sin exceder el calado máximo de la nave.

El Reglamento de 1831

En 1831 publica la Imprenta Real, «de orden superior», un «Reglamento que debe observarse para el arqueo o medida de las capacidades interiores de los buques de todas clases», «formado de Real Orden» por Francisco Ciscar, jefe de escuadra de la Real Armada. Hemos encontrado una edición original de este reglamento, cuyo contenido no incluye ninguna de las fuentes secundarias consultadas que, para mayor dificultad, se refieren erróneamente a él como «de 1830». Para la investigación que nos ocupa es fundamental, ya que debía de estar en vigor hasta el de 1844 y, por consiguiente, ayuda a explicar los datos de arqueo de los barcos catalanes construidos antes de este año, en total 94 de los 502 que incluye el fichero de F. P. C. que hemos analizado. Por este motivo, por su interés técnico e histórico, y porque aclara la problemática de la medición y la expresión del arqueo en distintas toneladas, lo reproducimos en parte y lo comentamos aquí con detenimiento.

Una R. O. de 16 de mayo de 1818 mandaba que «las embarcaciones que fondean en los puertos españoles de Europa paguen los derechos con arreglo al número de toneladas del peso de veinte quintales cada una que puedan cargar». Esta tonelada de peso, o de desplazamiento

del barco, se hace corresponder con la unidad de volumen de agua de mar que pese veinte quintales. «Para averiguar el peso de la carga bastará medir las toneladas cúbicas contenidas en el espacio que terminan dos planos, rasante el uno a la línea de agua en que flota el barco por el peso de su casco, arboladura y aparejo [es decir, su rosca], y el otro a la línea superior hasta donde lo hace profundizar la carga.»

Según había medido Jorge Juan (el Callao de Lima, 1741), un pie cúbico francés de agua pesaba $77-11/32$ libras castellanas, de donde dedujo que un pie cúbico de Burgos de esa misma mar pesaba 779 onzas castellanas. El peso de la carga embarcada, en toneladas de veinte quintales, se halla multiplicando el volumen medido entre las dos líneas de agua mencionadas por 779 onzas y partiendo el producto por 32.000 onzas que tienen los veinte quintales. Para saber las toneladas «de igual clase» que contienen las capacidades de las bodegas y otros espacios, «basta concluir los pies cúbicos que contienen y partir su resultado por $41-61/779$, que son los pies cúbicos de Burgos que entran en esa tonelada».

Cuando se dictan las órdenes del Almirantazgo de 1738 y la R. O. de 1742, que admiten las dos toneladas, la una de peso o desplazamiento y la otra de arqueo, se hace esta última equivalente a 64 pies cúbicos de ribera, que son aproximadamente $69-155/937$ pies cúbicos de Burgos (otros cuentan $70-1/4$), «lo que ha contribuido a cometer errores al reducir los resultados de unas unidades a otras, y por la arbitrariedad de haber elegido el peso de dos pipas o de un tonel lleno de agua dulce y su cabida para deducir en pies cúbicos de Burgos la capacidad correspondiente a veinte quintales de peso».

La R. O. de 1818 deroga «en los extremos correspondientes» cuanto previenen la orden del Almirantazgo de 1738 y la Real Orden de 1742. La del Almirantazgo prefija que la tonelada de capacidad consta de ocho codos cúbicos de ribera; la R. O. de 1742 establece la práctica que debe observarse para medir las toneladas de ocho a codos cúbicos: «Del propio modo que en 26 de Marzo de 1783 se mandó que en el ramo de Artillería de Marina cesase el servirse de la antigua toesa francesa y del pie de Rey, gobernándose en adelante por los pies de Burgos y medidas de Castilla, está mandado que se use en nuestros arsenales de las propias medidas en vez de los antiguos codos y pies de ribera.»

El abuso de las unidades antiguas, sin un patrón fijo, y el desconocimiento de su origen, habían derivado en errores notables. Según la ley 25 de la *Recopilación* de las de Indias, el pie lineal de Burgos es al pie de ribera como 32 a 33. Pero en un informe de Gabriel Ciscar remitido el 21 de marzo de 1819 al ministro de Marina, se refiere que

algunos ingenieros los comparan como 27 a 28, y otros usan la relación de 245 a 253.

La discusión que provoca el pago de los derechos resultantes del arqueo en Cádiz de la goleta española *Carmen* mueve al capitán general del departamento a dirigir una carta al rey con fecha 6 de marzo de 1829 exponiendo la cuestión que le había presentado el 23 de febrero anterior el brigadier y capitán del puerto de Cádiz, José Primo de Ribera. Ello da lugar a la R. O. de 1 de junio de 1829, en la que el conde de Salazar, secretario de Estado y del Despacho de Marina, manda a D. Francisco Ciscar formar este nuevo reglamento de arqueo.

La R. O. de 16 de 1818 establece que la unidad para la medición de las capacidades de carga de los barcos, denominada «tonelada de desplazamiento», sea una medida tal que el agua de mar que contenga pese veinte quintales justos. Esta tonelada será de uso obligatorio en todos los astilleros, puertos y demás establecimientos marítimos de los dominios del rey en que se construyan o existan de cualquier modo buques, tanto de guerra como mercantes. Los inspectores, jefes o comandantes de los citados establecimientos «comprobarán la existencia y lo exacto de esta medida sin más aparato que el de llenarla de agua del mar y ver si el líquido pesa veinte quintales», o dos mil libras, que componen treinta y dos mil onzas, todo de arreglo al peso de Burgos o medida de Castilla.

Se elige como unidad el pie cúbico de Burgos, cuya capacidad llena de agua del mar pesa setecientos setenta y nueve onzas castellanas... De esta manera, los arquadores de los buques medirán en pies cúbicos de Burgos las capacidades que se les indique; seguidamente multiplicarán el número de pies cúbicos de Burgos que les hubiesen resultado por setecientos setenta y nueve onzas de Castilla, y el producto les dará el número de onzas de Castilla que pesa el agua del mar desplazada por el espacio del barco encerrado entre la línea de agua en que flota cuando está a plan barrido, y aquella en que queda después de bien cargado. A renglón seguido, dividirán el número de onzas que les hubiese dado el anterior producto por treinta y dos mil onzas, y el cociente les dará el número exacto de toneladas y parte de las mismas de desplazamiento que contiene el consabido espacio del buque que se ha medido o arqueado. También pueden dividirse los pies cúbicos de Burgos por $41\frac{61}{779}$, que es el número de ellos que componen una tonelada de desplazamiento.

Para hallar el volumen de desplazamiento que se busca, se miden las superficies de las dos líneas de agua que lo encierran, y el calado

medio entre ellas, todo en pies de Burgos. Para hallar la superficie de una línea de agua, se suman los trozos trapeciales en que se divide por un número suficiente de secciones transversales (al menos tres), en las que se toma la manga fuera de forro y la distancia entre ellas. El volumen es el producto de la semisuma de las dos superficies por el calado entre ambas, tomado en la varenga maestra, en pies cúbicos de Burgos. También puede multiplicarse el calado por la superficie de una línea de agua intermedia entre las dos flotaciones extremas.

El uso del calado en la varenga maestra permite calcular con mejor aproximación el volumen de una rebanada horizontal del casco cuyas flotaciones no son paralelas, ya que el centro de la superficie de la flotación liviana no se separará mucho de la maestra.

El reglamento propone (Art. 7º) «Otro método más sencillo y breve, aunque no tan exacto como el geométrico». Consiste en lo siguiente:

- 1ro. Se determina el número de pies que la carga hace profundizar el buque.
- 2do. Se toma la longitud o eslora del barco a la altura del yugo.
- 3ro. La anchura o manga fuera del entablado.
- 4to. Se multiplican estas tres cantidades entre sí.
- 5to. El producto se divide por una cantidad que es distinta según la construcción de cada buque, y el cociente expresa en toneladas de desplazamiento el peso que puede cargar el barco.

El mismo Art. 7º propone «los divisores mayor, medio y menor, que suelen emplearse para las figuras de los barcos de nuestros días:

Si el buque es de muchos delgados, del estilo de las fragatas, se divide el producto hallado por 35,3.

Si por el contrario admite bastantes llenos en sus extremos, se dividirá por 33,8.

Y si el barco conserva tales llenos, de suerte que su manga es próximamente la misma en casi todos los puntos de la eslora, como en muchas Urcas, se dividirá el producto por 32,2.

Todos los barcos cuyas figuras sean intermedias entre los tres mencionados tendrán divisores intermedios entre los de aquéllos. Mediante alguna práctica se adquirirá el golpe de vista necesario para determinar el divisor conveniente a la figura del buque cuyas toneladas importa determinar. Esta práctica, análoga al método de Mr. Chapman, siempre que la use un sujeto de mediano tino, apenas puede ocasionar un error de seis toneladas en un buque de cuatrocientas, según el parecer de Mr. Leveque en su nota al art. 109 de su traducción del Examen Marítimo de D. Jorge Juan.

Estos divisores se han determinado por la práctica bajo el supuesto de que el volumen sumergido por la carga es una parte del paralelepípedo formado por la eslora, la manga y el calado, y una parte distinta según la diversa construcción de las embarcaciones.

La proporción, en cada caso, puede hallarse sin más que dividir los divisores indicados por $41-61/779$, que son los pies cúbicos de Burgos de agua de mar que pesan una tonelada de desplazamiento. De aquí resultan coeficientes de afinamiento o «de bloque» de las formas, en la zona entre las dos flotaciones, de 0,8593, 0,8228 y 0,7839.

Para medir la cabida real de la bodega del buque basta situar tres secciones en la eslora de la bodega: una a popa del trinquete, otra en el palo mesana y una tercera en el centro de ambas. En cada una, tomar la manga en la cubierta y en el piso de la bodega, y en la mitad de la altura entre ambas. El área de cada sección de la bodega es la suma de la manga media y la mitad de las extremas multiplicada por la mitad de la altura. El volumen se halla multiplicando la suma del área de la sección central y la mitad de las extremas por la mitad de la distancia entre las extremas. Se suman luego los volúmenes extremos, que son el producto de cada área extrema por la mitad de su distancia al extremo de la cubierta.

Para convertir los pies cúbicos de Burgos medidos como cabida de la bodega del buque, una vez descontada la arquera, se divide su número por $69-155/937$, que son los pies cúbicos de Burgos que hay en 64 pies cúbicos de ribera.

El sistema desarrollado por Francisco Ciscar era un primer intento de hacer frente a los problemas que planteaba el flete de mercancías cuya densidad fuera mayor que la que correspondía al volumen que registraba el arqueo de 1742.

Por otra parte, las proporciones y las formas de los buques habían cambiado en esos más de ochenta años. El plan del buque dejaba de

ser un indicador válido para determinar el volumen de las formas con mayor astilla muerta. Estas consideraciones justificaban el objetivo de conocer con más precisión el peso máximo que cada barco podía embarcar con seguridad. El peso máximo era la diferencia entre el desplazamiento máximo en carga y el peso del casco descargado, o su rosca, y para determinarlo había que calcular el volumen de la bodega midiendo su geometría real en varias secciones. Se trataba, pues, de realizar unos cálculos cuya complejidad excedía las que los arqueadores venían practicando, y utilizar muchas más medidas que las que requerían los reglamentos anteriores.

En este reglamento, el autor reproduce los artículos 675-679 de su libro publicado en 1791 *Reflexiones sobre las Máquinas y las Maniobras del uso de a Bordo*, donde ya propugnaba los mismos métodos y defendía las mismas ideas. Se trata, por tanto, de una decisión del Gobierno que llega con cuarenta años de retraso.

El Reglamento de 1844

La Junta del Almirantazgo, «en vista de las dificultades que ofrece en la práctica el reglamento de arqueado formado por el general Ciscar en 1830», emite un informe el 27 de junio de 1842 que es aprobado por S.M. por R. O. de 18 de diciembre de 1844, y luego modificado para Cuba por otra de 8 de marzo de 1848. Esta R. O. establece que el modelo para calcular el arqueado es como sigue:

- La eslora E de arqueado se mide entre los cantos interiores del costado y del branque.
- La manga C de construcción se mide de fuera a fuera de miembros, en el punto más ancho de la cuaderna maestra.
- La manga M de arqueado, en el mismo punto de la cuaderna maestra, de dentro a dentro del forro interior de la bodega.
- El puntal P de arqueado se toma en la misma cuaderna maestra, desde el forro del plan de la bodega al canto alto de la tabla de la cubierta inferior.
- El volumen interno de la bodega, el arqueado, se hallará para los cascos con formas regulares por la fórmula:

$A = (E + 3 * C) * M * P/4$, en pies cúbicos de Burgos.

Cuando los cascos se apartan de lo regular, se aplican las correcciones siguientes:

- Cuando hay entrepuente que no pase de 6 pies de ribera, se aumenta el 10%.
- Cuando pase de 6 pies de ribera, el 14%.
- A petición de los armadores de Cuba (1848), el exceso de entrepuente sobre los 6 pies se suma al puntal de la bodega.
- Cuando la cuadra y la mura (los redeles) son muy llenas, se aumenta el 8%.
- Cuando el casco tiene mucha astilla muerta, se rebaja el arqueo el 5%.

El volumen total así calculado se divide por los 70,19 pies cúbicos de Burgos que tiene una tonelada de arqueo o de porte, que no es de peso que puede cargar el barco.

La fórmula se basa en la suposición de que la eslora de arqueo es la media de la eslora en cubierta y la quilla, y que ésta es tres veces la manga. Además, supone que el espacio útil de la bodega vale la mitad del volumen del paralelepípedo que forman la eslora, la manga y el puntal de arqueo.

Finalmente, se supone que el porte del buque, o el peso de la carga, representa una proporción de 0,585 del desplazamiento total del barco, o aproximadamente 7/12 del mismo. El desplazamiento del barco en toneladas es igual al volumen de su carena multiplicado por 779/32.000, donde 779 son las onzas que pesa un pie cúbico de Burgos de agua de mar, y 32.000 las onzas que tiene una tonelada de peso de 20 quintales.

El arqueo de un barco con dos cubiertas que tomara el puntal hasta la superior era mucho mayor que el que tomara la inferior y sumara la penalización por el entrepuente. La consecuencia es que este arqueo favorecía con mucho a los barcos de dos cubiertas que, sin embargo, no se aprovecharon tanto de ello.

La modificación de 1848

El ministro Roca y Togores, marqués de Molins, transmite el 8 de marzo de 1848 al comandante general de Marina del Apostadero de La Habana la R. O. por la que se acepta la modificación para el arqueo de los buques mercantiles que éste había

solicitado en carta del 22 de julio con el acuerdo de la Junta de Autoridades de la Isla:

Que a todo buque de entrepuente, cuyo puntal pase de seis pies, se aumente ese exceso o diferencia al puntal de bodega, y se comprenda en el arqueo de las toneladas de carga que mida el buque, observándose en todo lo demás lo prescrito en la Real orden de 18 de Diciembre de 1844, cuya medida se funda en que, previniéndose en el método que establece la Real orden citada, que a los buques que tengan entrepuente cuyo puntal no llegue a los seis pies de ribera, se aumentará el 10 por 100, y un 14 a los que lleguen o excedan de seis pies, resulta que los buques de grande puntal en el entrepuente dan un número considerable de toneladas de menos de las que ellos manifestaban, y como es fácil que los buques cambien el puntal de sus sollados o entrepuentes, lo es también que disminuyan el número de sus toneladas de arqueo con notable perjuicio del erario, siendo así que los sollados de crecido puntal se emplean igualmente en la carga.

Un ejemplo servirá para explicar el efecto de estas reglas:

- Un barco con E=90 pies, C=26, M=24, P=13, sin entrepuente, arquea 186,69 toneladas.
- Con entrepuente de hasta 6 pies de ribera, sube el 10%, hasta 205,36.
- Con entrepuente de 8 pies, sube el 14%, hasta 212,83.
- Con puntal de 15 pies, sumados los 2 pies de exceso, llega a las $215,41 + 10\% = 247,72$ toneladas, lo que supone un arqueo el 16,4% mayor que con la regla de 1844.

Esta diferencia se producía para las dimensiones de los barcos de que se trataba, cuyo puntal de bodega se mantenía entre los 12 y 15 pies. Por otra parte, es claro que la penalización del 10% para el entrepuente de 6 pies de ribera constituía una prima que animaba a los armadores a añadir un entrepuente cuyo puntal práctico no podía bajar de los 5,5 pies, ya que su volumen, en la espaciosa obra muerta, era siempre mucho mayor que el 50% de la bodega. La subida del 10% al 14% seguía dejando un margen de beneficio considerable a los armadores.

Lo que trata Monjo i Pons

Una ley del 19 de julio de 1849 establece en España y sus dominios el sistema métrico decimal. Aunque hasta el 1 de enero de 1860 no será obligatorio para todos los españoles, se hace la conversión de las unidades del arqueo de 1844 como sigue:

- 1 metro cúbico vale 46,226689 pies cúbicos de Burgos.
- 1 tonelada de 20 quintales pesa 0,920186 toneladas métricas.

El peso específico de agua de mar de 779 onzas por pie cúbico de Burgos es ahora de 1,0355 toneladas de 20 quintales por metro cúbico. El divisor de la fórmula, de 70,19 para medidas en pies de Burgos y arqueo dado en toneladas de arqueo de 8 codos cúbicos de bodega, será en lo sucesivo de 1,650087 para medidas en metros y porte en toneladas de arqueo métricas, de 1.000 kilogramos.

Sin embargo, todavía las medidas para el arqueo según la R. O. de 1863 se toman y se registran en pies y pulgadas de Burgos.

En relación con los métodos de arqueo seguidos hasta entonces en España como en el resto de Europa, comenta acertadamente Monjo en 1856 (I, p. 80 ss.):

Todos estos métodos de arqueo son erróneos, puesto que descansan en relaciones supuestas del peso de la nave al de la carga, y del espacio interior al desplazamiento en unidades cúbicas de agua salada. Sin hablar de la torcida inteligencia que dan algunos arqueadores a las reglas vigentes ni de la falta de observación de otras, y por consiguiente de la falta de uniformidad y legalidad que de aquí resulta en los arqueos.

Esta afirmación se confirma con los datos recogidos en el fichero de F. P. Colldeforns, donde se menciona cómo muchos de los barcos arqueados en Cuba en 1844 son arqueados de nuevo, con notables diferencias en las medidas y los portes, cuando han regresado a Barcelona. Y sigue:

Dos buques podrán tener sus capacidades geométricas o verdaderas muy desiguales y por tener iguales dimensiones de arqueo y semejante apariencia ser de igual porte ante la Ley... Se observa también que en estas reglas faltan los dos casos de tener el buque cuadra y mura muy delgadas, y de tener mucho plan, o poca astilla muerta.

Consecuente con sus críticas, denuncia «la necesidad que hay de una inmediata revisión del reglamento; y si se atiende a que con la adopción del sistema métrico vamos a entrar en una nueva era de uniformidad y de exactitud en todo lo tocante a medidas, resulta que sería por parte del Gobierno una omisión imperdonable si, antes de su definitivo establecimiento, no se ocupase seriamente de este punto, para que el sistema métrico y el nuevo reglamento de arqueo pudiesen establecerse simultáneamente».

Propone Monjo (I, p. 81) lo que denomina «Método Matemático-Legal para hallar el verdadero porte de la nave», que desarrolla sobre las bases siguientes:

1ra. El Gobierno fijará el peso del metro cúbico de agua salada en 1,026 toneladas como los franceses, o en 1,0355 de las 779 onzas españolas por pie cúbico de Burgos.

2da. El constructor presentará antes del bote del barco: (I) El plano de la nave, con el contorno exterior de las líneas de agua cuyo número y de ordenadas fijará el reglamento; y (II) el cálculo y trazado suelto de la curva estereográfica, aproximando los calados hasta los centímetros y los desplazamientos hasta los décimos de tonelada métrica.

3ra. Se examinará la conformidad de estos documentos entre sí y con el buque construido, y una vez aprobados se sellarán.

4ta. Cuando el buque esté aparejado, completamente equipado y a punto de cargar se medirá su calado medio y se fijará sobre la curva estereográfica los dos puntos correspondientes a este último calado y al de navegación señalado en el plano. La diferencia entre los dos desplazamientos que resulten será el porte legal de la nave.

5ta. En este estado se trasladará sobre una plancha metálica la escala estereográfica, grabando en ella la fecha, el nombre del buque, los calados y desplazamientos extremos y sus diferencias; y certificada su rigurosa conformidad con la escala presentada por el constructor, se estampará sobre aquélla el sello del Estado; y se mandará fijar en el paraje más visible, accesible y riguroso de la cámara; archivándose en la Comandancia el trazado original.

6ta. Quedará abolida la denominación y uso de la tonelada de arqueo y cuando quiera contratarse el flete no por el desplazamiento sino por el

arqueo o volumen embarcado, se empleará por unidad el metro cúbico; para lo cual el Gobierno establecerá un método legal, fijo y sencillo para medir en estos casos las capacidades interiores de la nave.

Se trata de una inteligente propuesta que sigue el criterio establecido por Francisco Ciscar en el *Reglamento* de 1831. Sin duda sirvió de inspiración para la R. O. de 1863, pero no pudo recogerse en el R. D. de 1874, que siguió la línea impuesta por la hegemonía marítima británica, aunque metricando las medidas. La idea de usar el metro cúbico en lugar de la tonelada de arqueo tendría una respuesta global en el vigente sistema internacional de arqueo, adoptado por la IMO en 1969.

El Reglamento de 1863

El 8 de agosto de 1863 se dicta una nueva R. O. por la que se cambia significativamente el método del arqueo en España.

- Se introduce una nueva dimensión: la eslora de la bodega, entre los dos mamparos extremos, que permite calcular la cabida real del volumen útil para la carga.
- El arqueo total, único hasta ahora, se divide en tres partes: un arqueo líquido, para la carga, cámara y efectos.
- La manga de arqueo, denominación habitual en los registros, aparece citada en las fichas de F. P. Colldeforns como «manga de carena», cuyo significado debe de ser el de manga en la flotación, y no el interno de la bodega. (v. gr. fragata *Curra*, Arenys)

La fragata *Curra* (S. Busquets, Arenys, 1845) es una muestra de la diferencia de arqueos entre 1844 y 1863. Se registra con dimensiones de:

- Eslora: 119 pies; Manga de cubierta: 33-6; Manga de carena: 31; Puntal: 17-5.
- El arqueo con la R. O. de 1844 anota en el registro 421,78 toneladas.
- Para el nuevo arqueo con la R. O. de 1863 se anotan otras medidas: Eslora: 116; Bodega: 80; Manga de cubierta: 33; Manga de carena: 31; Puntal 10. Con estas medidas da un arqueo total de 360 toneladas y uno líquido de 300.

El Reglamento de 1874

El *Reglamento* que firma el 2 de diciembre de 1874 el ministro de Marina, D. Rafael Rodríguez de Arias y Villavicencio, define el arqueo de una embarcación como «la medida de su capacidad o volumen interior», y la unidad «tonelada de arqueo» como el volumen de 2,83 metros cúbicos.

Las medidas se expresan en metros y centímetros más próximos y el resultado se registra en toneladas y centésimas de ellas.

El método oficial propone dos reglas para determinar el arqueo de las embarcaciones:

1. Regla primera

- Divide el buque en tres partes: bajo la cubierta de arqueo, entre ésta y la superior, y los espacios cerrados sobre esta última.
- Define la cubierta de arqueo como la superior en buques de una o dos cubiertas, y la segunda desde la bodega en los que tienen más de dos.
- La eslora se mide sobre la cubierta de arqueo, de dentro a dentro del forro interior.
- De esta medida se deducen el lanzamiento de la roda comprendido en el espesor de la tabla de cubierta y el lanzamiento de la bovedilla sobre una altura igual al espesor de la misma tablazón, más la tercera parte de la vuelta del bao en ese sitio. Con esto se considera el bao con una brusca parabólica.
- La eslora se divide en 4 partes en los buques con eslora hasta 15 metros, en 6 partes hasta 37 metros, en 8 hasta 55, en 10 hasta 69 y en 12 en esloras mayores.
- En cada sección se mide el puntal desde un punto marcado a la tercera parte de la vuelta del bao por debajo del canto superior del mismo hasta la bragada de la varenga al lado de la sobrequilla, descontando el espesor normal del forro de la bodega.
- Cada puntal se divide en cuatro partes iguales y en cada marca se miden las mangas del buque de dentro a dentro del forro interior. El área de cada sección transversal se calcula integrando las mangas en el puntal mediante la regla de Simpson, que supone arcos parabólicos por los puntos medidos. El volumen interno del buque se calcula integrando las áreas de las secciones transversales en la eslora con la misma regla de Simpson.
- De la misma forma se calculan los volúmenes de los espacios

cerrados por encima de la cubierta de arqueo, que se integran de igual manera pero dividiendo el puntal de cada sección en sólo en dos mitades.

Esta regla primera se aplicará a todos los buques que estén en construcción al publicarse el *Reglamento* y a todos los que en lo sucesivo se construyan en astilleros españoles.

2. Regla segunda

- Divide el buque en dos partes: los espacios que se hallan por debajo de la cubierta superior y todos los que se hallan cerrados y cubiertos sobre la misma.
- El volumen debajo de la cubierta superior se halla así:
- Se mide la eslora sobre la cubierta superior desde el canto exterior del alefriz de la roda hasta la cara de popa del codaste, de cuya medida se descuenta la distancia comprendida entre la intersección de la bovedilla con la cara de popa del codaste y el canto exterior del alefriz del mismo.
- La manga se mide en el fuerte y de fuera a fuera de forros.
- Se marcan en los dos costados, en una misma perpendicular al plano diametral que pasa por el sitio de mayor manga, los cantos superiores de la cubierta alta.
- Se hace pasar por debajo de la quilla una cadena que vaya de una a otra marca, y se mide el largo de esta cadena.
- Se suman la manga y el contorno exterior dado por la cadena. De esta suma se toma la mitad, se eleva al cuadrado, y el resultado se multiplica por la eslora y después por el factor 0,18 si los buques son de casco de hierro, o por el factor 0,17 si los buques son de madera o de construcción mixta.
- En ambos casos, el resultado obtenido se divide por 2,83 para tener el tonelaje.

La regla segunda se aplicará a todos los buques en servicio cuyas bodegas o entrepuentes estén obstruidos o en tal disposición que no sea posible tomar las medidas necesarias para aplicar la regla primera.

En los buques de vela se descontarán del tonelaje total, para obtener el neto:

- Los espacios dedicados exclusivamente al alojamiento de la tripulación.

- Los ocupados por el fogón y jardines para uso exclusivo de la dotación del buque.
- Todos los espacios cubiertos y cerrados que hubiera en la cubierta superior para el servicio de la rueda del timón, maniobra de anclas, y uso de cartas, cronómetros y demás objetos necesarios para la navegación.

(«Arqueo de las Embarcaciones Mercantes. Reglamento aprobado por Decreto de 2 de Diciembre de 1874. Instrucción para la aplicación del Reglamento. Madrid. Imprenta de Miguel Ginesta, 1875»)

Final

El 24 de septiembre de 1900 firma el ministro de Marina, D. Francisco Silvela, el *Reglamento de Arqueo* que sanciona en San Sebastián la reina regente el día 25. Este reglamento, en lo que respecta a los barcos de vela, reproduce fielmente el contenido del *Reglamento* de 1874, al que sólo añade los siguientes detalles:

- Aumenta el número de secciones transversales hasta 20 para los buques con eslora mayor que 130 metros.
- Descuenta también los siguientes espacios usados por el capitán, oficiales y marineros, incluso cocineros y mayordomo: los comedores; baños y lavabos; los pañoles del contraamaestre; cuarto del timonel, de banderas, derrota; en general todos los necesarios para servicio del buque y su entretenimiento; la botica, nevera, despensa, panadería, ropero, reposterías y chiqueros, siempre que estén contruidos de firme.

Como en los reglamentos anteriores del siglo XIX, se ordena: «El Comandante de Marina dispondrá que, por cuenta del armador o capitán del buque se grave en el bao de la escotilla mayor el tonelaje total y el neto del buque».

Esta provisión asegura que, en cualquier puerto de otra nación, sea conocido el arqueo de los barcos y pueda consignarse con exactitud ese dato en cualquier registro.

Comparación de los arqueos del siglo XIX

Los barcos del fichero de F. P. Coll-deforns que hemos estudiado nos permiten analizar los efectos que los cambios en la reglamentación del arqueo pudieron tener en la construcción naval del siglo. Se reproducen aquí los datos de los barcos que fueron medidos con cuatro reglamentos consecutivos, entre 1830 y 1906.

NOMBRE		TIPO		DRASSANA		BOTE-FINAL	
L	Q/B	MCUB	MBOD	P	ARQ	A NETO	REG.
Unión			P	Arenys		1834n 1881	
84,0	74,0	22,0		11,5	101,0		1830
86,0		25,0	24,0	14,0	173,0		1844
89,0		25,0	23,5	13,51	185,0	154,0	1863
25,53		7,29		3,83	144,76	137,52	1874
Copérnico			B	Arenys		1839u 1901	
89,0	81,0	26,0		12,0	175,0		1830
92,0		26,0	24,0	13,0	178,0		1844
90,0	58,0	27,0	25,0	13,3	198,0	165,0	1863
31,07		7,91		3,71	187,78	179,72	1874
Linda			C BG	Arenys		1855d 1907	
123,0		32,0	30,5	17,0	403,0		1844
120,0	80,0	32,0	30,0	17,5	403,0	329,0	1863
37,38		9,03		4,60	372,61	361,33	1874
38,68		9,38		4,55	350,02	295,10	1904
Nuevo Ramoncito			B	Barcelona		1841d 1880	
100,0	88,0	29,0		12,0	180,0		1830
100,0		28,0	26,0	14,4	191,0		1844
100,0	61,0	28,0	26,0	12,0	194,0	160,0	1863
28,08		8,05		4,12	198,55	188,62	1874
Rosa			BGB BG	Barcelona		1841d 1884	
110,0	94,0	28,0		11,0	152,0		1830
107,0		28,0	26,0	12,0	188,0	110,0	1844
80,0		28,0	26,5	11,5	210,0	170,0	1863
30,12		7,98		3,66	196,77	186,35	1874

San José				B	Lloret			1840d	1882
98,0	84,0	27,0			14,0	230,0			1830
92,0		26,0	24,0		15,0	230,0			1844
99,0	60,0	27,0	25,0		15,0	230,0	185,0		1863
28,85		8,10			4,06	202,77	192,63		1874
Casimira				P	Lloret			1839t	1878
90,0	79,0	28,0			12,0	170,0			1930
91,0	27,0	25,5			13,0	192,0			1844
88,0		27,0	26,0		12,0	177,0	137,0		1863
26,02		7,78			3,63	146,00	138,84		1874
Segundo	Mónica			B PG	Lloret			1835d	1881
88,0	77,0	28,0			10,0	131,0			1830
94,5		28,0	26,8		14,1	241,1			1844
94,0	53,0	28,0	26,5		14,0	232,0	179,0		1863
25,80		8,07			4,10	180,11	171,10		1874
Isabelita				P	Masnou			1853n	1920
86,0		23,0	21,0		13,0	205,0			1844
92,0		26,0	25,0		13,0	200,0	162,0		1863
27,22		8,05			3,83	188,67	179,24		1874
26,90		7,85			3,62	148,30	120,44		1906
Josefa				P	Masnou			1841d	1884
92,0	81,0	26,0			12,0	180,0			1830
94,0		27,0	26,0		13,8	200,0			1844
89,0		26,5	25,5		13,3	202,0	163,0		1863
26,50		7,74			3,69	161,10	153,58		1874
Primera	Tigre			P	Masnou			1840m	1892
83,0		22,0			10,5	139,0			1830
90,0		25,0	23,0		11,0	139,0			1844
92,0		26,5	25,0		12,0	184,0	140,0		1863
25,90		7,70			3,23	127,08	120,77		1874
Eduardo				B	Vilassar			1839d	1882
92,0	82,0	26,0			11,0	156,0			1830
92,0		26,0	24,0		12,5	171,0			1844
90,0	55,0	27,0	25,5		12,0	168,0	141,0		1863
25,60		7,85			3,63	135,28	128,52		1874

Se observa en esta relación la evolución del método de arquear a través de las medidas que se toman y los tonelajes que resultan.

- En 1830 se miden eslora en cubierta, quilla limpia, manga en cubierta y puntal en la bodega. El resultado es el arqueo o cabida del buque, que se expresa en toneladas de peso de 20 quintales, que son las que pueden embarcarse hasta el calado máximo, suponiendo un exponente de carga de 7/12 del desplazamiento.
- En 1844 se vuelve a expresar la cabida como volumen y se introduce en el cálculo la medida de la manga de la bodega. Se miden eslora y manga de construcción, en la cubierta, y manga de arqueo y puntal, en la bodega. El resultado es el arqueo total, en toneladas de arqueo tradicionales de 8 codos cúbicos de ribera, con un exponente de carga de 7/12 del desplazamiento.
- En 1863 se introduce el concepto de arqueo neto o líquido, como volumen de la bodega y entrepuentes, que no incluye los espacios de la tripulación ni los que se consideran esenciales para la navegación. Se toman las mismas medidas que en 1844 y se añade la eslora de la bodega, entre los dos mamparos de cierre en los extremos. El cálculo del volumen de la bodega se hace por integración de las áreas de un número de secciones transversales. Se obtienen como resultados el arqueo total, que antes era simplemente el arqueo, y el nuevo arqueo neto.
- En 1874 se miden las dimensiones en metros y se adopta el convenio de la Conferencia Internacional de Constantinopla para el cálculo de las áreas y de los volúmenes, mediante una aproximación parabólica de las formas. Los resultados se expresan en toneladas Moorsom de 2,83 m³, en lugar de los 1,518 m³ que eran los 8 codos cúbicos de ribera.
- Los reglamentos de la primera década de 1900 mantienen el método de 1874 para los barcos de vela, pero añaden nuevos conceptos para la deducción de los espacios que no componen el arqueo neto.

El arqueo en Gran Bretaña

Aunque desde 1422 se utilizaron reglas para cubicar la capacidad de los barcos «quillados» de Newcastle, y en 1694 se les obligó a marcar el calado máximo en los extremos, no es hasta 1773 cuando se promulga la primera ley que se aplica a todos los barcos mercantes. El sistema de arqueo de esta ley recibe el nombre de *Builders Old Measurement* (BOM), por ser el método tradicional de los constructores navales ingleses en siglos anteriores. La fórmula acep-

tada expresa la capacidad de carga de los buques en términos de «peso muerto» o exponente de carga, en función de las dimensiones principales del barco, en pies.

- La eslora (L) se mide en el alefriz de la quilla, entre los pies de las perpendiculares bajadas desde la cara de popa del codaste y el arranque del bauprés, en la cubierta alta. Se reducen 3 pulgadas por cada pie de calado para compensar la caída del codaste, y a partir de 1819 se descuenta la eslora ocupada por máquinas, calderas y carboneras. Este método de medición sobre el alefriz de la quilla es sin duda el origen del nombre de *las perpendiculares* que se usan en el plano de formas de los buques.
- La manga (B) se mide en el fuerte (las mangas máximas) y fuera de forros.
- La eslora de arqueo (E) se determina restando de L los 3/5 de B.
- El arqueo BOM, en toneladas, se calcula con la fórmula:

$$\text{Arqueo BOM} = (E) * (B) * (B/2) / 94.$$

Esta fórmula recoge las proporciones tradicionales de los veleros ingleses, en los que la eslora (L) es 4 veces la manga (B), y así la eslora de arqueo es 3,4 (B).

Como el calado medio es aproximadamente (B/2) y el coeficiente de bloque no se aparta mucho de 0,5, y como se cumple que

$$L = 4 / 3,4 * (L - 3/5 B),$$

el volumen de carena del barco resulta:

$$V = 0,5 * L * B * B/2 = 0,62 * (L - 3/5 B) * B * B/2.$$

Como una tonelada inglesa pesa lo que 35 pies cúbicos de agua de mar, y se puede suponer que los barcos de entonces pesaban en rosca el 40% del desplazamiento en carga, el peso muerto o exponente de carga es el 60% del valor del desplazamiento anterior, lo que justifica el valor del coeficiente 94 de la regla BOM.

Como en el caso español, la fórmula de BOM se basa en una cierta proporción de los barcos, con unas ciertas formas y el uso de ciertos materiales para construirlos, por lo que cualquier variación de estas características determinará arqueos inexactos.

Como en España, la aplicación de esta regla propició vicios de los constructores, especialmente en las formas de los extremos, que afectaban a la velocidad y a la seguridad del barco en la mar. Los desastres que se producen en estos barcos llevan al Almirantazgo a perseguir un sistema de arqueamiento para determinar el peso real de la carga que pueden embarcar los barcos, mediante reglas sencillas.

En 1836 se promulga una nueva ley de arqueos, la *New Measurement*, que calcula el volumen de todos los espacios bajo cubierta que pueden ser usados para estibar cargas. Su aplicación es bastante trabajosa, ya que se basa en la medición de la geometría del espacio de la bodega. Pero de nuevo se basa en la medición de pocas dimensiones, lo que propicia, una vez más, que se falseen ciertas dimensiones mediante cambios en el diseño que llegan a producir volúmenes reales de hasta el 115% de los arqueados.

En 1854 se promulga la ley de arqueo Moorsom, conocida como *British Tonnage Act*, que adopta como unidad la tonelada de 100 pies cúbicos. Para llegar a esta cifra, se dividió la capacidad cúbica total de todos los barcos mercantes británicos, calculada con las reglas vigentes (365 millones de pies cúbicos), por el tonelaje total de registro (3,7 millones), con lo que no se producía apenas variación en el tonelaje total registrado en Gran Bretaña. Esta será la base del sistema internacional de arqueo que va a permanecer en vigor hasta 1969.

En *The Shipwright's Vade-Mecum*, (Londres, 1805, pp. 251-252), David Steel reproduce el método que utilizaba Mr. Parkyns, del arsenal de Chatham, con el que conseguía calcular con gran exactitud las toneladas que realmente podían cargar los barcos mercantes:

- La eslora de arqueo es la longitud de la cubierta inferior, del alefriz de la roda al alefriz del codaste, multiplicada por 31/32.
- El puntal de arqueo es la suma de la manga máxima y la longitud de la cubierta inferior, multiplicada por 3/55.
- Poner este puntal sobre la traca de groeras y medir la manga fuera de forro en esa altura, en la astilla muerta, y a uno y dos tercios del puntal.
- La manga de arqueo es la suma de las cuatro mangas dividida por 4.
- Multiplicar la eslora de arqueo por el puntal de arqueo y por la manga de arqueo, y dividir el producto por 36,6666. El cociente, el porte en toneladas.

El arqueo en Francia

La *Ordonnance de la Marine* que publica Colbert en 1681 define el arqueo como el volumen interno de la nave y la unidad como el volumen de 42 pies cúbicos, equivalentes a $1,44 \text{ m}^3$, que hacen falta para estibar 4 toneles de vino de Burdeos, cuyo peso es exactamente una tonelada de 2.000 libras francesas. Estas barricas medían 2 pies y 1 pulgada de diámetro y 2 pies, 9 pulgadas y 6 líneas de largo, medidas de Francia.

El volumen se calcula multiplicando la eslora por la media de tres secciones de la bodega. La bodega se mide entre el canto de popa del palo trinquete y 8 pies a proa del codaste o desde el mamparo de popa. En estas dos secciones y en su mitad se mide el puntal desde la cara alta de la sobrequilla a la cara inferior del bao y se toma la media de las tres medidas. El ancho se toma en tres sitios: debajo del bao, en la mitad de cada altura y encima de la sobrequilla, y se toma la media de las nueve medidas. El producto en pies cúbicos del puntal medio por la anchura media y por la longitud de la bodega se divide por 42 para hallar las toneladas. Con ello se suponía que el peso del barco sin la carga era la tercera parte del peso con ella. Como hay barcos que pesan en rosca más que otros, el divisor en lugar de ser 42 debía ser 52 o 56, y hasta 80 o 100 en los barcos de armada.

Bouguer, en 1746, propone cobrar los derechos de puerto en proporción al volumen del paralelepípedo circunscrito a la carena, porque definía el espacio que ocupaban. La Revolución adopta para el arqueo una regla similar a la BOM inglesa, pues divide por 94 el producto de la eslora total, la manga máxima y el puntal de bodega más el entrepuente.

Al adoptar el sistema métrico, la Ordenanza Real francesa de 1837 substituye el divisor 94 por 3,80 para las dimensiones en metros. Con ello se corregía la regla para adaptarla a las formas más recientes de los barcos, ya que el coeficiente métrico de 94 era 3,20. Es decir, se reducía el arqueo en la proporción $3,2/3,8$ o, lo que es lo mismo, en $3/19$ del arqueo asignado por la regla precedente.

En barcos de dos cubiertas, la eslora de arqueo era el promedio entre la eslora de la cubierta superior y la quilla limpia, medida o estimada. El puntal de arqueo era de tabla de bodega a tabla de cubierta superior, sin contar los gruesos de ninguna.

El método se basa en que la carga admitida a bordo pesa $0,575$ del desplazamiento total, algo menos de los $7/12$. Supone que el desplazamiento del barco en carga es igual al espacio total de la bodega hasta la

cubierta superior, y que este espacio es igual a 0,446 del paralelepípedo circunscrito a la carena. Toma el peso específico de agua de mar = 1,026 toneladas por metro cúbico. Con estas suposiciones, el divisor de la fórmula de arqueo francesa, de 3,8 toneladas de arqueo para medidas en metros, representa un valor de 1,695 metros cúbicos de la bodega por cada tonelada de arqueo o capacidad.

Esta regla estuvo en vigor en Francia hasta que, por decreto de 24 de diciembre de 1873, se adoptó el sistema Moorsom.

El arqueo en Italia

La misma regla de la Revolución Francesa es adoptada en 1826 por los reinos de la Cerdeña y las Dos Sicilias, y por el Estado pontificio. Las regiones bajo dominio de Austria usaron un divisor de 110 en lugar de 94.

Cuando se adopta el sistema métrico, la Toscana usa un divisor de 3,4, mientras que el Estado pontificio usa el mismo 3,80 que Francia. Al establecerse la unidad italiana, el 19 de mayo de 1862, se adopta el divisor 3,80, el cual permanece en vigor hasta la adopción del sistema Moorsom en 1873.

El arqueo en el norte de Europa

Los países ribereños del Báltico y del mar del Norte, relacionados desde el Medievo en su comercio marítimo a través de la Hansa, usaron como unidad de medida de peso el *last* sueco, de 4.000 libras, que era la cantidad de grano que podía cargar un carro tirado por cuatro caballos. Desde su origen, este arqueo significaba tanto un peso como un volumen. El *last* fue adoptado por Prusia en 1815, con valor de 4.000 libras.

Para la importación de los vinos de Francia, Holanda define el arqueo en 1631 por el producto de la eslora, la manga y el puntal, que divide por 200. Posteriormente, Ámsterdam divide el volumen en pies cúbicos de la bodega por 125 para hallar los *lasts* prusianos.

Dinamarca usa en 1830 el *last commerz*, de 5.200 libras o 2.600 kilogramos para el exponente de carga, cuyo valor mide por diferencia de volúmenes hasta las flotaciones en rosca y en plena carga.

Los estados bálticos alemanes fijan en 1850 un divisor común de 58 para obtener unas toneladas de arqueo de 2.000 libras.

El sueco Chapman multiplica la eslora en cubierta entre roda y codaste por la manga dentro de forro y por el puntal de tabla a tabla; divide el producto en pies cúbicos suecos por 200 y los 5/6 de este cociente es la carga que puede embarcar en *lasts* de 5.760 libras suecas, de las que 1.000 valen 863,8 libras francesas, y con 13-1/8 pulgadas suecas por cada pie de rey francés.

El arqueo en los Estados Unidos

La primera disposición marítima de la república norteamericana data de 1789 y establece el arqueo como el producto de las tres dimensiones principales, medidas en pies, dividido por 95, para barcos de una o dos cubiertas.

En 1859, el cálculo del arqueo en los EE.UU. se hacía con las medidas y la fórmula de la regla siguiente, recogida en el reglamento del *American Lloyd's* de ese año:

- La eslora, de la cara delantera de la roda a la cara trasera del codaste, en la cubierta.
- La manga del bao, por fuera de la tablazón, en lo más ancho del barco.
- El puntal de la bodega, desde el soler junto a la sobrequilla hasta la cara inferior de las tablas de cubierta.
- Restar de la eslora 3/5 de la manga, multiplicar lo que queda por la manga del bao y ese producto por el puntal de la bodega, y dividirlo por 95.
- Para los barcos que tienen dos o más cubiertas, proceder como antes para medirlos y calcularlos, con la diferencia de tomar media manga del bao para el puntal de la bodega.

En el *Record of American and Foreign Shipping* del año 1883 se utiliza una nueva forma de medir y calcular el tonelaje de registro o arqueo:

Nueva fórmula para el arqueo: $0,75 \times L \times B \times H / 100$

La eslora se mide ahora de dentro a dentro de roda y codaste, en la cubierta.

En su libro de 1870, el *American Lloyd's Registry of Shipping* dis-

cuta la validez del arqueo vigente para determinar la capacidad de carga máxima y presenta una discusión sobre el desplazamiento en carga y la línea de inmersión que subsistirá en todas las ediciones sucesivas, hasta que en 1883 deje de publicarse este reglamento. Para resolver la disputa entre armadores y aseguradores sobre cuál debe ser el límite de seguridad del desplazamiento en carga, propone unos valores del francobordo calculados como una fracción del puntal de la bodega, que disminuyen desde 3 pulgadas por pie para puntal de 12 pies hasta 1-1/2 para puntal de 8 pies en barcos con una cubierta.

Desde 1864 el Congreso introduce la «exención de alojamientos», descontando del arqueo neto todos los camarotes y camareras construidos por encima de la primera cubierta cuando no fuera la superior del barco. En 1882 se añade la deducción de los espacios de la tripulación hasta el 5% del arqueo neto, así como de todos los espacios de máquinas y combustible hasta el 50%. Para 1909, la legislación americana introduce correcciones para que los arqueos de sus buques estén en mejor consonancia con los de los países europeos.

Las especificaciones

*A is the anchor that holds a bold ship,
B is the bowsprit that often does dip,
C is the capstan on which we do wind, and
D is the davits on which the jolly boat hangs.*
«The Sailor's Alphabet», SEA SHANTY

Los contratos de construcción de los veleros del siglo XIX constituyen una fuente incomparable de datos para conocer qué elementos del casco eran esenciales para el astillero y el dueño, los materiales que utilizaron y los escantillones que tenían.

En este capítulo reproducimos cuatro contratos de construcción firmados entre 1837 y 1857, que cubren los años de progresión constructora naval española en madera. Dos son bergantines, uno construido en Lloret en 1837 y el otro en Santander en 1857. Otros dos son fragatas construidas en Mataró en 1847 y 1857. Hemos analizado los escantillones de todos ellos y los hemos comparado con los que regían en los primeros reglamentos norteamericanos que reseñamos en otro capítulo.

Estos contratos, redactados en el mismo estilo que seis siglos antes, en España como en Italia, substituyen a las especificaciones para la construcción, en una época en que éstas sólo se establecían para los barcos militares. En los contratos que reseñamos se indica no sólo el tipo de madera sino de dónde debe traerse: en un caso, de Llamera (Asturias), en otro de Charleston (EE.UU.).

El capitán, dueño del barco en su mayor parte, debía decidir sobre los elementos no estructurales y sobre los detalles, que se acababan a su gusto, con la ayuda de una maqueta o modelo de astillero.

Hemos señalado en cursiva los términos cuya explicación añadimos al final.

Complementamos los contratos con una explicación de los elementos principales de la estructura del casco, según la *Cartilla de Construcción Naval* publicada en 1828 por Timoteo O'Scanlan, que fue texto de referencia obligada durante todo el siglo.

Bergantín de Lloret, 1837

Extraído del libro *La Marina Mercant de Lloret de Mar, segles XVIII i XIX*, de Agustí Maria Vilà i Galí, publicado por el Ayuntamiento de Lloret de Mar en 1992. Traducido del original catalán por F. Fernández González, respetando la puntuación del original.

CONTRATO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE BERGANTÍN *Juan A. Díez* (a) «Paquete Dos de Mayo» (1837)

Contrato celebrado entre las partes del Capitán Silvestre Parés y el maestro constructor Agustín Macià para la construcción de un Bergantín por cuenta del dicho Silvestre Parés, de las medidas siguientes:

Quilla limpia	treinta guás	30
Eslora	treinta y cuatro id.	34
Manga	treinta y nueve palmos	39
Puntal	diecinueve palmos y medio	19,5
Altura del dragante	veintitrés palmos y medio	23,5
Altura de la proa	veintiún palmos	21
Lanzamientos a proa	quince palmos	15
Lanzamientos a popa	dos palmos y medio	2,5
Obra muerta	seis palmos y cuarto	6,25

La quilla será con 3 piezas de 9 pulgadas de grueso y 14 pulgadas de alzado, o más si lo da la pieza, e igual grueso y alzado debe tener la roda y el codaste, todos de roble, sin encajaduras ni semas.

Las cuadernas, de roble de 6 pulgadas en cuadro, que tendrán 12 pulgadas de espesor y nueve de clara, un grueso en la primera varenga de 7 pulgadas, disminuyendo a 5 en la regala.

El palmejar de roble de 3 piezas; cada empalme abrazará 4 cuadernas para ligar mejor, palmejar [¿] pulgadas (las 2 de endentadura) y ancho todo lo que den, disminuyendo en proporción a popa y proa.

Las sobre escoas de roble proporcionado a las varengas, de tres hileras dobles, de 17 pulgadas de espesor cada hilera y 3 pulgadas de grueso, de pino de la tierra.

Las tracas de pino de 12 pulgadas de alzado y 2 de grueso endentadas en las cuadernas 2 pulgadas, debajo de las cuales se pondrá un durmiente de 3 pulgadas de grueso.

En la bodega tendrá 3 buzardas a proa y a popa, una buzada y un *escorpi* todo de roble del grueso y anchura proporcional a dicho Barco.

La cubierta será corrida y formada de baos de pino de popa a proa que tendrán de grueso al menos 6 pulgadas y 9 de ancho desde las columnas del molinete hasta la *arrambada* de la cámara, y 5-1/2 de grueso en los extremos de popa y proa, y el espacio del uno al otro de 17 pulgadas, los baos de las escotillas mayores y fognaduras tendrán 1-1/2 pulgadas el grueso y 2-1/2 de ancho, igualmente los baos que forman el caramanchel (o cubichete), que será a gusto del Capitán.

La cubierta tendrá 12 pulgadas de brusca y será aviada de popa a proa y la tablazón tendrá el grueso de 3 pulgadas y 5-1/2 de ancho de pino de Tortosa sin semas.

El trancañil será de pino de 8 pulgadas de alzado netas y 13 de ancho endentado como corresponde en las cuadernas y baos.

Tendrá 5 cintas de 8 pulgadas de ancho y 4-1/2 de grueso.

La tablazón del fondo será también aviada de grueso de 3 pulgadas con 4 hiladas de roble del mismo grueso sin *cuñillos* ni semas.

La orla (o escoperada) será seguida y tapada del mismo pino de la cubierta trabajada a la Americana con su batayola correspondiente dejando las falucheras que determine el Capitán. La escalamera repartida con igualdad toda a canto vivo tendrá de grueso 6 pulgadas en cuadro disminuyendo a 5-1/2 en la batayola; en las mesas se pondrán los dichos chaflanes dobles (escalones) por causa de la obencadura.

El dragante con sus curvas en cada cabeza deberá ser de roble, como también el sobre dragante y escálamos *de llamera*, advirtiendo que en toda la estancia del *ruedo* de la popa sobre la cubierta seguirá el mismo orden del trancañil.

Tendrá 2 columnas de roble para colocar el molinete, las cuales tendrán de la parte de proa 2 curvas de roble endentadas con los baos; hará el molinete correspondiente a sus espeques.

Deberá tener el dicho Barco su correspondiente gorjera y a gusto del Capitán con maquetas.

Será obligación del dicho Maestro los sollados de la cámara y proa con sus correspondientes mamparos de longitud y anchura que quiera el Capitán y la caja de bombas.

El timón deberá ser de roble o de pino de teya y las gatas de roble o pino al gusto del Capitán.

Dará el constructor Lancha y bote proporcionado al dicho barco con sus timones y la lancha con su gavieta, molinete, escalamos de *peño* y mortajas.

Dará también la zapata de pino para la quilla de alzada 5 pulgadas, posará puntal bajo la cubierta afianzados con la cuerda y la cuerda ententada en los baos; pondrá bancaza, carlingas para los palos que deberán ser de roble, maniguetas, cabillas y 2 cañas para el timón del Barco.

Desde el dragante siguiendo la hilera de las primeras varengas tendrá 1 buzada por cada banda de roble.

Las regalas tendrán 3 pulgadas de grueso, los guindastes proporcionados de pino, los pescantes de amuras de trinquete y los del bote en proporción.

Los empalmes de las tracas abrazarán el ancho de 2 cuadernas por lo menos.

De cochinata a cochinata habrá 6 pulgadas de clara.

Las astas de proa serán dobles y apañadas una con la otra, la tabla de cubierta y fondo toda a canto vivo sin semas.

Las curvas necesarias a los baos de las fognaduras, formar el pañol, colocación de escobenes, imbornales, cabilleros al pie de los palos y de las mesas y demás frioleras que no se hace mérito por olvido y que no obstante son cosas indispensables del barco no expresadas en el presente contrato.

Es obligación del maestro trabajar toda la arboladura. La obra del calafate, herrero, embetunar y obra de carpintería a cargo del Capitán.

Facilitará las anguilas y las pondrá a punto de trincar.

Las pulgadas expresadas en el presente contrato son pulgadas de Burgos.

(...)

En Lloret a los 18 días de Agosto de 1837.

Firmado: Silvestre Parés, Agustín Masías.

Explicación de los términos que dejamos como en el original:

- *Escorpit* = escorpión; también la capa en el alcornoque, entre corcha y leño.
- *Arrambada* = arrumbada; estibada, en el costado.
- *Rost* = brusca (subida en pendiente).
- *Peño* = préstamo (¿desmontable?).
- *Cudillo* = especie de nudo, huella de una rama en el tronco.
- *Ruedo* = espacio redondo; contorno circular.

- *Sema* = trozo de corteza no escariado, o hendidura causada por una presión.
- *Llamera* = lugar de Somiedo, Asturias, con árboles autóctonos (haya, roble, etc.).

Fragatas de Mataró, 1847-1857

Extraído del libro *Constructors Navals de l'exProvíncia Marítima de Mataró. 1816-1875*, de Joaquim Llovet, publicado por la Caixa d'Estalvis Laietana de Mataró en 1971. Se ha respetado la grafía con que aparece en este libro, con sus faltas y erratas.

CONTRATO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA FRAGATA ANTONIETA (1847)

p. 115

CONTRACTE PER A LA CONSTRUCCIÓ DE LA FRAGATA ANTONIETA (1847)

Entre partes de Don Francisco Roget y Roca, del comercio, y del maestro constructor Don Salvador Busquets, Vecino de esta Villa, se há celebrado la presente contrata para la construcción de una Fragata de las dimensiones siguientes:

	Dimensiones
Quilla limpia	10 Pies de Burgos
Manga	34 id.
Puntal	20 id.
Hancho de Yugo	25 id.
Lanzamiento de codaste	2 id.
Id. de Proa	10 id.
Alto de obra muerta	4 id.9 pulgadas

Condiciones

1. La quilla, roda y codaste serán de roble sin la más mínima falta que puede perjudicar la solidez que deven tener estas piezas, su grueso 12 pulgadas con 16 de peralto descontando de este el alefriz competente.

2. Las cuadernas serán de roble de 7 pulgadas de gruesa y 14 de cuaderna doble en sentido de Popa a Proa 7 pulgadas de claro de una a otra con 12 id. de bragada en la maestra aumentado proporcionalmente azia los piques y orquillas deviendo tener 37 Maderos Dobles en los centros de buque a buque.

3. Tendrá 12 Palmos por banda de tablones de roble de 3 1/2 Pulgadas grueso é igual grueso los demás de pino de la tierra, siendo unos y otros de canto vivo lo mismo deberá ser las 10 sintas por banda però del grueso de 5 Pulgadas y 8 de ancho, poniendo el constructor el mayor esmero a fin de que quedan perfectamente abiadadas y no pondrá en ningún tablón ni sinta dicho ninguna sema.

p. 116

4. La regata tendrá 6 Pulgadas de grueso y el ancho que le corresponde sin ninguna sema afin de hacerse los bordones que tenga habien el Capitán o dueño que serán a cargo del maestro.

5. Los baraganetes seran de roble bien limpios de 7 Pulgadas grueso y 8 de hanco en sentido de Popa a Proa, con 5 114 Palmos de distancia de centro á centro afin de que baian entre cuaderna y cuaderna, bien calados y curamentados para la mayor estabilidad y firmeza de la borda y en todo el largo que ocupan las mesas de guarnición solo tendran de centro á centro 2 1/2 Palmos debiendo dichas mesas hir colocadas en la bateiola del ancho que le corresponde para quedár bien las obenjes.

6. La borda será tapada por cuenta del constructor de Pino de Flandes bien limpias de 2 pulgadas al exterior de 1 1/2 Pulgada al interior con costuras seguidas de popa a proa y bien trabajado.

7. La cubierta será de tablones de teia de Charleston ó Norte America de 3 1/4 pulgadas grueso y 5 id. de hanco en los centros y bien repartidos para su mas esquisita vista con el bien entendido que la tabla inmediata al trancanil deberá tener 5 1/2 pulgadas de grueso y 10 de hanco endentada con los baos 2 1/4 pulgadas.

8. Los baos de la cuvierta de 12 Pulgadas en cuadro encurbados todos ellos horizontalmente por la cara de popa y Proa con curvas de roble, del grueso de 7 Pulgadas y buena bragada con 4 Pies de claro de Bao a bao deviendo tener el intermedio un medio bao de 7 Pulgadas grueso y 9 de hanco llevando a demás cada bao un bordón de media caña y un bordoncito todas las tablas de la cubierta por la parte de abajo.

9. Los trancaniles tendrán 11 Pulgadas de Alto y 14 de Ancho en-

dentados con los baos y de forma que combenga con un bordon al canto de la parte de cuvierta sin falta alguna.

10. Los durmientes o tracas de la Cuiuerta tendran 10 Pulgadas de grueso y 12 de ancho, debiendo hir los baos de los cuiuertas á cola de Pato a los durmientes y dichos durmientes endentados con las ligazones con un medio durmiente o Contubal por debajo de 6 pulgadas grueso y 10 de ancho.

11. En la bodega y en la altura de 6 pies de la Cuiuerta principal para abajo ó bien en donde determine el Dueño se forma el entrepuentes corrido de popa a proa y tanto los baos como medios baos, trancaniles, contra trancaniles, curbas, dormientes y demás tendran los mismos gruesos y anchos que la Cuiuerta principal, solo que será tapada con tablon de pino de la tierra de grueso 3 1/4 Pulgadas y 8 de ancho y bien repartido para su bonita vista desde Popa del todo hasta Proa y á los baos se les formará un bordon rodondo y en las tablas ninguno.

12. Tendrán ambas cuiuertas por debajo y en el centro una cuerda de Popa a proa, de 10 pulgadas en cuadro endentadas 3 pulgadas con los baos y sus bordones.

13. Todo el espacio que media desde la cuiuerta principal hasta el entrepuentes deverá hir forrado de tablon de pino de la tierra del grueso de 3 Pulgadas y 10 de ancho dejando en medio forro sin tapar un claro de 6 Pulgadas de popa á proa afin de pasar los aires.

14. Tendrá 5 barengas dobles por banda esto es desde los baos de entrepuentes por abajo dos de ellas por banda entadas con las ligazones que

p. 117

por esto se les dará 4 1/2 Pulgadas de gruesa á estas y 3 1/2 á las otras sin endentár debiendo tener cada tablon de unas y otras 10 Pulgadas de ancho y 10 demás desde la primera barenga hirá tapado dejando formado el *Paíol* como se acostumbra poner en buques grandes.

15. El palmajar o sobre quilla y otro que se apoiará seran de roble endentado y proporcionado a los ligazones y dimensiones del buque.

16. Las cochinas tendrán 9 pulgadas de grueso y 3 1/2 de claro de una a otra y dos porcas por cada parte que también serán de Roble tendran 9 Pulgadas de alto y 7 de ancho endentadas con las ligazones y peto de popa debiendo tener buena bragada.

17. Deverá estar masisado de madera de roble desde la primera cuaderna de proa hasta la roda é igualmente todo el andar de las mesas de guarnicion de banda y banda hasta la traca ó durmiente de entrepuentes como también el cuerpo de popa.

18. La contrarroda y sobre Yugo deveran ser bien robustas y la primera deberá tener buen espesor particularmente en el andár de la punta del branje con una junta de 1 a quilla con condición que todas las juntas de las piezas madres deberan angurarse bien.

19. La quilla deberá estar en cuatro piezas debiendo tener sobre quilla 18 pulgadas de ancho y 13 id. de peralto con 3 pulgadas endentado a los ligazones disminuyendo su grueso y hancho hacia los extremos.

20. Tendrá otcho curbas á proa bien robustas y prolongadas endentadas á los ligazones, igualmente 5 a Popa o sean escorpines.

21. Tendrá un tajamar bien echo. Un molinete con sus columnas bien robustas de Nogal ó pino de Valencia de 10 Pulgadas de grueso y el ancho que le corresponde sus curbas por la cara de proa prolongadas hasta el trancanil endentadas con los baos y la columna ó pie de lingotes del molinete tendra 20 pulgadas en cuadro y tambien una curba para la cara de proa bien robusta hasta el trancanil a cuya se afirmará el baupres y tanto esta como las demas de bonita vista, las dos columnas primeras deberán llegar hasta el entrepuentes y el pie de lingotes hasta la quilla y poner 3 sepos para las anclas madera roble.

22. Tendrá 2 guindastes uno a proa y otro a popa para afirmar el Gigre, este de vera tener 10 Pulgadas en cuadro hasta la afirmación de la máquina y menos arriba, el de proa 8 pulgadas grueso y 9 de ancho. Un clavillero de popa á proa á cada parte de madera de teia de Charleston de grueso de 5 pulgadas, el ancho correspondiente endentado lo posible en cada barraganete.

23. La Bateiola de la borda tendrá 12 pulgadas de ancho y 6 1/2 de grueso de madera de Vinaros o otra madera que sea listada. Las brazolas de las escotillas tendrán 8 pulgadas de grueso y el peralto que les corresponde con sus molduras. Dos serviolas o gatas para las Anclas de 14 pulgadas en cuadro y dos Cornamusas grandes encima del Castillo.

24. Tendrá dos escobones por banda con su concha para las anclas con un Castillo que se formará desde la roda de Proa hasta 6 palmos á la cara de popa de las serviolas, con baos de 8 pulgadas en cuadro deviendo hir el bao de popa encurbado con curbas de roble y la tablazón de dicho castillo será del grueso de 3 pulgadas siendo también obligación del maestro

p. 118

montár y colocar encima de dicho Castillo un Cabrestante en la forma que combenga y poner de 8 Pulgadas grueso las piezas en donde descansan las uñas de anclas.

25. Tendrá a la distancia de 58 Palmos desde la roda de Popa para proa la formación de la Camara empesando á dicho punto según la cuaderna doble hasta la altura de la bateiola cubierta que se formará de 16 palmos de alto colocando una traca o durmiente de popa á proa de 10 pulgadas y el ancho que le corresponde con un medio durmiente o contubal de 3 Pulgadas deviendo tener 14 Baos de 10 pulgadas ancho y 6 de alto endentados todos ellos a cola de pato á los durmientes y a cada formación de Camarote se pondrá una curba de roble horizontal que amadrine el bao con la traca, otras que amadrinen la popa, esto es una al andar de la betiola principal, otra al andar de la cubierta y otra al andar de la bateiolita de arriba; tendrá sus baraganetes afin de formar la bateiola que será esta de alto 2 1/2 Pulgadas y de madera de pino teia de charleston que servirá de clavillero y 2 1/2 Palmos de alto la borda.

26. Dicha camara sera tapada de pino teia de Charleston por el mismo orden que la cubierta principal sin diferencia ninguna y el trancañiles seran de pino de la tierra deviendo tener un bao de 12 Pulgadas en cuadro apoiado a la cubierta principal a la formación de la Camara afin de colocarse los montanes para hacerse el mamparo y los dos montanes de las amuradas seran de cuenta del constructor deviendo ser bien grandes afin de serrar las aguas poniendo encima de dicha camara las cosas que tenga a bien el Capitan para la formación de caramancheles y lo propio a dentro de la camara.

27. Deberá tener sus mamparos uno a popa en el entrepuentes de madera de flandes de 1 1/2 Pulgadas grueso para la despensa. Otro para la Sta. Barbara, otro para la Carbonera, ambos dos con sus soltados correspondientes, otro a la cara de proa del Palo trinquete con una puerta a cada parte y a la distancia de 9 palmos se formará a cada parte otro mamparo para hacerse un peñol para jarcia y otro para Velamen y lo restante para rancho de proa y este sus dueños.

28. Tendrá tanto en la bodega como en el entrepuentes sus pies de carnero y sus puntales de 9 pulgadas en cuadro, estos y 10 de ancho los de carnero y a popa las curvas bien robustas afin de que amadrinen bien el Yugo con las cuadernas y lo mismo en el entrepuentes.

29. Tendrá una caja de bombas, otra para las cadenas a la cara de proa del palo mayor encima del entrepuentes del modo que disponga el Capitan todo en tablas de 1 1/2 Pulgadas de grueso.

30. Tendrá su Lancha y dos botes de dimensiones proporcionadas al buque, sus calcos para la lancha gaviete y mocho de ella deviendo estas embarcaciones ser trabajadas con toda pulidez y lo mismo de vera ser el fagon de madera de flandes y grandor proporcionado al buque, tambien

deberá hacerse el tambucho de Proa con dos entradas una a estribor y otra a babor y dos puertas a cada entrada, conteles a todas las escotillas de cubiertas y camara del grueso de 2 pulgadas la tablazón sus barrotes correspondientes y bien trabajados, habrir 6 inbornales, hacer dos baraderos para el costado para la carga y descarga, habrir un Ujero a popa para el Comun.

31. Es obligación del constructor formar la bateria, hacer la empavesada del modo que destine el Capitan, los portalones de madera de Nogal

p. 119

y todo bien trabajado como también poner dos piezas a Popa para firmar las brazas.

32. Es obligacion del constructor á cepillar las cintas costado hasta la linea de agua, las dos cubiertas, brazolas de escotillas, Guindastes, bateiolas, trancaniles, forro de proa, hacer sus bordones en donde combenga poner de su cuenta en las cintas, costado, cubiertas y demás que sea necesario los taponos de madera correspondientes y sepillos todos los baos.

33. Esta obligado el maestro dejar el buque con todas sus escoteras y cornamusas correspondientes, hacer la concha del baradero de la uñas de las anclas, dar doze barras de olmo para el molinete, seis espejas, seis barras para el Cabrestante, una Caña de timon, la Zapata para la Quilla y forrar las masquetas o masicarlas para su mas bonita vista, poner dos cornamusas grandes al dejar las obenv. de trinte.

34. Esta obligado el constructor trabajar toda la arboladura y dar la madera para las catchuzelas, baos, cofas, tamboretos, cruzetes de Nogal o Caoba y todo trabajado con la pulides posible.

35. Todas las piezas que deven ponerse en este buque y no se hallan especificadas su grueso deveran tener de largo y grueso que les corresponde siempre en regla de construcción y en sentido de bien reforsado y tanto ellas como las demás bien trabajadas de buena y sana madera y con las menos semas posible en la madera de Roble, quedando ya en otro capitulo que no puede haber semas en el tablazón de Roble ny Pino.

36. Es a cargo del constructor dar el buque Clafateado con tres hilos de estopa a las 3 cubiertas, es decir Camara, cubierta principal y entrepuentes, cintas, y quilla 5, cinco, y tres al fondo, dar brea á la madera de Roble en donde se nesite de colorada y de negra igualmente afin de habitar las rajaduras que por esto se dara de la Roja en los parajes visi-

bles. Se dará Alquitrán a la parte de fuera de las cuadernas, encima de los baos, y curbas, todo hantes de poner trancaniles y tablazón ninguna como también se dara alquitran a todo el casco por dentro desde el entrepuentes para abajo, dar fuego, betun de alquitrán, Brea negra umo y sevo, como se acostumbra, abrir y tapar sanjas, estañarlo, poner anguilas correspondientes a su magnitud y parales necesarios como tambien una Sota Quilla que trabajara por igual con las Anguilas, este devera ser de madera de Roble con sus ojeras para pasar los cabos que deven trincarse las anguilas afin de que el buque trabaje sobre dicha Sotequilla.

37. Es a cargo del constructor el forrar la camara desde la regala hasta debajo de los baos, con tablas de 1 1/2 pulgadas ala parte de dentro y de 2 pulgadas ala parte de fuera de madera de Flandes por el mismo orden que la borda solo que en todo el paraje que da ala Camara deverá ser clafateado lo que sea necesario.

38. Solo será obligación de los dueños del Buque el pagar la perneria, Clabazón, Plomo y demás fierro, como tambien toda la percheria para la Arboladura, todo lo demas es a cargo del maestro constructor.

39. Bajo estos pactos y condiciones queda ajustado dicho buque por el valor de Dies mil pesos fuertes, los que seran entregados en 1^a 2^a 3^a paga del modo y forma siguientes: 1^a al plantar la quilla, 2^a al poner las cintas y la ultima a medida que baia adelantándose el buque, deviendo quedar listo para botarse al mar a mediados de Diciembre del año proximo y para su

p. 120

cumplimiento respectivamente firmamos dos a un tenor y solo efecto, en la Villa de Arenys de Mar a veinte de noviembre de mil ochocientos cuarenta y siete.

Francisco Roget y Roca

Salvador Busquets.

Arenys de Mar, Arxiu Històric i Museu Fidel Fita, Ms. 126-M, llibre de depeses de la construcció i comptes dels viatges de la fragata Antonieta (1847-1856), fs. 1-4. Agraïm a l'amic Josep M. Pons i Guri, la indicació d'aquest manuscrit i dels demás de l'arxiu d'Arenys de Mar.

Resumen de medidas y escantillones

Quilla	110
Manga	34
Puntal	20
Yugo	25
Lanza. codaste	2
Lanza. roda	10
Obra muerta	4-9

Pies y Pulgadas de Burgos; pa = palmos

Piezas dobles = d

Todas las piezas de Roble, salvo otra cosa

PT (pino tierra); PF (pino Flandes); TC (*teia* Charleston)

	NÚM.	ANCHO	ALTO	CLARA	
Quilla	4	12	16		
Cuaderna (cada)	37d	7			
Varenga	37d	7	12		
Forro c/banda	12	3-1/2	1 pa		
Íd. íd. resto		3-1/2	1 pa		PT
Cintas/banda	10	5	1 pa		
Regala			6		
Barraganetes		8	7	5-1/4 pa	
Íd. en mesas		8	7	2-1/2 pa	
Tapa de borda			2 a 1-1/2		PF
Tabla cubierta		5	3-1/4		TC
Contratrancanil		10	5-1/2		TC
Baos cubiertas		12	12	4 pies	
Curvas valonas íd.		7	7		
Trancaniles		14	11		
Durmientes		12	10		
Sotadurmientes		10	6		
Tabla entrepuente		8	3-1/4		PT
Eslora, c/cubierta	1	10	10		
Forro interno e/pte.		10	3		PT
Bulárcamas/banda	5d	10	4-1/2		
Cochinatas			9	3-1/2	
Porcas	2	7	9		
Sobrequilla		18	13		
Buzardas proa	8				
Buzardas popa	5				

Extraído del libro *Constructores Navals de l'exProvíncia Marítima de Mataró. 1816-1875*, de Joaquim Llovet, publicado por la Caixa d'Estalvis Laietana de Mataró, 1971.

CONTRATO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA FRAGATA
NUEVO, BUENAVENTURA (1857)

p. 127

CONTRACTE PER A LA CONSTRUCCIÓ DE LA FRAGATA,
NUEVO BUENAVENTURA (1857)

Contrata celebrada entre los Sres. Serra y Parladé del comercio de Barcelona con intervención del Capitán D. Andrés Roig, y el maestro constructor D. Francisco Sagarra para la construcción de una Fragata en el Astillero de Mataró de las dimensiones siguientes.

Quilla limpia	140	pies de Burgos
Eslora	147	id. id.
Manga á la linea del fuerte	35	id. id.
Id. á la boca ó cubierta principal	34	id. id.
Puntal	20	id. id.
Yugo las dos terceras partes de la manga del fuerte	23-1/3	id. id.
Alto de entre puente á gusto del Capitán		

Quilla. Esta será de roble del grueso de 14 pulgadas y 17 de peralto en tres piezas si es posible con los empalmes de 4 pies sin ninguna falta que pueda perjudicar su solidez y duración, cuya circunstancia se hace precisa á todas las demás piezas que compongan el buque.

Encima la referida quilla se colocará un dormido de 14 pulgadas alto y 17 de ancho cuyo dormido formará los finos del buque en el cual iran endentados los maderos y entre los dos formarán el regalibo que se quiere tenga el buque.

Codaste. Este será también de roble de una sola pieza con el grueso y ancho de la quilla a la parte inferior, y en su cabeza tendrá 18 pulgadas para recibir el caperol del timon.

Roda de proa. Este será también de roble de una sola pieza con el grueso y ancho de la quilla.

Contraroda. Será también de roble de una sola pieza con el alto de 14 pulgadas y ancho correspondiente, aumentando á la parte superior hasta 20 pulgadas afin de no debilitar las columnas del baupres para el asiento de este; dicha contraroda se unirá con el dormido arriba dicho.

Armazón de la popa. Se compondrá del yugo que será de roble con

p. 128

18 pulgadas en cuadro, enseguida de éste habrá las cochinatas, que tendran de grueso 9 pulgadas y 3 de claro y a las frentes de estas apoyando á los extremos del yugo, irán las aletas del grueso de 8 pulgadas y 10 de alto.

Curva coral. Será de roble partiendo de la última cochinata del pie de la aleta hasta ligar debidamente el empalme del codaste con la quilla, debiendo tener a lo menos 35 pulgadas de garganta, unida tambien por su pie con el dormido.

Cuadernas. Estas serán también de roble del grueso en sentido de popa á proa de 8 pulgadas que dobladas harán un espesor de 16 y peralto a su bragada 14, y 8 dende cabeza de planes hasta su extremo superior con el claro ó distancia de una a otra de 7 pulgadas, debiendo rellenarse todos los maderos hasta cabeza de planes, y en los puntos de mesas de guarnición.

Macizo de Proa. El claro que resulte desde la última cuaderna de proa hasta las guias se masisara con madera de roble.

Curvas para apoyar el Yugo. Serán de roble una á cada extremo de 14 pulgadas de grueso y de 15 á 20 pies de largo á la rama del costado y en el yugo de 6 a 7 pies con buena garganta, dándole 2 pernos á cada cuaderna y 6 ó 7 en el yugo.

El cayrel ó traca de entre puentes en la parte de popa, llegarán sus frentes á besar el contra codaste y en la union de las dos se le colocará una busarda en linea horizontal de 14 pulgadas de grueso la bragada, y 20 pies de largo sus pernadas aunque ésta se componga de dos piezas.

Diagonales. Desde el arranque de la busarda del cayrel de entrepuentes se colocará una diagonal de 25 pies de largo declinando sus ramas hacia el pr. medio á dos tercios de la altura que resulte entre el entre=puente y sobrequilla, empernando estas en todas las cuadernas que cruce.

Proa. A la parte de proa ademas de las busardas que debe llevar en cada cubierta con su cayrel, se le colocará otro en el intermedio de una a otra cubierta de las más grueso y ancho posible de 20 á 25 pies de ramas

aunque estas sean de tres piezas; de entre=punto para abajo se colocarán 3 busardas y que sus ramas sean lo más largo posible á lo menos hasta la 3ª cuaderna firme de dicho cuerpo de proa, y lo más ancho y grueso posible.

Buzardas de Trancanil. Sobre la 1ª y 2ª cubierta llevará las busardas que le corresponden á proa y popa en unión de ambos trancaniles empernados en el orden que corresponde.

Sobrequillas. Llevará 4 sobrequillas, el principal tendrá en el centro 17 pulgadas en cuadro y los del costado y encima 12 con 14, disminuyendo unos y otros á los extremos siendo su perneria de 15 líneas mitad sobre dulce y mitad hierro.

Palmejares. En la línea de cabezas de planes se colocarán tres hileras de palmejares por banda de 7 pulgadas grueso y 12 de ancho al centro disminuyendo a las cabezas a 5 pulgadas; estas piezas irán endentadas una pulgada en todas las cuadernas, estarán colocadas a su sitio, como también los cayreles, sobre durmientes y sota durmientes de la 1ª y 2ª cubierta trancanil de la 2ª antes de entablar por la parte exterior, enpernando dichos palmejares con un perno pasante y otro arponado de hierro en todas las cuadernas y en cada hilada de tablón.

Cayrel de Entre-puentes. El cayrel de entre puentes será de 18 pulgadas de peralto y 10 de babor á estribor enpernando con las cuadernas á 2 pernos cada una.

Baos de Idem. Los baos del entrepuente serán de 14 pulgadas de ancho

p. 129

con 12 de grueso encastados á su cayrel á cola de pato 4 pulgadas. Las curvas de entremiche serán de 7 pulgadas de grueso enpernadas a todas las cuadernas y baos.

Curvas. Las curvas berticales serán de roble de 10 pulgadas de grueso y que tengan igualdad absoluta y buena figura dándoles 12 pernos pasantes á cada una, esto es 8 al costado y 4 al bao, es preciso que los pies de dichas curvas apoyen sobre el coredero que colocará interiormente, y como á 6 pies de la cara baja del bao siendo esta de 12 pulgadas ancho y 7 de grueso siendo una pulgada ancastada á las cuadernas empernandose como los palmejares dichas curvas serán colocadas perpendicularmente, siendo sus cantos redondeados lo mismo que el del coradero donde deben apoyar estas á fin de que quede aboquillado y formen relación las molduras de una y otra.

Trancanil de Entrepuentes. Sobre los baos de entrepuentes se colocará un trancanil de 12 pulgadas en cuadro endentado una pulgada á cola de pato en todos los baos, empernado en todas las cuadernas y 2 pernos en cada bao, la repartición de los baos de entre puente será igual al de la cubierta principal como también sus latas teniendo presente que debe llevar dos ordenes de galeotas para subdividir la manga y ser más sólidas las cubiertas.

Cayrel de la Cubierta Principal. El cayrel de la cubierta principal será la primera cubierta en un todo igual al de la 2ª con la misma endentadura, empernado con dos pernos a cada cuaderna colocados de fuera para adentro remachados en dicho cayrel. A más de dicho cayrel se colocarán 3 sotadurmientes en esta forma: 1º de 14 pulgadas alto con 8 de grueso, el 2º 13 de ancho con 6 de grueso, y el 3º 12 con 5. Sobre el trancanil de entre puentes se colocará un tablón de coredera de 6 pulgadas grueso y encima el cual habrá el ya mencionado 6 sea el que deben descansar las curvas berticales todas empernadas con un perno pasante á cada una cuaderna y un clavo arponado.

Curvas horizontales. Los clavos de entrebaos seran entremichados con curvas de roble cruzándose sus empalmes lo suficiente y colocadas 2 pulgadas mas bajas que la cara alta de los baos, estas curvas no deberan tener falta ninguna por ser piezas que se allanan a la vista empernadas á sus cuadernas y baos como corresponde.

Curvas de peralto. Las curvas de peralto serán de hierro en esta forma, las que corresponden a los 6 baos de las fogonaduras de los palos serán enteras, es decir una curva con dos pernadas, una que emperne en la cara baja del bao de la 1ª cubierta, y la otra en la cara alta de la 2ª cubierta, y con el costado todas berticalmente dándolas 4 pernos en cada bao y 6 al costado y las restantes llegarán sus pies al canto alto del coredero de la cubierta de entre puentes, dándoles 10 pernos en cada bao recomendando que dichas curvas sean hechas con todas las figuras del costado interior y figuras del cayrel y trancanil de la 2ª cubierta.

Abertura de cubiertas. Las fogonaduras de los palos y brazolas de escotillas seran ejecutadas en el orden de costumbre. Los pies de carnero de entrepuentes seran de 7 pulgadas grueso y torneados. Todas las piezas que conpongan la cubierta alta, baos, y galeotas seran labradas a esquina viva y sepilladas con sus bordoncitos a cada pieza. Los pies de carnero y puntales de bodega serán de 10 pulgadas en cuadro, la tablazón del forro interior de bodega quedará á 3 pulgadas y lo mas ancho y largo posible. Los empalmes de cayreles, trancaniles de entrepuentes, sota durmientes y correderas tendran 5 pies de largo con empalme liso y macho postizo al centro.

Baos principales. Los baos de la cubierta alta serán de 12 pulgadas ancho con 10 de grueso y sus latas 10 con 8, dichos baos y latas serán de pino del país, y sino de Vinaroz teniendo el menos samago posible.

Trancanil. El trancanil de la 1ª cubierta tendrá 14 pulgadas alto y 14 de ancho debiendo formar 2 pulgadas de tabla cubierta dicha pieza se endentará en todos los baos y latas á cola de pato de 2 pulgadas que resultan de claro entre las curvas de entremiche y cara alta de los baos, dandoles dos pernos pasantes a cada bao y de 3 á 3 pies al costado.

Tapa de Trancaniles. La tapa de trancaniles tendrá 6 pulgadas de grueso y ancho que necesite. Se advierte que antes de colocar el trancanil alto, se repartirán de 3 en 3 pies y en toda la extensión del buque pernería de alto á bajo la que se barrenará por encima de los entremiches y pasará por su centro hasta el canto bajo de la 2ª hilada de sotadurmientes, estos se remacharán si se quiere siendo indispensable la pernería, cuya condición deberá tener cuidado y presente el encargado de la construcción del buque.

Barraganetes. Tendrán 7 pulgadas grueso con 9 de ancho llenando en las mesas de guarnición una cuaderna si y otra no, y en los claros de entre palos dos no, y uno si.

Batayolas. Las batayolas tendrán 6 pulgadas de grueso y 16 de ancho, y el caballero que irá bajo de esta de 11 pulgadas ancho, y 4 1/2 de grueso.

Tablazon de Cubiertas. La tablazon de cubiertas será de pino de Norte=América tanto de una cubierta como de la otra y colocadas de grueso de 3 1/4 pulgadas, advirtiéndose que el ancho que ocupan los propaos y un pie más por banda, y desde la cara de popa seis pies del palo mayor hasta proa de 5 pulgadas grueso esta crupada (*sic*) se colocará una pulgada en todos los baos y latas á diente cubierto; se colocarán á cada banda 3 hiladas de trancaniles, estas tendrán 5 pulgadas de grueso y se enbutirán á cola á todos los baos y latas de la cubierta alta, las 2 pulgadas que resulten de claro entre el entremiche y cara alta de bao, empernando estas en la tablazon exterior del costado miembros y trancanil, con pernos pasantes y el resto de la cubierta que resulta crujida y contra trancanil se entablará con tablones de 6 pulgadas ancho a la mayor manga y lo que necesitan á popa y á proa atarugando cuanta cabeza de perno y clavo, y demás que sea necesario colocar, en el concepto que ninguna pernería será pasante á fuera del costado más que la pernería de tracas y trancaniles.

Alto de la Obra Muerta. La tapa que resulte del claro del trancanil, y la tapa de regala sera de 3 pies. Se recomienda que el palo trinquete se coloque lo mas á popa posible, afin de dejar bien espedito el molinete, y columnas del bauprés, á lo cual se empernarán las serbiolas y se formará castillo sobre ellas.

Sintas. Tendrán de grueso 5 pulgadas con 7 de ancho y el sobresinta 4 con 6, y la coredera que recibe la tapa de escoperada 10 con 5.

Llevará 9 manos de sintas que concluirán á la línea del fuerte y estas para abajo irán en disminución hasta 3 1/2 pulgadas que es el grueso que debe llevar todo el fondo hasta la última tabla del canto alto de apareadura, no formando resalto alguno solo en el canto alto de la 1ª con la sinta. El tablón de apareadura tendrá en la parte recta 6 pulgadas grueso por 12 de ancho, y de la parte recta para popa y proa seguirá buena figura á buscar el grueso de 3 1/2 pulgadas de grueso en su fondo, este se empernará con cabilla de cobre un perno a cada cuaderna si y otra no y dos pernos arponados del mismo metal en las restantes y uno al lado del pasante quedando dos pernos en cada

p. 131

cuaderna, todas las frentes de tablon de costado y roda serán enpernados de babor a estribor, unas con otras con cobre é hierro según lo pida la línea del cobre. Las frentes de las cintas y fondos serán precisamente enpernados de fuera para dentro, remachados con su forro interior de cobre e hierro como las anteriores. Los anchos de las cintas seguirán hasta la última hilada en el centro de la línea del cobre y de dicha línea por abajo serán lo más ancho posible debiendo ser de 11 a 12 pulgadas. Enseguida el tablon de apareadura tendrá 5 hiladas de tablon de roble del mismo grueso de los fondos.

En la proa se le colocaran dos columnas de roble muy anchas y reforzadas con sus contra columnas a fin de poder colocar en ellas los escobenes.

Deberá tener dicho buque su correspondiente tajamar proporcionado al barco y á gusto del dueño. Timón armado con su caña y Castillo de proa y tapar las obras muertas a la americana sepillando y haciendo molduras á todo lo de costumbre y hacer los soltados y manparos de rancho y cámara.

Será obligación del constructor hacer guindastes, molinete con sus curvas y columnas dejándolo montado á punto de funcionar, colocar el Guiple (*sic*), colocar bombas, hacer cajas de estas y de cadenas, escoteras, cornamusas, etc.

También hará el constructor empavesado con sus firmes o falquetas de popa y proa, hará un bote lancha, un bote y una canoa proporcionados al barco, labrará la arboladura ya sea en Mataró ya a Barcelona a punto de trincar.

Si en este contrato se hubiese omitido ú olvidado alguna cosa que sea indispensable a uso de buena construcción el constructor se compromete á hacerla dejando el buque concluido de un todo por lo que respecta en manos y madera como se usa en estos Astilleros.

La caja de cadenas se colocará al pie del palo mayor.

El constructor se compromete a demás á dirigir la botada al agua personalmente, dandolo concluido a punto de botar a la mar por todo el mes de Agosto del proximo año de 1858.

Va a cargo del Capitán el calafate y todo lo á este concerniente, cobre y hierro de toda especie, percheria y demás de la arboladura, cámara, rancho, forro y adornos de popa, escultura, pinturas y botarlo a la mar, etc.

Bajo las sobre dichas condiciones sean convenido las dos partes por el precio y cantidad de Diez y siete mil y quinientos pesos fuertes con esclusión de papel calderilla en los plazos siguientes. El primero una tercera parte el día de la firma del presente contrato, otra tercera parte al clabar la primera cinta y la ultima a proporcion que vaya concluyendo la obra.

Mataró, 1º Mayo 1857 = Serra y Parladé = Francisco Sagarra.

Mataró. Documentació familiar del Sr. Esteve Martí i Coll. Còpia del contracte inclosa en una lletra adreçada al Sr. Joaquim Martí i Andreu, del 8 de juny de 1857.

Resumen de medidas y escantillones

Quilla	140
Eslora	147
Manga	35
Íd. cubierta	34
Puntal	20
Yugo	23-1/3

Pies y Pulgadas de Burgos
Piezas dobles = d
Garganta de curvas = gar.

Todas las piezas de Roble, salvo otra cosa
PA (pino Norteamérica); PT (pino tierra)

	NÚM.	ANCHO	ALTO	CLARA	MATER
Quilla		14	17		
Dormido		17	14		
Codaste		14 a 18	17		
Roda		14	17		
Contrarroda		14-20	14		
Yugo		18	18		
Cochinatas			9	3	
Aletas		8	10		
Curva coral			15 gar.		
Cuaderna (cada)	d	8	8	7	
Varenga	d	8	14		
Curvas bajo yugo	2		14		
Cairel entrepuentes			14		
Buzarda íd. popa	1		14 gar.		
Diagonales					
Sobrequilla		17	17		
Íd. adosadas		12	14		
Íd. encima		12	14		
Palmejares/banda	3	12	7		
Cairel entrepuentes		10	18		
Baos entrepuentes		14	12		
Curvas entremiche			7		
Curvas verticales			10		
Corredera		12	7		
Trancanil entreptes.		12	12		
Cayrel cubta. pral.		10	18		
Sotadurmiente-1		8	14		
Sotadurmiente-2		6	13		
Sotadurmiente-3		5	12		
Corredera			6		
Curvas peralto					Hierro
Baos prales.		12	10		PT
Latas prales.		10	8		PT
Trancanil pral.		14	14		
Tapa trancaniles			6		
Barraganetes		9	7		
Batayolas		16	6		
Tablas cubtas.		6	3-1/4		PA
Contratrancaniles	3		5		
Alto obra muerta		3 pies			
Cintas		7	5		
Sobrecinta		6	4		

Corredera escoperada		10	5
Forro obra viva	9	11 a 12	3-1/2
Aparadura		12	6

Bergantín de Santander, 1857

Extraído del Tomo 2 del libro *La Marina Cántabra, desde el siglo XVII al ocaso de la navegación a vela*, de Fernando Barreda y Ferrer de la Vega, publicado por la Diputación de Santander en 1968. Se han corregido los errores advertidos en la gráfica de los términos navales.

PRESUPUESTO DE UN BUQUE DE 85 PIES DE QUILLA, 91 DE ESLORA, 23 DE MANGA, 12 DE PUNTAL Y 20 PULGADAS DE ASTILLA MUERTA.

Madera de Roble.

La quilla será en todo su largo de tres piezas, además la roda de popa y proa con 10 pulgadas de grueso y 12 de alto.

El branque del mismo ancho y grueso y su largo correspondiente.

El contrabranque del grueso que le corresponde y 10 pulgadas de ancho de una pieza a escarpar, con la contrarroda; ésta tendrá el mismo grueso y ancho, con 5 pies en el ramal bajo para que quede bien encoramentado en el branque y roda.

El codaste del largo que le corresponde, 10 pulgadas de grueso al pie y 13 al extremo.

El contracodaste del grueso correspondiente y 10 pulgadas de ancho en todo su largo, que llegue al bao de la cubierta. Dos yugos con cinco cochinas, de doce pulgadas de grueso y trece a la grúa, endentados en el contracodaste, con el largo correspondiente para espigar en las aletas.

El dormido de popa de 12 pies de largo, que abrace seis al escarpe de la quilla y roda con su grueso correspondiente; diez pulgadas de alto en la cabeza de popa y en la proa seis.

La curva coral escarpada sobre el dormido, con cinco pies en el ramal bajo y su correspondiente alto, para que llegue a tope con la última cochinata, diez pulgadas en la bragada y nueve en las cabezas. Llevará cincuenta cuadernas de nueve piezas una, con barraganete de seis pulgadas de grueso, 11 en la bragada o barenga, viniendo a rematar a cinco y

media en la cubierta. Los encoramientos de éstas que no bajen de abrazar cuatro pies al tope de las ligazones.

Seis espaldones con diez pulgadas de grueso y la grúa de las cuader-
nas; éstos serán tres de todo su largo y los otros tres de dos piezas.

Ocho rabos de gallo; los dos que forman la linerá tendrán ocho pul-
gadas de grueso en el pie y cuatro en el extremo, los cuatro intermedios
seis pulgadas de grueso y la misma grúa que los del centro, y los dos ex-
tremos el mismo grueso y grúa que los del centro.

Las cuerdas de la cubierta serán de cinco piezas de popa a proa, con
escarpes de cuatro pies, de seis y media pulgadas de grueso y ocho de
ancho.

Las contracuerdas de cuatro piezas todo su largo, tres pies de escar-
pe de cuatro y media pulgadas de grueso y siete de ancho.

Las cuerdas de los baos vacíos de cuatro piezas en todo su largo,
cuatro pies de escarpe, cinco y media pulgadas de grueso y siete de an-
cho; éstas llevarán una buzada a proa de siete pulgadas de grueso, doce
en la bragada a la grúa y seis en las cabezas, no bajando cada ramal de
cuatro y medio pies.

Llevará otra buzada para las cuerdas de la cubierta con las mismas
dimensiones que las de los baos vacíos y otro enteramente igual en el
medio de éstas.

El molinete de diez pies de largo y diecisiete de circunferencia, con
sus embonos de tres pulgadas de grueso.

Ocho baos para escotillas y fognaduras de los palos, de diez pulga-
das de grueso, ocho al centro a la grúa y cinco y media en los extremos.

La curvería de los baos de cinco pulgadas de grueso, seis y medio a
la grúa en la bragada, cuatro a los extremos; el ramal que endienta al bao,
de tres pies de largo y el que va a la cuerda del sufriente para endentar
con el otro.

Llevará doce curvas para los baos, del mismo grueso y ancho que
los de la cubierta; el largo del ramal que va al bao, de tres pies de largo, y
el otro, todo lo más que dé, no bajando de cuatro y medio pies, con sus
piezas del mismo grueso y ancho para unir las dos curvas.

Dos bulárcamas a popa de doce pies de largo y siete y media pulga-
das en cuadro, llevando una buzada encima, que no baje cada ramal de
cuatro pies y el grueso de las bulárcamas nueve pulgadas a la grúa en la
bragada y seis en los extremos.

La madre del timón, del largo correspondiente con diez pulgadas de
grueso al pie, once y medio en cuadro a la cabeza y doce de ancho al pie.

El guindaste de proa, del largo correspondiente para colocar la má-

quina del molinete, con trece pulgadas en cuadro a la cabeza y siete abajo, espigado en la sobrequilla.

Las bitas del molinete, del largo correspondiente, espigadas en las cuadernas, de ocho y media pulgadas de ancho y seis de grueso.

Las contrabitas, del largo correspondiente a seis pulgadas de grueso y diez de ancho.

Las curvas abitas de seis pulgadas de grueso, nueve en la bragada y cuatro y medio en los extremos; el ramal bajo, de cinco pies de largo y el alto el que corresponda al largo de las bitas.

Las curvas y las bitas irán colocadas sobre dos piezas de cinco pulgadas de grueso, diez de ancho y doce de largo y además endentadas dos pulgadas sobre los baos.

La pieza para asiento del bauprés espigada en el guindaste, y a tope con la buzarda del trancanil, con 16 pulgadas de ancho y cinco de grueso.

Las guías del bauprés, de catorce pies de largo y ocho pulgadas en cuadro, que suban por encima de la batallola ocho pulgadas.

El sobrebranke, de diez pulgadas en cuadro, de dos piezas con escarpes de tres pies.

La madre del tajamar, de una pieza en todo su largo, nueve y media pulgadas de grueso al extremo de abajo, cinco arriba y nueve pulgadas de ancho.

Cuatro curvas bandas con cinco pulgadas de grueso, seis en la bragada y cuatro en los extremos; el ramal del costado de cuatro pies y el otro todo lo que dé, no bajando de cuatro y medios pies.

La curva capuchina, de diez pulgadas de grueso, once en la bragada y seis a los extremos; el ramal del branque, de tres pies de largo y el otro lo que dé, no bajando de cuatro y medio pies.

Llevará ocho gambotas, de cuatro y media pulgadas en cuadro y el largo que corresponda desde la curva alta a la cara alta del brazal.

Las carlingas, de doce pulgadas de grueso y el alto que corresponda a los palos.

Cuatro pies de carnero, de siete y media pulgadas en cuadro; tres puntales de cinco pulgadas en cuadro; una pieza de eslora desde la cara de proa de la escotilla mayor a la cara de popa del palo trinquete, donde van espigados los puntales; la que irá endentada pulgada y media en los baos, de cuatro y media pulgadas de grueso y seis de ancho.

Las esloras de escotilla y rancho, el largo correspondiente, siete pulgadas de ancho y cinco de grueso.

Las serviolas del largo correspondiente y ocho pulgadas en cuadro. Los pies de amigo de cinco pulgadas de grueso y cinco a la grúa.

Dos conchas para los escobenes, de cinco pies de largo, quince pulgadas de ancho y cinco de grueso.

Madera de Pino del país.

Llevará siete cintas por costado, con cuatro pulgadas de grueso, sus anchos de cuatro y cinco piezas, todo el largo.

24 tracas de arriba abajo en la tablazón interior, de dos y media pulgadas de grueso en obra, con el ancho que corresponde a sus respectivos puntos, sobre la construcción del buque, de tres, cuatro y cinco piezas en todo su largo.

La tablazón de dos pulgadas de grueso, no subiendo el mayor ancho de nueve pulgadas de tres, cuatro y cinco tracas en todo su largo, dejando tres registros por costado para ventilación de las cuadernas, dos de siete pulgadas de ancho y otro cuatro, con una y cuarto pulgada de grueso.

Tres palmejares por costado, de tres y tres cuartas pulgadas de grueso y ocho de ancho, de tres, cuatro y cinco tracas al largo.

Las contracuerdas de los baos vacíos, de tres y media pulgadas de grueso, siete y medio de ancho, de cinco piezas todo su largo, en escarpe de tres pies.

La sobrequilla en tres piezas todo su largo, con escarpes de cuatro pies, con once pulgadas de grueso y catorce de alto, endentada en las cuadernas dos pulgadas, teniendo presente que los escarpes vengan a abrazar de ocho a diez pies de los de la quilla; ésta subirá a popa hasta la primera cochinata para poderla empernar en la curva coral, contracodaste y codaste y a proa que abrace tres pies del escarpe de la roda, para poderla empernar en la contrarroda, roda y sobrebranque.

Los trancaniles de cuatro piezas en todo su largo, con ocho pulgadas de ancho y seis de grueso, endentados en los baos y curvas con su buzarda a proa, que no baje de dos pies y medio de largo cada ramal; otra pieza para la estampa de babor a estribor con sus curvas a los extremos que no baje de dos y medio pies cada ramal.

Los contratrancaniles, de tres piezas en todo su largo, cinco pulgadas de grueso y siete de ancho, endentados dos y media pulgadas en los baos y curvas.

La tablazón de cubierta de tres, cuatro y cinco piezas en todo su largo, de ocho pulgadas de ancho y dos y media de grueso.

Las capas, de cinco piezas en largo, doce pulgadas y media ancho y tres de grueso, embutidos en el trancanil una y media pulgadas; una pieza del mismo grueso y ancho para el trancanil de la estampa.

Los cabilleros corridos de cuatro piezas en todo su largo, tres y me-

dia pulgadas de grueso y siete de ancho, endentados una pulgada en los barraganetes.

La batallola o regala, de cinco piezas en todo su largo, cuatro y media pulgadas de grueso y ocho de ancho, con escarpes de dos y media pulgadas.

Las tablas para la empavesada de una y cuarto pulgadas de grueso y cuatro y medio de ancho, machihembradas con sus registros para poder calafatear los barraganetes y dejando las portas que el armador quiera.

La tablazón de la estampa, de dos pulgadas de grueso y siete de ancho.

El falquín con sus balcones, de dos y media pulgadas en grueso, la barandilla de tres pulgadas de ancho y dos y media de grueso; las tablas de una pulgada de grueso y el ancho correspondiente.

Las brazolas de escotilla, de seis pulgadas de grueso y siete y medio de ancho. Los brazales del tajamar, del largo correspondiente, tres pulgadas de grueso y cinco de ancho.

Llevará veinte baos de diez pulgadas de grueso, ocho al centro a la grúa y cinco y medio a los extremos.

Tres baos vacíos del mismo grueso y ancho, bien enlazados en las cuadernas.

Los montantes, de cinco pulgadas de grueso, siete de ancho y el largo correspondiente.

Ocho baos para el tillado de la cámara de cinco pulgadas en cuadro.

Siete ídem, para el rancho del mismo grueso y ancho.

Para el tillado de la cámara y rancho tablas de una pieza de dos pulgadas de grueso, seis de ancho machihembrado.

Para las mamparas de ídem, tablas de siete pulgadas de ancho con una y cuarto de grueso machihembradas.

Dos baos para el castillo de ocho pulgadas de grueso, seis a la grúa del centro y cinco a los extremos.

La tablazón para ídem de dos pulgadas de grueso y ocho de ancho.

Serán de cuenta del constructor todos los materiales expresados, jornales de carpintería y calafatería, metiendo seis hilos de estopa en las obras vivas, ocho en las cintas y tres en la cubierta, trancaniles y tapas, carenarle hasta la línea de navegación, lanzarle al agua y dejarle estanco, todo bien rematado según las reglas de arquitectura naval y en la cantidad de 90.000 reales de vellón.

Santander, 4 de marzo de 1857

Firmado

Modesto Fernández (*)

(*) Don Modesto Fernández fue un afamado constructor naval, que hizo en nuestro puerto y en otros astilleros del Cantábrico magníficos navíos. La Escuela de Náutica de Santander posee una bella fragata, en modelo de gran tamaño, debido al Sr. Fernández y utilizado para la enseñanza de los alumnos.

Tabla de escantillones

ELEMENTO	Nº	L	ANCHO	GRÚA	RAMAL O
	PZS	PIES	LÍNEA PULG.	GRUESO PULG.	ESCARPE PIES
<i>Roble</i>					
Quilla	3		10	12	
Branque			10	12	
Contrabranque			10		5
Codaste				10 a 13	
Contracodaste			10		
2 yugos			12	13	
5 cochinatas			12	13	
Dormido popa		12		10	
Dormido proa		12		6	
Curva coral				10 y 9	
50 cuadernas	9			11 a 5-1/2	4
6 espaldones			10		
8 rabos de gallo				8 a 4	
Cuerdas cubierta	5		8	6-1/2	4
Buzarda íd.			7	12 y 6	4-1/2
Contracuerdas	4		7	4-1/2	4
Cuerdas baos vacíos	4		7	5-1/2	4
Buzarda íd. íd.			7	12 y 6	4-1/2
Buzarda entre íd. y cubta.			7	12 y 6	4-1/2
Molinete		10	17 mena	3	
8 baos escotillas/fogonad.			10	8 a 5-1/2	
Curvas baos cubierta			5	6-1/2 y 4	3
12 curvas baos vacíos			5	6-1/2 y 4	3 y 4-1/2
2 bulárcamas popa		12	7-1/2	7-1/2	
2 buzardas íd. íd.				9 y 6	4
Madre del timón			12	10 a 11-1/2	
Guindaste de proa			7 a 13	7 a 13	
Bitas del molinete			8-1/2	6	
Contrabitas			10	6	
Curvas abitas			6	9 y 4-1/2	5
Asiento del bauprés			16	5	
Guías del bauprés		14	8	8	
Sobrebranque			10	10	

Madre del tajar		9	9-1/2 a 5	
4 curvas bandas		5	6 y 4	4
Curva capuchina		10	11 y 6	3 y 4-1/2
8 gambotas		4-1/2	4-1/2	
Carlingas		12	s/palo	
4 pies de carnero		7-1/2	7-1/2	
3 puntales		5	5	
Eslora escotilla-trinquete		6	4-1/2	
Esloras escotilla y rancho		7	5	
Serviolas		8	8	
Pies de amigo		5	5	
2 conchas de escobenes	5	15	5	

ELEMENTO	N° PZS PULG.	L PIES PULG.	ANCHO LÍNEA PIES	ALTO GRÚA	RAMAL O ESCARPE
<i>Pino del país</i>					
7 cintas por costado	5		4	4	
24 tracas interior	3 a 5			2-1/2	
Tablazón	3 a 5		=<9	2	
3 palmejares/costado	3 a 5		8	3-3/4	
Contracuerdas b. vacíos	5		7-1/2	3-1/2	3
Sobrequilla	3		11	14	4
Trancaniles	4		8	6	2-/2
Contratrancaniles	3		7	5	
Tablazón cubierta	3 a 5		8	2-1/2	
Capas	5		12-1/2	3	
Cabilleros	4		7	3-1/2	
Batayola o regala	5		8	4-1/2	
Tablas empavesada			4-1/2	1-1/4	
Tablazón estampa			7	2	
Falquín y balcones				2-1/2	
Barandilla			3	2-1/2	
Tablas íd.				1	
Brazolas escotilla			7-1/2	6	
20 baos			10	8 a 5-1/2	
3 baos vacíos			10	8 a 5-1/2	
Montantes			7	5	
8 baos tillado cámara			5	5	
7 baos tillado rancho			5	5	
Tablas tillados íd. íd.			6	2	
Mamparas íd. íd.			7	1-1/4	
2 baos castillo			8	6 a 5	
Tablazón castillo			8	2	

ESTOPA	NÚM.
Hilos en obras vivas	6
Íd. íd. cintas	8
Íd. íd. cubierta, etc.	3

- * Curvas: gruesos en bragada y cabezas
- * Baos: grúas del centro a las cabezas
- * Cuadernas, bitas, etc.: gruesos de mayor a menor

Escantillones según el Record of American and Foreign Shipping de 1871

L = 91 pies de Burgos
B = 23 íd.
H = 12 íd.

Numeral transversal = B + H = 35 pies Burgos* 0,9 = 32 ft
Numeral longitudinal = B + L/4 = 46 pies Burgos* 0,9 = 42 ft

De la Tabla 1, con N = 32-1/2, sacamos:

Distancia entre centros de cuadernas 20 in

	LÍNEA	GRÚA
Varengas	7	9
Cabezas de cuadernas	5	5

De la Tabla 2 con N = 42, sacamos:

Quilla	10-1/4	11-1/2	
Aparadura	4	10-1/2	
Cintas	3		
Sobrequillas	10-1/4	13	
Banzos de pantoque	4-1/4		
Durmientes cubierta superior	3	11-1/2	
Baos	9-3/4	7-3/4	
Trancaniles	4-1/4	8-1/2	madera
dura			
Íd.	4-3/4	10	madera blanda
Cinta de arrufo	3		
Regala	3		

Se puede comprobar la coincidencia casi exacta de estos escantillones con los que se especificaban en el contrato de construcción de Santander.

Escantillones según el *Record* de 1883, para 200 toneladas de porte

	LÍNEA	GRÚA
Quilla	11	12
Sobrequilla y sobreplanos	11	22
Roda y codaste	10	12
Yugo	11	11
Varengas	9	11
Cabezas de cuadernas en cubierta	5-1/2	5-1/2
Banzos de pantoque		5-1/2
Soler		2-1/2
Forro interno sobre pantoque		4
Durmientes	4	12
Sotadurmientes	3	11
Trancaniles	8	9
Aparaduras		4-1/2
Cintas		3-1/2
Tablas del forro, resto		3
Tablazón de cubierta		3
Mecha del timón	13	13
Baos cubierta	8-1/2	
Baos de bodega	12	

Los escantillones son para *white oak*, y el uso de *live oak*, *teak* y *oaks* de España, Italia y sur de Francia, los reduce en 1/10. Si se usa *hackmatack* o *yellow fir*, se incrementan el 15%, y si se usa *Bay Shore spruce* o *red pine*, el 20%.

Se comprueba la equivalencia de los escantillones americanos y los especificados en Santander.

Términos fundamentales

Resumimos sólo las explicaciones que daba Timoteo O'Scanlan en su *Cartilla Práctica de Construcción Naval* de 1847 para los términos esenciales de la estructura del casco, para que ayuden a entender el significado de los contratos anteriores.

- En el combés y en el castillo se fijan los *abitones*, unos maderos que, a modo de guindastes, sirven para amarrar los escotines de la gavia. Se usan también las cabezas de los barraganetes para los cabos que tiran con más fuerza.
- Para carenar el barco a flote se lleva a cabo la operación de *dar la quilla*. Consiste en escorar el barco tirando de los palos machos desde una pontona o chata o desde un muelle o pantalán. Para ello se refuerza el casco con unas *agujas* o *bordones*. Son éstos unas largas perchas de pino que apuntalan el palo desde su cabeza hasta el trancanil de la cubierta en el costado del que se tira, al tiempo que se liga la encapilladura del palo a la otra banda con un tortor.
- Piezas fundamentales del cierre de popa son las *aletas*, que determinan la forma en que acaban los costados y el peto de popa. Se fijan con fuertes pernos de chaveta al yugo y a las cochinas, y por su pie a las pernadas de los piques. Las aletas terminan en sendos reveses y refuerzan sus uniones con las contra-aletas.
- Los *baos* principales se escuadran como el ancho de la quilla. Sus extremos se labran en cola de pato de largo como el grueso del durmiente, en el que se encajan hasta dos pulgadas. La unión se fija con dos pernos arponados que pasan el bao y la mitad de la grúa del durmiente. El hueco entre las cabezas de dos baos contiguos y sobre el durmiente se rellena con los *entremiches*.
- Para sujetar los baos entre sí y a su distancia, se colocan los *barrotes*, sobre los cuales se cruzan las *latas*, que son unos baos menores que llenan el hueco entre dos baos y sobre las cuales se tienden las tablas de cubierta sobre ellas. Otros llaman barrotes a las *latas*, cuando se usan *esloras* para unir los baos cruzándolos.
- El peto de popa se termina con una *bovedilla*, una armazón montada sobre las *gambotas*, unas ménsulas que vuelan hasta unos dos pies a popa, lo suficiente para proteger la cabeza del timón y aumentar el espacio de la cámara sin sobrecargar el peso de la popa.
- Las cuadernas de la bodega se refuerzan por su cara interna con *bulárcamas* o *sobreplanas*. Están formados como las cuadernas por varengas y ligazones que se colocan alternando con las mismas piezas de las cuadernas, es decir, la varenga del sobreplán sobre los genoles de la cuaderna. El conjunto de cuaderna y bulárcama se sujeta a la sobrequilla, a la quilla y las vagras con largos pernos de hierro que se rebaten sobre anillos.

**CARTILLA PRACTICA
DE CONSTRUCCION NAVAL,**

DISPUESTA EN FORMA DE VOCABULARIO,

con algunos apéndices, y las nomenclaturas francesa, inglesa é italiana, con su correspondencia en castellano; para uso de los principiantes en este ramo tan esencial de la marina,

REDACTADA

POR D. TIMOTEO O-SCANLAN,

CABALLERO DE LA REAL Y MILITAR ORDEN DE SAN HERMENEGILDO,
CAPITAN DE FRAGATA DE LA ARMADA.

SEGUNDA EDICION,

IMPRESA DE REAL ORDEN.



MADRID.

EN LA IMPRENTA NACIONAL.

1847.

Portada del libro de O'Scanlan, *Cartilla práctica de construcción naval, dispuesta en forma de vocabulario.*

- La proa del casco se cierra con los *escobenes* o *espaldone*s, tablo- nes anchos y gruesos que llenan el hueco entre la última cuader- na de proa y la roda. Estas piezas se sujetan a la roda y a las cua- dernas con *buzardas*, regularmente espaciadas desde las pernadas de los piques hasta los durmientes de la última cubierta.
- El *codaste* es una pieza fundamental del casco. Tiene su cabeza y su pie el mismo ancho y grueso que la quilla, y la quilla vez y media esta medida. Se talla un *alefriz* cuya cara externa deje fuera los dos tercios de su ancho. En el pie se tallan dos mechas de lar- go un tercio del alto de la quilla, y en la cara alta de ésta se labran las mortajas, que tienen de grueso el cuarto y de ancho el tercio de la altura de la quilla.
- La estructura de las cubiertas se refuerza para resistir los mo- vimientos en la mar mediante las *cuerdas*, maderos fuertes que ligan de popa a proa las caras bajas de todos los baos a ambos lados de las escotillas.
- El *durmiente* de la primera cubierta tiene de alto el ancho de la quilla y de grueso un cuarto menos.
- La popa de los navíos puede ser cuadrada o redonda. La primera, plana, era habitual en los navíos de combate, pero su frente daba lugar a ángulos muertos en la batería de popa, por lo que se re- currió a las popas redondas que, además, aliviaban los golpes de mar en las empopadas. Sin embargo, el 10 de noviembre de 1830 la Marina británica ordenaba volver a las popas cuadradas, con las que se disminuía el peso del voladizo sobre el codaste y el quebranto del casco.
- Al *alefriz* de la quilla se le da una profundidad de los tres cuartos del grueso del tablón de *aparadura*.
- En los buques de la Armada española las *mesas de guarnición* del palo mayor tienen de longitud dos tercios de la manga, de ancho una décima parte del largo y de grueso un quinto del ancho. En los barcos que montan el cabo de Hornos forran las mesas con tablas para que los golpes de la mar no las rompan. Las mesas son menores y hasta innecesarias cuando los palos son más cor- tos y la manga más ancha.

La construcción

*Para los altos mares
no llevas, cautelosa,
ni velas de mentiras,
ni remos de lisonja.*

FÉLIX LOPE DE VEGA,
«Pobre barquilla»

Traemos a este capítulo varias notas para ilustrar algunos aspectos esenciales de la construcción de los barcos de madera del siglo XIX. No abordamos el tema de manera doctrinal; por el contrario, seguimos fieles a nuestro respeto de los autores técnicos del siglo y presentamos sus ideas, en lo posible, con sus propias palabras, y dejamos para otra ocasión el análisis crítico y comparativo de estas obras.

En las secciones que siguen se identifican los textos que han servido para componerlas.

1. En primer lugar, usamos la descripción del proceso constructivo en la grada que hace Mazaudier en sus obras de 1835 y 1853. Completamos este esquema con la descripción que hace Roldán del trazado en gálibos, una parte que omite Mazaudier.
2. La segunda parte del capítulo la dedicamos a la clavazón, especialmente a las cabillas de madera, que constituyeron la clave de la rigidez, la estanqueidad y la fortaleza de los veleros de madera de todas las épocas.

Referimos al lector a los capítulos que tratan de los reglamentos para consultar planos típicos de aquellas estructuras.

La obra de M. Mazaudier

Las dos ediciones de la *Guide Pratique d'Architecture Navale* de M. Mazaudier y Lombard, que vieron la luz en 1835 y 1853, respectivamente, sirvieron de referencia y fueron usados como libros de texto y de consulta por los constructores navales españoles del siglo XIX, tanto militares como particulares. Joan Monjo i Pons recoge alguna de sus partes en su tratado de *Arquitectura Naval*

Metódica, escrito y publicado para la instrucción de los constructores navales mercantes.

La práctica de la construcción en los astilleros de comercio del medio siglo central que competían en el mercado de los veleros de madera no difería en lo fundamental de la que se seguía en los arsenales de la Marina, como podemos comprobar a través de las operaciones que describimos a continuación de forma resumida, siguiendo los textos citados.

La primera operación consiste en el trazado de las líneas del casco y de sus piezas en el suelo de la sala de gálibos. Esto se hace a partir de los planos del arquitecto naval y de los datos de la cartilla de trazado que los acompaña. Como resultado de esta fase, se obtiene una cartilla de trazado corregida, una cartilla de construcción, y las plantillas para cortar y curvar las piezas que forman el casco.

Armado en la grada

Lo primero que se pone en la grada de construcción es la hilera de picaderos, y sobre ellos se arma la quilla, con los trozos necesarios según el porte del barco y con los empalmes apropiados. Se dispone la roda en la parte más alta, de modo que el codaste quede por encima del nivel más alto de las mareas previstas durante la construcción. Sobre los picaderos se clavan unos tojinos que sujetan la quilla lateralmente para que no se mueva a babor ni a estribor.

La quilla se compone de piezas que no pasan de 10 a 12 metros de largo. Cada pieza se escuadra en las cuatro caras y en sus cabezas a las dimensiones de ancho y peralto del plano e incluye en sus cabezas los empalmes necesarios, que son de tres veces el peralto de la quilla. Los empalmes no deben caer debajo de los palos.

Antes de unir las piezas se talla en ellas el alefriz, en forma de ranura con sección de un triángulo isósceles con un ángulo recto en el fondo del alefriz. Esta ranura se extiende a lo largo de las dos caras de cada pieza, sin llegar al empalme, y se comprueba su forma deslizando un pequeño gálibo a todo lo largo. La parte del alefriz en los empalmes se completa una vez ajustados éstos.

Cada empalme, del tipo de rayo de Júpiter, se traza en las caras laterales con dientes de una profundidad de un tercio del peralto. El primer empalme cubre el pie de roda.

Para ajustar los empalmes entre dos piezas se les da una reata con muchas vueltas que se acaba con un nudo recto. Entre la cara alta y la cuerda se mete primero una cuña y luego otra debajo de ella, y se aprie-

tan a golpe de mazo hasta encajar bien las dos piezas. El ajuste de los empalmes se completa golpeando en las cabezas libres de las piezas con mazos en sentido de su longitud. Finalmente, se barrenan los taladros para los pernos, de arriba a abajo, según el plano.

En la cabeza de proa de la quilla se empalma la rama curva del arranque de la roda. Esta pieza tiene dos empalmes, uno a la quilla y otro a la roda, y se labra a la línea y a la grúa y con sus escantillones conforme al plano de gálibos. Estos empalmes son del mismo tipo que los de la quilla, ensamblados en rayo de Júpiter.

Las piezas de la roda se trabajan y se colocan sobre calzos para labrar en ellas los empalmes necesarios y formar un conjunto armado antes de montarla en la grada.

Sobre el arranque del pie de roda, suspendido de un aparejo adecuado, se presenta el conjunto de la roda. Una vez comprobado el lanzamiento, se ajustan los empalmes del pie de roda como se hizo con los de la quilla, y se barrenan los taladros para pasar los pernos. Terminada de armar en firme se le ponen tres escoras, una contra la cara exterior y otra en cada lateral; se ajustan las cabezas con un chaflán a sendos tojinos que se clavan en la roda, y se fijan sus pies con cuñas sobre unos calzos de madera que se hunden en el terreno y se refuerzan con piquetes que se clavan al terreno.

De la misma manera se apoyan y se afirman al terreno las escoras que se usan para sujetar en su sitio otras muchas partes del casco a medida que avanza su construcción.

Sobre la quilla, y tapando sus empalmes, se coloca la contraquilla, cuyas piezas se unen a tope. Los extremos de proa y de popa tienen mayor peralto para disminuir la bragada que tendrían las varengas de esas zonas para llegar hasta el alefriz. En su cara alta se marcan las posiciones de las cuadernas de armar y las de henchimiento y se hacen las entallas que van a recibir las entalladuras de las varengas. La práctica más extendida es meter tres cuadernas de henchimiento entre cada dos cuadernas de armar.

Las cuadernas se arman con dos mitades encoramentadas o planos, cada una con un número de piezas que depende del porte del barco. Generalmente, el primer plano se compone de una varenga cuyas cabezas llegan hasta la vagra del fondo; dos primeras ligazones y dos terceras. El segundo plano se forma con una semivarenga, dos genoles y dos cuartas ligazones. Cuando no se encuentra madero que dé el largo de una varenga se hace en dos mitades y la semivarenga se hace más larga para ligarlas mejor.

El labrado de las piezas curvas planas, como las varengas, genoles y ligazones de las cuadernas, se hace a partir de piezas almacenadas en el astillero y que se han desbastado antes de llevarlas hasta allí, para ahorrar peso en el transporte. Para ello se tallan dos caras planas paralelas conservando la mayor parte de material sano posible (grosor a la línea) y dejando el material con la curva natural por la que se escogió en el monte con sus caras curvas apenas descortezadas.

Veamos cómo se labra una pieza de una cuaderna. Se escoge la pieza más próxima por exceso a las dimensiones que se precisan y se coloca sobre calzos con la concavidad hacia arriba y sus dos caras planas en planos verticales.

Labrado a la línea

En los dos extremos y en los cantos de la pieza se colocan dos hombres, cada uno de los cuales aguanta dos cordeles paralelos, adosados a las dos caras laterales verticales. Desde muchos puntos de estos dos cordeles se dejan caer plomadas cuyas puntas dan otros tantos puntos en la cara cóncava del madero. Se unen las dos series de puntos por sendas líneas que marcan en la cara cóncava las trazas de los dos planos verticales y paralelos separados por el ancho a la línea. Estas líneas de marcan usando una lienza tiznada con tiza que se tensa y se suelta entre cada dos puntos.

Para marcar las trazas de los mismos planos en la cara convexa del madero, se usa una reglita graduada que se aplica cada vez sobre dos puntos enfrentados de las dos trazas de la cara cóncava. Un extremo se ajusta a una traza y del otro pende una plomada, por fuera de la cara opuesta del madero. Sobre la cara convexa se marcan con un compás a partir del hilo de la plomada, dos puntos: uno que cae debajo del extremo de la reglita, que corresponde a la traza que indica, y el otro a la distancia entre los dos planos, que es la del ancho a la línea. Se lleva sucesivamente la reglita en paralelo sobre todos los pares de puntos de la cara cóncava y se marcan los pares correspondientes en la cara convexa.

Terminado el marcado de la cara convexa, se vuelve el madero dejando la cara convexa arriba. Se marcan las dos trazas de esta cara tensando la lienza con tiza entre los puntos señalados. Finalmente, se prolongan las trazas de las dos caras hasta los extremos del madero. Ya se tiene la pieza bruta preparada para quitar madera hasta los dos planos paralelos.

Si hay poca madera que quitar se usa el hacha. Se abren con hacha varias entallas que llegan hasta las líneas de las trazas marcadas en la

cara cóncava y en la convexa. Se quita la madera entre las entallas con la azuela.

Cuando hay mucha madera sobrante se usa la sierra. Se coloca la pieza sobre caballetes y con los dos planos verticales y se lleva la sierra por las dos líneas que señalan cada uno de estos planos.

La madera cortada con hacha se desperdicia, mientras que el corte con la sierra deja madera útil, y hasta en ocasiones permite sacar dos piezas de vuelta de un solo madero.

Labrado a la grúa

Una vez tallada la pieza a la línea, se coloca horizontal sobre caballetes y se marca sobre la cara superior con la forma de la plantilla o gálibo correspondiente. Este contorno se traslada a la cara inferior mediante una plomada llevada sobre trazos normales al contorno. Si se corta a la grúa con sierra, se prolongan las líneas de ambos contornos hasta los extremos para marcar el comienzo del corte. Si se cortan con azuela, se abren entallas con el hacha como en la talla a la línea.

Escantillones

Después de labrado el contorno de cada pieza suelta y antes de ensamblarla en una cuaderna, se le dan sus escantillones o ángulos de chaflán.

Los escantillones se toman de gálibos para cada cuaderna en su intersección con las vagras, mediante una falsa escuadra, la cual se aplica en horizontal sobre la cara externa y una cara lateral de la cuaderna, formando un ángulo obtuso que se anota en una tablita.

Cuando se labra con hacha, se practica una escopleadura en la cuaderna en cada punto de medida del escantillón y se lleva a cada uno la medida tabulada para la abertura de la falsa escuadra. Entre los puntos de las vagras se hacen otras escopleaduras que sean necesarias para intermediar los escantillones. Al final se cortan con el hacha y se aparcan con la azuela para conseguir la superficie externa de las cuadernas según los gálibos. Se hace lo mismo con los escantillones de la cara interna dejando entre la cara externa y la interna el espesor a la grúa que tenga la pieza en cada punto de su contorno.

Los grandes escantillones de las cuadernas extremas representan un gran desperdicio de madera, además del gasto de mano de obra para labrarlos. A estos inconvenientes se une el que los clavos y los pernos

que sujetan las tablas del forro en dirección normal a ellas trabajan contra el chaflán de la cuaderna y no encuentran sujeción bastante.

La solución la aportan las cuadernas llamadas de reviro, que forman ángulos variables con el plano diametral, abriéndose del transversal a modo de abanico en los extremos de proa y de popa, donde los escantillones resultarían excesivos.

Montaje de las cuadernas

Las cuadernas de armar se colocan, ya ensambladas todas sus piezas, mediante una cabria (o dos) que se desplazan a lo largo de la quilla suspendiéndolas (pesándolas) y dejando cada cuaderna bien afirmada con las vecinas de proa y de popa para asegurar su posición relativa. También con cabrias se colocan los yugos sobre el codaste.

Desde un punto en el centro de la cabeza de la roda se tiende un cordel hasta otro punto en el centro de la contraquilla o el codaste. De este cordel se cuelgan plomadas que marcan las líneas verticales que indican los centros de las cuadernas y por los cuales se pesan sus piezas o su conjunto.

La perpendicularidad de la varenga a la quilla se comprueba midiendo una distancia igual con cuatro cordeles que unen dos puntos en el centro de la contraquilla, a igual distancia de la varenga, y dos puntos en las cabezas de la varenga a igual distancia de su centro.

Cuando la cuaderna está completa, empernada y bien pesada (en un plano vertical y normal a la quilla), se fija en su posición mediante escoras que se abren a los costados de la grada.

La abertura de las cuadernas se mantiene fija clavando en la manga y en la regala unas tablas o ventreras de unos 40 cm de ancho y unos 7 cm de grueso, cuyo centro se marca con un corte de sierra. Sobre las ventreras se clava una regla horizontal en cada costado, que servirá para situar las cabezas de las cuadernas de henchimiento.

Las varengas levantadas de los extremos se presentan con sus dos mitades unidas por una almohada por encima de sus talones. La almohada y los talones de las medias varengas, o una espiga de la almohada, encajan en la entalladura que se practica en los dormidos.

Los piques se arman con dos ramas desiguales, una que llega hasta la contraquilla y se endienta en ella, y la otra que se endienta a la primera. Una vez colocado cada pique en su entalladura, se empernan almohadas entre sus ramas hasta alcanzar la altura que se indica en los gálibos para recibir la sobrequilla.

Las cuadernas de henchimiento pueden trazarse en la sala de gálibos o bien sacar sus gálibos por medio de las vagras. Se define su posición entre dos cuadernas de armar y, con la ayuda de cordeles cruzados de costado a costado, entre la contraquilla, las vagras y las reglas de las ventreras, se define el plano de la cuaderna y se sacan los puntos del contorno y los escantillones midiéndolos en las vagras.

Ajuste de las vagras

Las vagras, o vagaras, se colocan en los puntos de las cuadernas de armar que se han determinado en la caja de cuadernas de gálibos. Los cantos alto y bajo de las vagras se tallan normales a la superficie de las piezas de las cuadernas.

Las vagras inferiores son planas, pero las superiores pueden tener doble curvatura, y se representan mediante dos proyecciones en el suelo de gálibos.

Por la cara externa de las cuadernas se clavan unos cabriones de pino de unos 12 a 15 cm de escuadría, los cuales se encorvan mediante ligaduras y cuñas. Estas piezas se ajustan con un borde situado en la posición que en el plano transversal de gálibos tienen los cruces de cada vagra con las cuadernas de armar. En los extremos de estos listones, cuando la curvatura es muy fuerte, se empalman trozos de roble que se labran con la curva tomada de la sala de gálibos.

Como las vagras se van quitando conforme avanza el montaje del casco, se pone un taquito de madera debajo de la cabeza del clavo que la sujeta a la cuaderna. De este modo, la vagra se clava sobre un tojino, el cual se abre y permite sacar el clavo con un pie de cabra.

Con la ayuda de las vagras se trabajan las caras externas e internas de las cuadernas para darles sus escantillones, y las vagras permiten tomar los gálibos de las cuadernas de henchimiento.

Forro exterior

En las partes en las que la superficie del casco tiene poca curvatura en el sentido de la eslora, le colocan las tablas del forro aplicándolas sobre las cuadernas y llevándolas a besar sus caras externas mediante trincas y cuñas para luego asegurarlas con los clavos, cabillas y pernos. Pero en los extremos, donde la curvatura es tal que no permite doblar los tablonnes, hay que forrar con piezas de vuelta que se deben labrar por medio de gálibos y escantillones.

Como las curvas de los bordes alto y bajo de la pieza son casi planas, se pueden hacer los gálibos de ellas con maderos delgados, tomando las formas sobre las cuadernas. Los escantillones se toman aplicando un brazo de la falsa escuadra a líneas trazadas sobre las cuadernas y en escuadra con el perfil, y alineando su otro brazo con una visual con la que se señala el plano del perfil, la cual marca un hombre a ojo, con una regla que enfila al mismo tiempo un extremo de la curva con el perfil. Los escantillones que se toman se llevan a una tablita.

Se elige un madero de vuelta con la forma del gálibo, cuyo ancho a la línea dé para sacar el ancho de la tabla del forro y tenga bastante grueso a la grúa para labrar los escantillones dejando el espesor del forro requerido.

Este madero se marca y se talla primero a la línea, con el ancho de la tabla del forro, como se hace con las piezas de las cuadernas. Luego, puesto sobre caballetes y con su cara plana horizontal, se traza con almagre y el gálibo el perfil interno en el lado convexo, dejando material para el espesor y el escantillón. Se traza otro perfil paralelo a la distancia del espesor del forro que se lleva normal a la línea curva. Con la misma técnica usada para las piezas de las cuadernas, y colocando la falsa escuadra normal a la curva en los puntos en que se levantó el gálibo, se transportan los perfiles de la cara alta a la cara baja y se trazan las curvas continuas separadas el espesor.

Para tallar esta pieza del forro se sigue el mismo proceso que para la pieza de cuaderna con escantillón. Finalmente, se rebajan los bordes alto y bajo de la pieza de manera que las aristas de las juntas del forro sean normales a la superficie de las cuadernas.

Líneas de cubierta y palmejares

Con las cuadernas enramadas y pesadas, se procede a marcar las líneas que sitúan los baos, los durmientes y los palmejares. Todas estas líneas se trazan tomando de gálibos los puntos de la cuaderna maestra y los extremos de proa y de popa. Se clavan por dentro de las cuadernas hileras de listones flexibles de pino de manera que su cara superior pase por los tres puntos-guía y sigan a la vista una línea sin quiebros.

Los palmejares se colocan sobre los empalmes de los gálibos de las cuadernas. Los durmientes, paralelos a las cabezas de los baos, menos la entalla de éstos. La cara alta de las cabezas de los baos de la cubierta, según la curva de arrufo de los planos.

Los constructores de la costa mediterránea suelen poner palmejares dobles y hasta triples, de menor escuadría.

Maderos cocidos

Debido a la falta de maderos naturales con las vueltas que se necesitan, se usan en los astilleros unas estufas en las que se cuecen los maderos y las tablas por medio del vapor, hasta reblandecerlos de tal modo que es fácil doblarlas. En los barcos mercantes, que usan forros más ligeros que los de la Armada, suele ser suficiente este método para curvar las tablas hasta en las partes de los extremos con mayor curvatura, con lo que se ahorran el labrado de cucharros de roble.

De la historia de Thomaston, *A town that went to sea*, sacamos algunas noticias que nos relatan muy gráficamente la construcción artesanal de los barcos de aquellas costas, cuando se construían los barcos catalanes que las visitaban.

Los indios algonquinos sellaban sus canoas de corteza de abedul untándolas con goma y pez de abetos, con un arte que tiene la antigüedad que recogen las tablillas de Asiria del 2100 a. C.: «Eché tres *saris* de alquitrán por el exterior. Eché tres *saris* de alquitrán por el interior».

Thomaston tiene la fama de haber construido en el s. XIX más barcos que ningún otro puerto americano. Cuando al final del siglo se agotaron los árboles que daban los maderos con vuelta (*compass timber*) para las cuadernas, el condado tuvo que recurrir a Virginia para importar encinas (*live oak*), luego a Oregón por los palos de aquel *pine*, y a Nueva Escocia por las curvas de alerce (*hackmatack*).

En 1832 la bahía de Chesapeake vio el nacimiento del primer clíper, el *Ann McKim*. Pero los cautelosos *yankees* de Maine, que habían sobrepasado en los astilleros del Kennebec, el Georges y el Penobscot a sus maestros del Mystic y del Merrimac, siguieron botando barcos de tamaño medio, aptos para cualquier derrota y carga, con portes que no llegaban a las 300 toneladas. En 1845 se botaron 23 barcos en Thomaston, 21 en 1846, otros 21 en 1847 y 23 en 1848, la mayoría para llevar algodón a Europa.

El oro de California llevó al arquitecto naval Samuel H. Pook a buscar más velocidad y mayor porte, y Chapman y Flint fueron los creadores de la popa elíptica, que en seguida sustituiría a la redonda en todo el mundo. Los clíperes (*ships*) relegaron a las barcas (*barks*) y los bergantines, y alcanzaron las 1.700 toneladas de arqueo. De las manos de Pook salió el *Ocean Chief*, que registró 72 días de Liverpool a Ho-

bart Town y regresó en 75 desde Melbourne. Otro clíper de Thomas-ton, el *Red Jacket* (1853, 260 pies y 2.000 t) cubrió la travesía de Sandy-Hook a Liverpool en 13 días, con una singladura de 413 millas, sólo 23 millas por debajo de la máxima establecida por el *Lightning* de Donald McKay.

Un diario inglés publicaba en 1874: «Han llegado a Liverpool varias goletas (*schooners*) de tres palos tras una travesía notable de dieciséis y dieciocho días. Estos barcos se construyen en número y portes crecientes en los EE.UU., por lo que debemos concluir que este aparejo tiene ventajas especiales, entre ellas ahorra costes de construcción y en navegación, ya que requieren menos manos que los de aparejo redondo de igual porte».

Timoteo O'Scanlan: *Cartilla práctica de construcción naval*. Segunda Edición. Imprenta Nacional, Madrid, 1847

Complementamos los textos anteriores con la clara descripción que hace T. O'Scanlan del proceso de trazado en la sala de gálibos, según lo trae el «Apéndice 1º» de su libro.

Trazado en la sala de gálibos

En la ya citada *Cartilla práctica de construcción naval*, Timoteo O'Scanlan hace un recorrido detallado, paso a paso, de las operaciones del trazado en la sala de gálibos que no encontramos en otros textos como los mencionados anteriormente. Resumimos aquí el proceso en todos sus pasos.

- Sobre el tablado de la sala se trazan tres planos: el vertical, el horizontal y el transversal o de proyección.
- Se toman las medidas de la libreta dada por el constructor.
- Se trazan las líneas con lienzas y las medidas se marcan en el orden siguiente:
 - Línea recta del canto alto de la quilla, y en ella la eslora.
 - Las dos perpendiculares en los extremos de la eslora.
 - Altura del codaste desde el pie al yugo principal.
 - Altura de la roda desde el canto alto de la quilla hasta el branque.

- Distancias de las cuadernas maestras de popa y de proa.
- Perpendiculares a la quilla en ellas y en las demás cuadernas.
- Situar el pie de la aleta sobre la cara alta de la quilla.
- Llevar los puntos de arrufo o canto alto de cinta principal desde la cara alta de quilla.
- Trazar con el junquillo la curva de arrufo o línea del fuerte alto.
- Situar sobre las mismas perpendiculares los puntos de la primera cubierta.
- Trazar con el junquillo la curva de la primera cubierta.
- Proceder lo mismo para trazar la curva de la segunda cubierta.
- Tomar la altura de primera batería desde la cara alta de la primera cubierta.
- Trazar una curva paralela de popa a proa para la altura de la primera batería.
- Operar del mismo modo para señalar la segunda batería.
- Tomar de la libreta la altura de la tercera cubierta sobre la segunda y trazarla.
- Tomar los puntos de la regala en popa y en proa sobre las perpendiculares.
- Trazar con el junquillo la curva de la regala y las del alcázar, castillo y toldilla.
- Tomar la altura de la batería de estas cubiertas y marcarla en el plano.
- Señalar en la quilla lo que se separa el codaste de la perpendicular de popa.
- Tomar de la libreta la altura de la cara alta del yugo principal.
- Llevar la distancia que el codaste se separa en él a popa de la perpendicular.
- Unir ambos puntos con la línea que es el canto exterior del codaste.
- Señalar sobre la quilla la distancia del centro del alefriz al canto exterior.
- Señalar en la perpendicular un punto seis pulgadas debajo del yugo principal.
- Trazar por estos dos la recta que es el centro del alefriz del codaste.
- Llevar en la última cuaderna de popa la altura de la libreta.
- Unir este punto con el del yugo para marcar su cara alta.
- Marcar el ancho y grueso del yugo y su alefriz, según libreta.

- Marcar sobre la perpendicular de popa las alturas de las caras altas de los yugos.
 - Levantar una perpendicular del punto de la aleta hasta la regala.
 - Sobre la perpendicular de proa se reparten varias distancias iguales.
 - Sobre horizontales por ellos hasta el branque se marcan las distancias de la cartilla.
 - Se unen los puntos con junquillo y se traza la cara interna de la roda.
 - Paralela a ella y a la distancia de la cartilla se traza el canto exterior de la roda.
 - A la distancia de libreta próxima al canto interior se traza la línea central del alefriz.
 - Se le da al alefriz el ancho de la libreta.
- Se procede a trazar el plano o proyección transversal de los cuerpos de proa y popa.
 - Sobre la cara alta de la quilla se toma la semimanga.
 - A esta distancia del centro se levantan sendas perpendiculares indefinidas.
 - En la línea central se señala el ancho y grueso de la quilla, y se muestra su alefriz.
 - En la perpendicular de crujía se marcan las alturas de las vagras del cuerpo de proa.
 - En la base y en la semimanga se marcan las distancias de los extremos de las vagras.
 - Se numeran a partir de la base y se marcan con su inicial las del Fuerte, de la Regala y del Saltillo.
 - Por cada dos puntos se tiran las rectas que indican las vagras.
 - Se hace lo mismo con las del cuerpo de popa.
- Se marca la altura de la cara alta del yugo principal en la línea de crujía.
 - Se marca la vuelta vertical del yugo por debajo de su cara alta.
 - Se tira una línea horizontal y se fijan sus extremos con la semimanga del yugo.
 - Este punto indicará el fuerte del yugo.
 - Se traza el canto alto del yugo con un junquillo aplicado a los tres puntos.

- A seis pulgadas por debajo se tira otra curva paralela que indica su alefriz.
 - Se puntean en las vagras las distancias de cada posta conforme a libreta.
 - Por estos puntos con auxilio del junquillo se trazan las cuadernas de ambos cuerpos.
- Desde el canto bajo de la quilla se toma la distancia de la semimanga.
 - Se prolongan las ordenadas de las cuadernas en plano vertical sobre éstas.
 - Se puntean sobre ellas las distancias en cada vagra a la línea de crujía.
 - Se trazan con el junquillo las líneas que representan las vagras en sus planos.
- Se señala la vuelta horizontal del yugo principal conforme a libreta.
 - Se marca el pie de aleta sobre la cara alta de la quilla.
 - Se tira una recta entre este punto y el de la manga del yugo.
 - Esta recta demuestra la aleta revirada.
- Se reparte la distancia de la flotación a la cara alta de la quilla en seis partes iguales.
 - Se señalan estas alturas de líneas de agua en el plano transversal.
 - Se marcan en cada una las distancias de las cuadernas a la perpendicular de crujía.
 - Se señalan las semimangas de cuadernas en sus líneas del plano horizontal.
 - Se tiran por estos puntos y con el junquillo las líneas de agua.

Trazado del perfil de proa

- Trazar la perpendicular a la quilla por la cara exterior del tajamar.
- Marcar en esta perpendicular y en la del branque las alturas de la libreta.
- Tirar por estos puntos horizontales y anotar en ellas las distancias de la libreta.
- Con el junquillo, trazar por esos puntos la curva del canto exterior del tajamar.

- Señalar en el canto superior de la cinta principal desde el canto alto de la quilla.
- Señalar en las líneas horizontales para arriba las distancias de la libreta.
- Trazar por estos puntos la curva interior del tajamar.
- Desde el canto alto de la cinta prolongar hacia popa la pernada de la curva alta.
- Por proa y el canto interior del tajamar trazar con junquillo el canto superior de la curva- banda alta del tajamar.
- Trazar la segunda curva-banda en el canto alto de la tercera hilada de la cinta principal.
- Trazar esta curva con arreglo a libreta.
- Tomar de la libreta las alturas de los brazales en la perpendicular del branque.
- Trazar los brazales con el junquillo por esos puntos.
- Desde el canto interior del tajamar a proa señalar los puntos de altura de la curva- capuchina y perdigueta.
- Trazar ambas curvas con el junquillo una vez verificadas.

Trazado del perfil de popa

- Señalar en la perpendicular del codaste la altura de la bovedilla de la libreta.
- Tirar una horizontal a la cara alta de la quilla con la escuadra hacia popa.
- Tomar desde la perpendicular la distancia de la libreta para señalar el punto donde arranca la bovedilla y coronamiento de popa.
- Sobre el canto alto de la regala de toldilla tomar de libreta la distancia a la perpendicular para señalar el canto exterior del coronamiento.
- Unir este punto con el de arranque de la bovedilla con una línea recta que indicará el lanzamiento de la gambota del costado.
- Desde el punto de arranque de la bovedilla a tres pulgadas del canto exterior del yugo para proa, señalar un punto del yugo para proa y otro que será el pie de gambota.
- Entre ambos puntos trazar una curva según la libreta para canto exterior de la gambota.
- Sobre el canto alto de la regala de toldilla tomar de libreta la distancia a la perpendicular para señalar el punto de gambota del centro.

- Señalar en la línea de arranque de bovedilla la distancia de la perpendicular a la gambota del centro.
- Unir ambos puntos con una recta que indicará la gambota del centro.
- Sobre la cara alta del yugo principal entre estos dos puntos y a tres pulgadas para proa trazar la curva que indicará la bovedilla.

Formación del plantillaje de la maestra

- Para la varenga tomar un punto entre la primera y segunda vagras.
- Trazar desde él una recta horizontal a la perpendicular del centro (crujía).
- Esta línea será el límite de las cabezas de todas las varengas o planes.
- Ajustar a la curva una tabla para llevar la curva a otro cuadro doble de proyección, que servirá para sacar las plantillas de las varengas y piques.
- Llevar a este cuadro todos los puntos del primero entre primera y segunda vagras.
- Armar la plantilla de la varenga de ambos costados arriostrándola firmemente.
- Señalar en ella sus correspondientes estivas o escantillones.
- Situar el largo del genol por un punto entre la segunda y tercera vagras.
- Por este punto trazar una horizontal hasta crujía que será límite de cabezas de genoles.
- Armar la tabla de la plantilla y señalar en ella sus estivas y escantillones.
- Para la primera ligazón, situar un punto entre la tercera y cuarta vagras.
- Trazar por él una recta hasta crujía que será límite de cabezas de primeras ligazones.
- El pie de estas ligazones se enfrenta con la cabeza de las varengas.
- Armar la tabla de la plantilla y señalar en ella sus estivas y escantillones.
- Para la segunda ligazón, situar un punto entre la cuarta y quinta vagras.

- Trazar por él una recta hasta crujía que será límite de cabezas de segundas ligazones.
- El pie de estas ligazones se enfrenta con la cabeza de los genoles.
- Armar la tabla de la plantilla y señalar en ella sus estivas y escantillones.
- Para la tercera ligazón, situar un punto entre la quinta y sexta vagras.
- Trazar por él una recta hasta crujía que será límite de cabezas de terceras ligazones.
- El pie de estas ligazones se enfrenta con la cabeza de las primeras ligazones.
- Armar la tabla de la plantilla y señalar en ella sus estivas y escantillones.
- Los barraganetes se extienden desde la regala a la cabeza de segunda ligazón.
- En los reverses se marcan, además, los puntos de baterías, cintas y cubiertas.

Las cuadernas reviradas de popa y de proa se trazan dividiendo en partes iguales las distancias marcadas por el constructor en la vagra del fuerte y en la última de cada extremo.

- Colocar estas distancias en su lugar, la menor en la cuaderna más extrema, en las líneas de las cuadernas del plano horizontal.
- Por estos puntos y los del centro se tiran rectas que denotan el reviro de las cuadernas.
- Se trazan luego las cuadernas reviradas en verdadera dimensión en el transversal.
- Los escantillones se miden en el plano horizontal, en las diagonales.

Documentos sobre la clavazón (cabillas, pernos, clavos)

Isaac Blackburn publicaba en 1817 uno de los primeros tratados de la nueva construcción naval que surgía de las guerras napoleónicas. Creemos que el modo en que aborda el problema de la clavazón en *A Treatise on the Science of Ship-Building; with observations on the British Navy* merece el resumen que incluimos aquí.

La clavazón

Nada es más importante en la construcción del navío que la sujeción de los maderos, de la que depende la fortaleza de la estructura compuesta por los maderos, tablazón y demás elementos.

Si la sujeción es gruesa, requiere taladros gruesos que debilitan las partes que se unen.

Las cabillas de palo son muy inferiores; se pudren muy pronto y es alrededor de los taladros por donde empieza la pudrición de los maderos. No deben usarse cabillas de palo en las cubiertas. Son suficientes para el forro exterior e interior, añadiendo algunos pernos. Los taladros para las cabillas deben mantenerse siempre secos. Las cabillas deben ser de la madera más dura y con el grano más denso, y curada bajo techado. Las cabillas de pino tea (*pitch-pine*) son muy débiles. En los trópicos existen árboles que dan buenas cabillas y deben traerse de allí. Los españoles y los portugueses rara vez usan cabillas, y sus barcos duran mucho.

Los pernos son las mejores sujeciones, y deberían usarse para el forro exterior y el interior, bien sea rebitados, con chaveta o roscados y con tuerca. Los holandeses y los franceses usan pernos roscados, como en el barco que Napoleón llevó desmontado a Egipto para montarlo allí. Los españoles usan pernos con punta que rebitan sobre el madero. Cuando el perno tiende a salirse de la madera por las tensiones, lo mejor es fijarlo con una chaveta. En la obra viva, donde la madera no encoge, son buenos los pernos remachados. En la obra muerta, donde la madera tiende a encoger, se prefiere el perno roscado, con tuerca sobre arandela.

Para las maderas inglesas, el mejor es el perno de cobre, el más fuerte, el que más dura, el que menos daña la madera y el más económico en nuestros barcos. Se pueden volver a usar dos y tres veces, y al final usarlos para cuadernas, y cuando se desechan guardan todavía la mitad de su valor inicial. La única objeción es que se aflojan con el trabajo del casco y se pierden si no se aseguran sus extremos.

No deben usarse pernos de hierro, porque el agua del mar y el ácido de nuestras maderas los corroe y a su vez pudren la madera. El hierro sólo se comporta bien con especies de tipo oleoso, como la teca y la encina (*live oak*) en las que dura muchos años. La teca defiende por un tiempo el hierro de la corrosión, incluso por parte del cobre. Los romanos usaron en sus galeras latón templado, o cobre, pero nunca hierro, como tampoco los chinos. La clavazón de los fondos y las obras muertas, y de los palos, debe ser de cobre, no de hierro. Especialmente, debe

cuidarse que el hierro y el cobre nunca estén en contacto en la madera, porque con el agua la destruirán por la corrosión entre los dos metales. Los pernos de las cuadernas deben ser de cobre.

La práctica de la construcción naval en madera sigue mereciendo la atención de los escoceses, y en 1830 es Peter Hedderwick quien publica *A Treatise on Marine Architecture, containing the theory and practice of shipbuilding, with rules for the proportion of masts, rigging, weight of anchors, &c.* Hemos encontrado de gran interés y apropiado para nuestro estudio el tratamiento que hace del forrado en madera, como lo presentamos a continuación.

Las cabillas

Las obras vivas y las muertas se suelen sujetar con dos cabillas en cada cuaderna en cada tabla de más de 10 pulgadas y con doble y sencilla las más estrechas, es decir doble en una cuaderna y sencilla en la siguiente. Los taladros de la carena de los barcos de 100 a 300 t se hacen de 1-1/4 pulgadas y los de la obra muerta de 1-1/8 in; los de 400 a 500 t se taladran con 1-3/8 en la carena y 1-1/4 la obra muerta.

El barrenado

La operación de barrenado para las cabillas deben hacerla las mejores manos. Las cabillas deben ser de la mejor madera, como el roble inglés, o abeto bien curado cuando el forro es de abeto. Las cabillas deben curarse al aire libre, expuestas a toda clase de tiempo para que se fortalezcan, y no en seco. Las cabillas se tallarán cilíndricas en los 3/4 de su longitud, dejando la cabeza más ancha. En los fondos y otras partes redondas, las cabillas se acuñarán en la cabeza para impedir que se aflojen las tablas al calafatearlas.

Las cabezas se aprietan para hacerlas estancas al agua y para evitar que se salgan cuando el casco sufre varadas y deformaciones por la carga y la mar. Para ello se clavan tres cuñas de roble bien curado, de 1-1/2 pulgadas de largo y 3/8 de ancho en la cabeza. Con estas tres cuñas se consigue mejor fricción que con una sola mayor. Sin embargo, en tierras cálidas y en las obras muertas es preferible calafatear las cabezas de las cabillas, y no acuñarlas.

En Escocia se clava una sola cuña de roble de 2-1/2 pulgadas de largo y cabeza cuadrada de 5/8 o 3/4 de lado. Si la cabilla es de abeto, se pueden usar cuñas de abeto también.

Aunque el autor se refiere a la construcción de los navíos de guerra, recogemos sus ideas en las notas siguientes, que tratan aspectos técnicos importantes de la construcción naval cuya problemática compararía en 1830 los barcos mercantes contruidos en madera.

El forrado del fondo

La parte plana del fondo, desde la traca de aparadura hasta la del pantoque, y la parte del fondo desde las curvas hacia abajo, pueden entablarse o dejarse abiertas de momento, según se vea más conveniente. Cuando la madera está verde, y necesita curarse, lo más apropiado es no cubrir el fondo demasiado pronto, sino hacer otros trabajos entre tanto, como montar los baos de cubierta, o algo así. Pero en cualquier caso, supuesta la madera bien curada, deberían dejarse sin poner dos tracas en el fondo plano y una por encima de las tracas del pantoque para librar el barco de astillas y virutas hasta acabar el trabajo en el interior.

Hay varias opiniones acerca del método para entablar el fondo, unos prefieren trabajar desde el pantoque hacia arriba y otros empezar en las cintas y trabajar hacia abajo; los de la última opinión suponen que pueden pasar antes la vuelta (*snying*) de la tabla al hacer que el canto curvo de la plancha trabaje hacia arriba. Pero esto sólo es una suposición, porque la tabla debe ser de la misma forma, y tener la misma vuelta, tanto si se trabaja hacia arriba como hacia abajo. No hay duda de la certeza de que si se hace un trabajo inferior, se ganará algo trabajando hacia abajo, ya que al no tener una costura que limite la tabla por abajo, se pueden mantener las tablas algo más llenas en los cachetes (*luff*) de la proa, y lo que quieran ajustarse a la costura de arriba estarán a favor de disminuir el alabeo de la siguiente tabla debajo; al mismo tiempo, no hay en ningún modo equivalencia en la calidad del trabajo.

Al trabajar hacia arriba, cuando se curva el extremo de la tabla y cuando se curva alrededor de las cuadernas, su propio peso ayudará mucho para llevarla hasta la costura; luego, manteniéndola pegada a las cuadernas al mismo tiempo que se ajusta a la costura, el borde alto de la tabla de debajo impedirá que el borde inferior se separe de las cuadernas, mientras que si se trabaja hacia abajo (cuando se tiene que colocar el centro de la tabla hacia arriba), el borde inferior de la tabla está libre, y al tener una tendencia a apartarse de las cuadernas, que aumenta por la acción de las cuñas que se emplean para llevar la

tabla arriba hasta la costura, es más laborioso realizar un buen trabajo. En mi opinión, el entablado hacia arriba es preferible, porque es ciertamente más fácil llevar el extremo de popa de un cucharro (*bow-hooding*) hacia abajo que llevar su centro hacia arriba. Sin embargo, cuando se ponen las cintas, lo más común es poner dos o tres tracas por debajo (lo que no se puede objetar si se pone la debida atención para hacer bien el trabajo) y luego cerrar el forro desde el pantoque hacia arriba. Suponiendo que se empieza en las cintas trabajando en las tracas que disminuyen, que si es posible deben llegar hasta la roda rodeando las amuras, se marcan los anchos en las cuadernas, y suponiendo que tienen 10 pulgadas en la maestra, no deben pasar de 4 pulgadas en los cucharros. Dejar dos o tres tracas inmediatamente debajo de las tracas gruesas que tengan su anchura un buen trecho hacia proa, con objeto de eliminar tanta vuelta como sea posible. Pues si el barco tiene unas bagaras de proa (*harpins*) llenas y una entrada fina debajo todas las tablas en la proa tendrán una considerable curvatura hacia arriba en el centro, aunque parezca que la tienen en sentido contrario cuando el barco está en el agua. Cuando no se tienen tablas apropiadas para hacer los cucharros con ellas será casi imposible hacer que lleguen hasta la roda; y si se intenta, hará falta torcer tanto el borde que varias tablas saltarán; también será difícil conseguir labrarlas o ajustarlas a las cuadernas por su borde inferior. Por tanto, es mucho mejor trabajar con una o dos tablas sin llegar a los cucharros, haciendo lo que se llama un atún (*steeler*), permitiendo que la traca debajo de las tracas gruesas termine 4 o 5 pies antes de los cucharros, lo que hará bajar el cachete de la proa y endereza los bordes de las tablas de debajo, de manera que será más fácil ajustarlas a las cuadernas. Con este método se hace mejor el trabajo, pero no queda tan bien a la vista en los barcos que no se forran luego con cobre. Cuando se desea llevar todas las tracas hasta los cucharros, se ponen los topes en la proa, para dividir la vuelta tanto como se pueda, lo que puede ser tan artificial como ayudar al labrado de la tabla, sin dañar al barco por destruir el corrimiento de los topes de las tablas.

Una vez puestas unas pocas tracas completas debajo de las cintas, se ponen en el pantoque y se trabaja hacia arriba, hasta que se cierra, dejando fuera sólo la traca contigua a la traca del pantoque, para permitir que caigan las astillas mientras dura el trabajo y el acabado de las obras internas.

Los trancaniles

Después de completar la estructura de la cubierta se pueden poner los trancaniles. Son tablas gruesas que se ajustan contra la cara interna de los barraganetes. Son considerablemente más gruesas que las demás tablas de cubierta, y están ahuecadas para conducir el agua que drena de lo alto de la cubierta hacia los imbornales. La canaladura debe tener tal forma que el agua no se quede en la costura entre el trancanil y la tabla contigua de la cubierta.

Los trancaniles deben ser de roble, o de madera igualmente duradera, ya que están expuestos a estados alternados de secos y mojados; además, como están conectados a los costados y las cabezas de los baos, están expuestos a una deformación considerable por el trabajo del casco, y como no circula el aire libremente en su parte inferior, están más expuestos a pudrirse que cualesquiera otras tablas de la cubierta, por lo que es absolutamente necesario seleccionar las maderas más sanas y duraderas para los trancaniles. Al colocarlos alrededor del barco se deben ajustar bien sobre los baos y a la cara interna de las cuadernas. Los que rodean la proa deben trabajarse con la misma curva de las cuadernas curvas, y ajustarlos y empernarlos a la buzada. La pieza de popa debe extenderse a través de la parte interna de la cuaderna de la cuadra (*quarter-timber*), y meter una pulgada en sus caras interna y de proa, de modo que esta parte se pueda hacer bien estanca. La pieza que cruza la popa debe tener buena anchura, y encajarse una pulgada alrededor de los tres lados de las cuadernas de popa, para reforzar el alefriz posterior para el interior de la tabla de popa, dejando suficiente espacio antes del alefriz para empernarla apropiadamente sobre el bao o yugo, para impedir que se vaya hacia atrás cuando se calafateen los topes de los extremos de la cubierta. Los extremos de la pieza de popa o trancanil deben ser cuidadosamente ingleteados (*mitered*) contra las piezas de costado, y hacerlo de tal manera que la boca de una costura no solape a la de otra, ya que en este caso es muy difícil calafatearlas apropiadamente. Las tracas de trancanil deben empernarse desde la roda a todo lo largo hasta el codaste sobre todos los baos y curvas, y también en sus lados a uno de cada dos barraganetes.

Las cubiertas

El mejor material para las cubiertas, por duración y fortaleza, es el abeto de Dantzig o Memel, pero por lo general están llenos de nudos gro-

seros, y como estos nudos son más duros que el resto de la madera, se salen cuando la cubierta se ha desgastado algo y dejan una superficie muy desagradable para andar por ella.

El pino amarillo americano es excelente para cubiertas, aguanta bien el calor y está casi totalmente libre de nudos, por lo que se desgasta por igual y siempre presenta una superficie suave.

El método de sujetar la cubierta a los baos ha sido frecuentemente criticado –se hacía con clavos de hierro o escarpías; pero el hueco hecho al punzonar las cabezas de los clavos en la tabla se llenaba de agua que corroía pronto el clavo, y pudría la cubierta alrededor de él, y por eso la cubierta dejaba pasar el agua por los agujeros de los clavos; pero a veces el agujero por encima de la cabeza del clavo se rellena de masilla, o con un tapón de madera, en forma de diamante, que se hunde en la cubierta encima de las cabezas de los clavos con el mismo propósito.

Actualmente se suelen hacer los clavos de cubierta de una composición de cobre y estaño. He visto cubiertas sujetas todas ellas a los baos con espigas de madera, o pequeñas cabillas, que constituyen una sujeción excelente, pero como la testa de la madera no se desgasta tan deprisa como la de los lados, las espigas sobresalen cuando la tabla se gasta, y naturalmente se requiere rebajarlas. Teniendo en cuenta esto, no me caben dudas de que este método de sujetar las cubiertas es superior al método habitual que usa clavos metálicos.

De los mismos años (1831) son las *Observations of the Materials used in the Fastenings of Ships*, que publicaba en Londres Francis Laire y cuyo resumen presentamos.

Debe evitarse el contacto entre maderas de diferente especie. En la actualidad, ante la escasez del roble inglés, se usan maderas de diversas procedencias que interactúan químicamente y se deterioran.

El Capt. Sweny (Royal Navy) y el norteamericano Dr. Rivere han probado un método para evitar la corrosión de los pernos y clavos de hierro. Ponen en sus cabezas y puntas unas arandelas de un metal que es mezcla de zinc y cobre, con superficie de al menos el 5% de la del perno.

Otro sistema experimentado con éxito en el Medway fue recubrir el perno con estaño. Se han usado láminas del metal de Riviere (Zn-Cu) para recubrir los fondos.

Finalmente, se ha experimentado con un sistema de sujeción que se basa en el usado en las piedras de la antigüedad clásica. Consiste en unir las piezas de madera con taponos o espigas redondas (*dowells*), cuyo taldro debe hacerse con precisión y alineados en la misma dirección.

De la práctica americana en los años en que se construyen los pri-

meros grandes clíperes son una muestra estas dos observaciones de Lauchlan McKay en *The Practical Ship-Builder: Containing the Best Mechanical and Philosophical Principles for the Construction of Different Classes of Vessels*, publicado en Nueva York en 1839:

Se pondrán dos cabillas en cada cuaderna y tabla, se pasarán en durmientes y se acuñarán por dentro. Además, se pondrá un perno en el extremo de cada tabla.

La mejor cabilla es la escuadrada en figura de ocho, ajustada con un cuchillo o azuela.

Pero el debate sobre el uso de cabillas de madera sigue vivo en 1845, como nos muestra el *Report of the Committee of Master Shipwrights on the Construction of Ships of War*, publicado en Londres.

Recoge opiniones encontradas sobre el uso de cabillas de madera en la Royal Navy:

- R. Blake dice que con las máquinas que las tallan, las cabillas actuales ajustan perfectamente y no dejan pasar agua. Los pernos de hierro son excesivamente caros y se quedan en la madera cuando se desguaza el casco. Ningún navío de la RN ha presentado ningún fallo por las cabillas hechas de roble inglés, sólo las hechas de madera africana o de roble verde.
- J. Fincham defiende que los navíos con más de cuarenta años de servicio tenían sus cabillas en perfecto estado. Defiende el uso de cabilla para la tablazón del forro porque cumple dos propósitos: sujetar las tablas a las cuadernas y aguantar las tensiones que produce el calafateado mejor que los clavos de hierro. Las cabillas del fondo se deben poner cuando las tablas están bien sujetas por tornillos. Hay más peligro de abrir las cuadernas con los pernos de hierro que con las cabillas. Por otra parte, niega que puedan reducirse los escantillones de los miembros del casco si se eliminan las cabillas, porque no son para darle resistencia sino para que aguante en combate.
- Lang es de la misma opinión y defiende las cabillas contra los pernos cortos, que además aumentan el peso del casco y reducen la altura de las baterías.

Este mismo año de 1845 el Lloyd's Register of British and Foreign Shipping concedía una extensión de dos años a los barcos clasificados con A1 para diez o más años, si sustituían las cabillas de madera por pernos de cobre o de metal amarillo.

La preocupación de los constructores por la pérdida de rigidez de los veleros, que se ponía de manifiesto en los naufragios y en los abordajes, sigue inspirando soluciones novedosas para aumentar la fiabilidad del encabillado. En 1850 se publica la obra de J. Ollivier *Shipwreck and Collisions at Sea greatly prevented by Christopher's Patent Improvements in Naval Architecture*, que extractamos aquí.

El invento del autor consiste en una cabilla (que llama *clip-treenail*, ‘cabilla-mordaza’) con una cabeza ancha y cerca del extremo un hombro que se forma afilando la cabilla un corto trecho entre la punta y la cabeza. Cuando se introduce la cabilla en la tabla y la cuaderna, el hombro impide que la cabilla se salga de la cuaderna, y como la cabeza impide que la tabla se salga de la cuaderna, la tabla del forro queda firmemente apretada a ésta.

La adhesión permanente de las tablas a las cuadernas es lo que da mayor resistencia y estanqueidad al casco. Por tanto, la sujeción entre ellas debe ser tal que ni la operación de calafateado ni las deformaciones del casco separen las tablas de las cuadernas. El diámetro de la cabilla es igual en el extremo que en el centro, y para asegurar que el hombro sujeta bien debe tallarse en un torno u otra máquina, de modo que el hombro esté en ángulo recto vivo con el taladro de la cabilla y cuando se meta, como es normal, en un taladro menor que el diámetro de la cabilla, el borde del hombro tenderá a cortar la madera y así impedirá que se salga la cabilla.

Esta cabilla-mordaza ajusta la tablazón a las cuadernas mejor que una cabilla normal, aunque ésta debe atravesar el forro exterior y el interior.

Si el forro exterior no se fija ajustado a las cuadernas, la fricción del agua del pantoque reduce el tamaño de las cabillas, que se hacen poco seguras.

Antes de meter la cabilla recomienda que se unte el taladro y la cabilla con aceite o betún vegetal caliente, o bien meter la cabilla en pez caliente o aceite de linaza justo antes de introducirla para que dure mucho más.

Para alojar la cabeza de la cabilla se debe aumentar el taladro de la tabla.

La cabeza se hace redonda para que no se astille al golpearla.

Para poderlas introducir sin que se rompan, las cabillas largas deben tener un diámetro menor que las cabillas cortas para el mismo diámetro del taladro barrenado, por lo que sujetan peor las tablas del forro a las cuadernas.

John Fincham, en el *Outline of Ship-Building in Four parts* de 1852 explica cómo deben asegurarse las cabillas para que no se aflojen:

- Los dos extremos de las cabillas se recalcan: las largas, con cuatro hendiduras en cuadro; las medianas con tres, en triángulo; las cortas, con dos en cruz.
- Las cabillas resisten mejor cualquier deformación transversal que el metal, según la actual proporción de ambos diámetros, pero el metal resiste mejor la tensión directa de separación.

El Lloyd's Register of British and Foreign Shipping especificaba los elementos para la sujeción (clavazón o *fastening*) de las piezas del casco en sus *Rules* del año 1855, cuya «Sección 46» comentamos a continuación.

Las cabillas serán de buena calidad y de una clase de madera igual a la mejor de las partes que debe atravesar.

Deben ser circulares, bien torneadas a máquina, comprimidas o aplanadas. Siempre que se usen tablas de más de doce pulgadas de ancho, se sujetarán con dos cabillas, y cuando tengan más de nueve, con dos y una, excepto cuando se usan pernos, y para anchos menores, entonces con una sola cabilla.

En tales casos, la mitad de la cabilla debe atravesar el forro interior y las tablas exteriores se sujetarán con al menos un perno en cada tope, perno pasante y remachado.

Los pantoques se sujetarán con pernos colocados de modo que del trinquete al mayor en barcos hasta 300 t habrá al menos un perno pasante y remachado en cada genol, y los barcos de más de 300 t tendrán al menos dos pernos pasantes y remachados en cada conjunto de cuadernas en una u otra de las gruesas tracas de pantoque.

Todos los pernos de las curvas, buzardas, puercas, sobreplanos, yugos, diagonales, regala, sobrequilla, trancaniles, pies de cuadernas en los dormidos de proa y de popa y todos las demás sujeciones han de ser metidos y remachados sobre arandelas del mismo material que los pernos. Los pernos de arriba a abajo de las curvas con los baos no tienen que pasar la cubierta, pero cuando se remachen sobre los baos o sobre cubierta deben remacharse sobre arandelas del mismo material que el perno.

Los dos pernos más próximos a la curva de los machos y hembras del timón también deben ser pasantes y remachados; los de las hembras estarán en la madre del codaste; las tracas de desagüe se empernarán a

las varengas y un perno en cada costado de cada varenga será pasante y remachado.

Cuando los pies de los genoles (sean de una pieza o con choques a tope) se junten en el centro sobre la quilla y bajo la sobrequilla, puede prescindirse de los pernos pasantes en las tracas de desagüe.

En los barcos que, por otra parte, son clasificados por su material para un grado mayor que seis años, en los que la tablazón de la cubierta superior, el castillo y la toldilla se sujetan con clavos o pernos de cobre o de metal amarillo y toda la tablazón exterior se sujeta con cabillas y pernos de cobre o de metal amarillo, se excluyen totalmente los pernos de hierro en cualquier parte del barco, excepto los pernos de cuadernas y pernos cortos en el forro interior y pernos de arriba a abajo en curvas que cierran sobre los baos de la cubierta superior, de la toldilla o del castillo cuando se coloca sobre ellos la tablazón de la cubierta.

Con los pernos de arriba a abajo de los baos de la bodega y de la cubierta inferior, pernos de proa a popa en los brazos de las curvas de baos, pernos de durmientes, molinete o bauprés, bitas, elementos transversales de cubierta, pernos en curvas a proa de la roda, pernos de sujeción relativos a la jarcia o cualquier perno por encima de la regala de la toldilla, combés y castillo, los barcos tendrán un periodo de un año, y además se dará otro periodo de un año a los barcos que se sujeten de manera que el forro exterior por encima de las cabezas de varengas también se sujete con pernos de cobre o de metal amarillo en lugar de cabillas. En todos los casos de sustitución, el número de pernos debe ser el mismo que ya se ha prescrito para las cabillas. La proporción de pernos pasantes debe ser la mitad, y todos los pernos pasantes deben ser maleables y remachados sobre arandelas del mismo material por el interior.

Cuando se usen sujeciones de metal en lugar de cabillas, se deberá observar esta proporción. Los tamaños de los pernos de cobre o de metal deben ser como sigue:

Barcos de 150 t y menos de 200 t,	5/8 pulgadas
Barcos de 200 t y menos de 350 t,	3/4 pulgadas
Barcos de 350 t y menos de 500 t,	13/16 pulgadas
Barcos de 500 t y menos de 700 t,	7/8 pulgadas
Barcos de 700 t y menos de 900 t,	15/16 pulgadas
Barcos de 900 t y más,	1 pulgada

La longitud de los pernos cortos no será menor que la que sigue:

Con tablas de 2-1/2"	tendrán 7 pulgadas de largo
Con tablas de 3"	8 pulgadas
Con tablas de 4"	10 pulgadas
Con tablas de 5"	12 pulgadas
Y así para tablas de otros gruesos.	

Es interesante comparar estas *Rules* de 1855 con las *Rules and Regulations* del Lloyd's Register of Shipping de 1891 para ilustrar la evolución de la construcción naval en madera en los años en los que la madera libra su batalla con el acero. Como cabía esperar del final del siglo, las instrucciones eran más detalladas y se definía con más extensión el uso de pernos metálicos.

A continuación traducimos la «Sección 46» de las *Reglas* de 1891 cotejándola en paralelo con las mismas cláusulas de la versión de 1855, que se reproducen entre comillas.

Las cabillas serán de buena calidad y de una clase de madera igual a la mejor de las partes que debe atravesar.

Las cabillas serán de buena calidad y de una clase igual al mejor material que deban atravesar. Sin embargo, si en los barcos construidos en las colonias británicas de Norteamérica, o de abeto, se usan cabillas de material no inferior a los de la línea 2 de la Tabla A, incluida la acacia o algarrobo (*locust*) y todas las maderas duras de Australia y tropicales de calidad duradera, y haya en el fondo no más arriba de las cabezas de varengas, se pondrá la anotación «Cabillas de Madera Dura» junto al nombre del barco en el libro de registro.

Deben ser circulares, bien torneadas a máquina, comprimidas o aplanadas. Siempre que se usen tablas de más de doce pulgadas de ancho, se sujetarán con dos cabillas, y cuando tengan más de nueve, con dos y una, excepto cuando se usan pernos, y para anchos menores, entonces con una sola cabilla.

Las cabillas han de ser rectas y circulares, bien torneadas a máquina, comprimidas o aplanadas, sin fibras cortadas ni nudos, y deben estar libres de savia e hincarse bien ajustadas, y en todos los casos deben calafatearse o acuñarse por fuera. Siempre que se usen tablas de más de once pulgadas de ancho, se sujetarán con dos cabillas, y las que tengan más de ocho, con dos y una, excepto cuando se usan pernos, y para anchos menores, entonces con una sola cabilla.

En tales casos, la mitad de la cabilla debe atravesar el forro interior y las tablas exteriores se sujetarán con al menos un perno en cada tope, perno pasante y remachado.

No menos de dos tercios de las cabillas deben atravesar el forro interior, los durmientes, etc. Todos los topes de las tablas exteriores se sujetarán con dos pernos, uno de los cuales puede estar en la cuaderna aneja, y uno debe atravesarla y remacharse.

Los pantoques se sujetarán con pernos colocados de modo que del trinquete al mayor en barcos hasta 300 t habrá al menos un perno pasante y remachado en cada genol, y los barcos de más de 300 t tendrán al menos dos pernos pasantes y remachados en cada par de cuadernas en una u otra de las gruesas tracas de pantoque.

Los pantoques se sujetarán con pernos colocados de modo que desde el trinquete, una distancia a popa igual a tres quintos de la longitud de la quilla, habrá, en barcos menores de 300 t, un perno pasante y remachado en cada genol, y en los mayores habrá al menos dos pernos pasantes y remachados en cada par de cuadernas en una u otra de las tracas gruesas del pantoque, o las tablas del pantoque, o se pueden asegurar las tablas del pantoque como se define en las cláusulas para «Periodo Extra Concedido por Sujeciones de Metal».

Todos los pernos de las curvas, buzardas, puercas, sobreplanes, yugos, diagonales, regala, sobrequilla, trancaniles, pies de cuadernas en los dormidos de proa y popa y todos las demás sujeciones han de ser metidos y remachados sobre arandelas del mismo material que los pernos. (Esta cláusula se mantiene igual en 1891)

En barcos de 150 toneladas y menores, en los que la quilla sea de olmo roca americano, o material de textura igualmente dura, y en los que la línea media de pernos sea de hierro, se puede admitir que se metan hasta una pulgada y media de la cara baja de la quilla, y meter un tapón de madera ajustado contra cada extremo.

En las curvas o en las bulárcamas-curvas colocadas verticales o diagonales, los pernos de bragada (*throat bolts*) en los brazos deben colocarse tan próximos como sea posible a (pero no en) el ángulo de la bragada, y el siguiente perno no deberá ponerse a más de diez pulgadas del perno de bragada, siempre que se pueda, y también al empernar las

curvas valonas u horizontales se observará la misma disposición, cuando la separación de las cuadernas lo permita. No se aceptarán «curvas escalonadas» (*jumped knees*).

Los pernos de arriba a abajo de las curvas con los baos no tienen que pasar la cubierta, pero cuando se remachen sobre los baos o sobre cubierta deben remacharse sobre arandelas del mismo material que el perno.» (Esta cláusula se mantiene igual en 1891)

Los dos pernos más próximos a la curva de los machos y hembras del timón también deben ser pasantes y remachados; los de las hembras estarán en la madre del codaste; las tracas de desagüe se empernarán a las varengas y un perno en cada costado de cada varenga será pasante y remachado.

Los dos pernos más próximos a la corona de los pinzotes y brazos del timón también deben ser pasantes y remachados; los de las brazas estarán en la madre del codaste. Las tracas de desagüe se empernarán a una de cada dos cuadernas, las tablas de pantoque a una de cada tres cuadernas y los palmejares (*shelves*) o durmientes a cada cuaderna en cada traca.

Cuando los pies de los genoles (sean de una pieza o con choques a tope) se junten en el centro sobre la quilla y bajo la sobrequilla, puede prescindirse de los pernos pasantes en las tracas de desagüe.» (Esta cláusula se mantiene igual en 1891)

En los barcos que por otra parte son clasificados por su material para un grado mayor que seis años, en los que la tablazón de la cubierta superior, el castillo y la toldilla se sujetan con clavos o pernos de cobre o de metal amarillo y toda la tablazón exterior se sujeta con cabillas y pernos de cobre o de metal amarillo, se excluyen totalmente los pernos de hierro en cualquier parte del barco excepto los pernos de cuadernas y pernos cortos en el forro interior, pernos de arriba a abajo en curvas que cierran sobre los baos de la cubierta superior, de la toldilla o del castillo cuando se coloca sobre ellos la tablazón de la cubierta.

Con los pernos de arriba a abajo de los baos de la bodega y de la cubierta inferior, pernos de proa a popa en los brazos de las curvas de baos, pernos de durmientes, molinete o bauprés, bitas, elementos transversales de cubierta, pernos en curvas a proa de la roda, pernos de sujeción rela-

tivos a la jarcia o cualquier perno por encima de la regala de la toldilla, combés y castillo, los barcos tendrán un periodo de un año, y además se dará otro periodo de un año a los barcos que se sujeten de manera que el forro exterior por encima de las cabezas de varengas también se sujete con pernos de cobre o de metal amarillo en lugar de cabillas. En todos los casos de sustitución, el número de pernos debe ser el mismo que ya se ha prescrito para las cabillas. La proporción de pernos pasantes debe ser la mitad, y todos los pernos pasantes deben ser maleables y remachados sobre arandelas del mismo material por el interior.

Cuando los trancañiles de la cubierta inferior o de los baos de bodega, palmejares (*shelves*), cosederas (*spirkettings*), durmientes y curvas valonas, tablas de pantoque, tracas de desagüe, buzardas de madera, puercas (*crutches*) y diagonales (*pointers*) se sujetan con hierro, los pernos pueden atravesar la cuaderna y remacharse sobre ella, o meterse desde la cuaderna y remacharse por dentro (si se ponen curvas valonas de hierro y se sujetan con hierro, los pernos hay que meterlos desde dentro), supuesto que los pernos de dentro y de fuera de las curvas de peralto a los baos de bodega o de cubierta inferior, y los de las bulárcamas-curvas, buzardas de hierro, puercas o diagonales, si las hay, sean de cobre o de metal amarillo pasantes y remachados por fuera de la tabla de forro; y también un perno en cada tope de las tablas del fondo desde la quilla hasta un quinto del puntal de la bodega por debajo de la cara alta de la cubierta alta, y paralelo allí de proa a popa, se meten pasantes y remachados por dentro en el forro interior, y serán de cobre o de metal amarillo y, además, todos los demás pernos dentro de esa zona serán de cobre o de metal amarillo.

(En 1891, totalmente modificadas y ampliadas otras cláusulas para definir los años adicionales que merece el empleo de pernos de cobre o de metal amarillo en diferentes partes del casco)

Cuando se usen sujeciones de metal en lugar de cabillas, se deberá observar esta proporción. Los tamaños de los pernos de cobre o de metal deben ser como sigue:

Barcos de 150 t y menos de 200 t,	5/8 pulgadas
Barcos de 200 t y menos de 350 t,	3/4 pulgadas
Barcos de 350 t y menos de 500 t,	13/16 pulgadas
Barcos de 500 t y menos de 700 t,	7/8 pulgadas
Barcos de 700 t y menos de 900 t,	15/16 pulgadas
Barcos de 900 t y más,	1 pulgada

La longitud de los pernos cortos no será menor que la que sigue:

Con tablas de 2-1/2"	tendrán 7 pulgadas de largo
Con tablas de 3",	8 pulgadas
Con tablas de 4",	10 pulgadas
Con tablas de 5",	12 pulgadas
Y así para tablas de otros gruesos.	

(Esta sección se mantiene igual en 1891)

La revista *The Monthly Nautical Magazine and Quarterly Review* publicaba en 1855 un artículo en el que se reflejaba la preocupación generalizada de los armadores y los aseguradores norteamericanos por la efectividad de la clavazón de los barcos de madera. Sólo dos años después de este documento fundarían el primer registro de barcos de los EE.UU., el *New York Marine Register* de 1857. En resumen, decía así:

La preocupación por las pérdidas que tienen que cubrir los aseguradores lleva a cuestionar la calidad de la sujeción (clavazón en general) de las maderas del casco.

El autor denuncia que no todos los barcos americanos usan pernos, clavos o tornillos, como debieran, y pide una ley que obligue a usar las sujeciones apropiadas y la madera sana, porque, dice: «he visto barcos contruidos con clavos y pernos, especialmente cuando se requieren de cobre, *tan pocos y separados entre sí* que una jauría de perdigueros, en plena búsqueda, sólo en ocasiones husmearían el verdadero olor, o pista, de un clavo o un perno de cobre».

Acaba diciendo que «las compañías de seguros se liberarían en gran medida de las pérdidas por naufragios si en cada puerto de los EE.UU. emplearan a algún mecánico competente que les informara de cómo está sujeto cada barco y qué clase de madera se usa en su construcción».

A continuación, recogemos un interesante artículo, «On Tree-Nails and Tree-Nailing», que publicaba la prestigiosa *United States Nautical Magazine* en 1856. Es otra muestra de la situación real por la que atravesaba la construcción naval en madera en la costa este de los EE.UU. en los años más dorados de aquella construcción naval. (Traducimos *fastening* por *clavazón* en sentido genérico, y *drive* por *hincar*)

Recientes observaciones en los Diques Secos de Nueva York nos han convencido de que no son inoportunas algunas anotaciones sobre este asunto. Nos sorprende que los constructores no cuiden más su reputación de lo

que algunos parecen hacer, los que sufren que sus barcos estén a medio encabillar. El encabillar un barco nuevo en el dique es una escena para no verla, y además vergonzosa, que muestra la depravación mecánica en el litoral. Cientos de personas que pasan por allí se preguntan “¿Quién construyó ese barco?” – “¿De dónde es?” Hemos oído las respuestas en un caso reciente: “Dice el dueño que lo construyó para su propio hijo. ¡Habrá que ver qué clase de trabajo hará para un extraño!” Estas exhibiciones ennegrecen el carácter de la navegación en lugares donde sabemos que han construido barcos tan buenos como nunca antes han navegado.

El barco al que nos referimos fue encabillado como consecuencia de haberse descubierto que la obra estaba tan mal hecha que tres de cada cuatro cabillas en una cuaderna sólo penetraban tres o cuatro pulgadas en la madera. Se descubrió al cortar un trozo del forro para repararlo. Los inspectores decidieron que había que quitar el cobre nuevo y sacar o barrenar todas las cabillas (que eran de calidad inferior), y ponerlas de acacia (*locust*) en su lugar. Se hizo esto a expensas de los aseguradores, estando el barco en tierra con toda su carga a bordo. Las bombas que se oyen trabajando a horas intempestivas en puerto, con frecuencia nos cuentan historias de cabillas defectuosas que deberían hacer enrojecer a los constructores. La obra contratada y los bajos precios han llevado a trabajos fraudulentos, que a su vez han reaccionado sobre los precios hasta que la sujeción (*faste-ning*) de los barcos ha acabado siendo confiada a hombres irresponsables en muchos astilleros, que no son vigilados como debieran por los capataces, por la razón principal de que “no se gana siendo tan exigente”.

El encabillado de un barco es una parte de la obra tan importante como cualquiera, pero es notorio que ahora es lo más probable que se desdeñe más que otras. Los armadores y los aseguradores harían bien en considerar la diferencia entre clavetear (*pegging*) tablas gruesas a las cuadernas y encabillarlas atravesando todo y poniendo cuñas en los dos extremos. El mal trabajo se hace de la manera siguiente: habiendo trabajado el forro interior antes que el exterior, y sujeto en escuadra, hay necesariamente un gran número de «hierro» o agujeros cortos en este último, que penetran muy poco o nada en la cuaderna; muchos son hechos a propósito por el barrenador –otros sólo *imitan* a los «agujeros de hierro». Estos barrenadores cobran a destajo (*by the score*), por cantidad, y antes de que se usaran barrenas articuladas (*crank augers*) hacían mejor el trabajo –ahora calculan ganar «una fortuna» en cada obra. Luego viene el cepillador de cabillas. Prefiere comprar su propio suministro, y encuentra más barato poner las menores (en bruto) que las que tienen ta-

maño para llenar el taladro –con sólo quitar las esquinas. Las ajusta de mala manera –bien rebajándolas de la cabeza a la punta o cepillándolas en mitad de su longitud, con lo que sólo aprietan en los extremos, donde no sujetan nada, en comparación. La cabeza se hace con abertura extra, y al hincar la cabilla, con frecuencia se abre la tabla, mientras el taladro no se ha llenado en la mitad de su longitud. Las cabillas que se hincan peor abren las tablas más. Un muchacho no necesita trabajar durante mucho tiempo en los andamios para descubrir que una cabilla de cabeza (*drift*) tan grande como para abrir la tabla al hincarla no puede ser metida hasta la marca; son los dos o tres últimos golpes los que causan el problema, y hacen creer al que no sabe que el trabajo sólo se ha hecho un poco “demasiado bien”. Las grietas de las cabillas, como las de los pernos, son las más difíciles de hacer estancas –especialmente en forros blandos.

Pero aún hay otra fuente de mala mano de obra. Los que meten las cabillas –a menudo los hombres que valen menos del astillero, aunque el taladro se barrene atravesando todo, y las cabillas estén bien preparadas– a veces desdeñan su parte del trabajo. En los diques secos se ven casos en que los taladros pasan todo, y las cabillas bien hechas, pero sólo entran unas pocas pulgadas en la cuaderna. No aprobamos las cabillas *redondas*. La mejor forma para todos los usos es la cuadrada en ocho, ya sea a mano o a máquina.

Ahora indicaremos cómo deben barrenarse los taladros, y cómo deben prepararse las cabillas e hincarse. Por sencillas que puedan suponerse estas operaciones estamos persuadidos de que hay algunas personas relacionadas con ellas que tienen algo que aprender sobre las mismas.

Se cuenta que cierto constructor en el extranjero provocó a uno de Nueva York diciendo: “¡En Nueva York no sabéis cómo hincar las cabillas!” – “¡se aflojan a mitad del camino!” “Cierto”, contesta el otro, “deben de ser las cabillas de dos cabezas (*two-drift*) las que viste hincar en Nueva York –ese es un punto de su excelencia”. “¡Una cabilla con dos cabezas!”, replica el primero, “¿qué nueva tontería es esa?” “Ni nueva ni tontería. ¿Es que has crecido entre las astillas de un astillero y no has aprendido que las cabillas largas se pueden hincar mejor con dos cabezas en lugar de una –con el taladro hecho con dos barrenas de tamaño diferente, en lugar de una?” “Nunca lo había oído”.

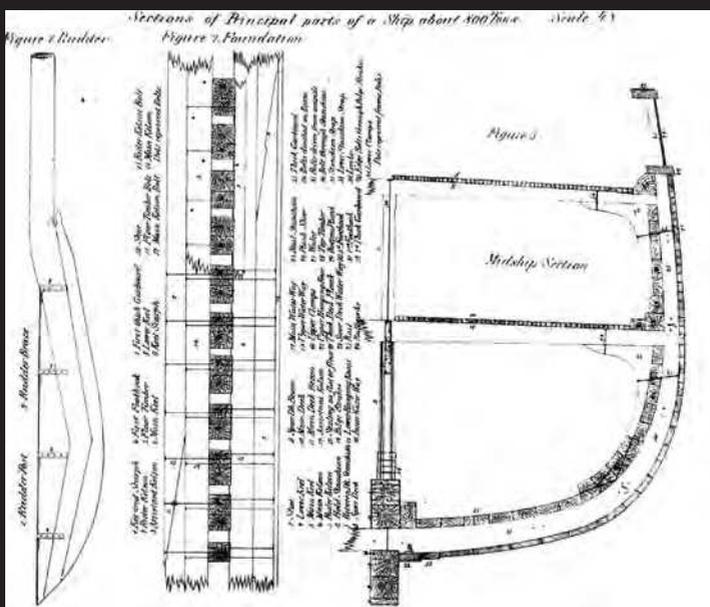
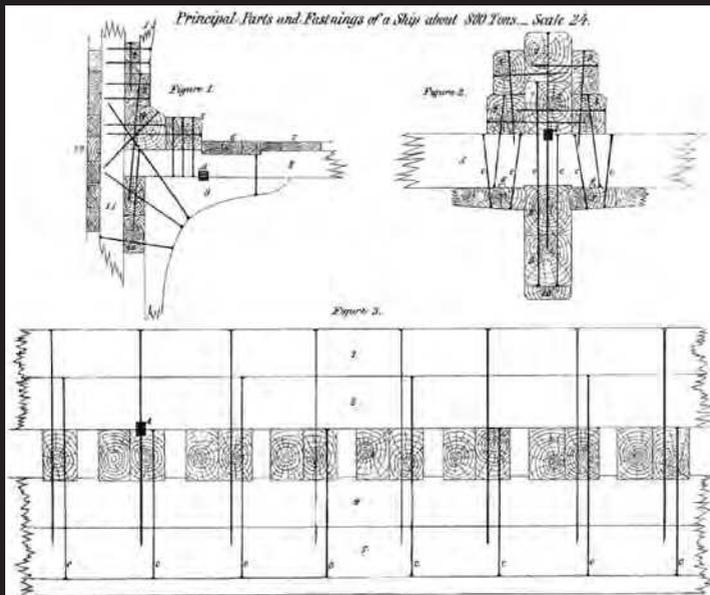
Isaac Webb, bien conocido en el pasado como uno de los mejores constructores de Nueva York, fue el primero en demostrar los méritos de este inven-

to. Las cabillas de esta forma se pueden hincar siendo 1/32 o 1/16 pulgadas más gruesas que cualquiera otra para el mismo diámetro del taladro. Rellenan el taladro de extremo a extremo al hincarlas, aunque al principio entran un poco flojas. Aguantan mejor y cuesta menos dinero hincarlas, y lo que es más importante, rara vez abren la tabla. Los barcos encabillados apropiadamente de esta manera son un crédito para los constructores, provechosos para los armadores y populares con los aseguradores.

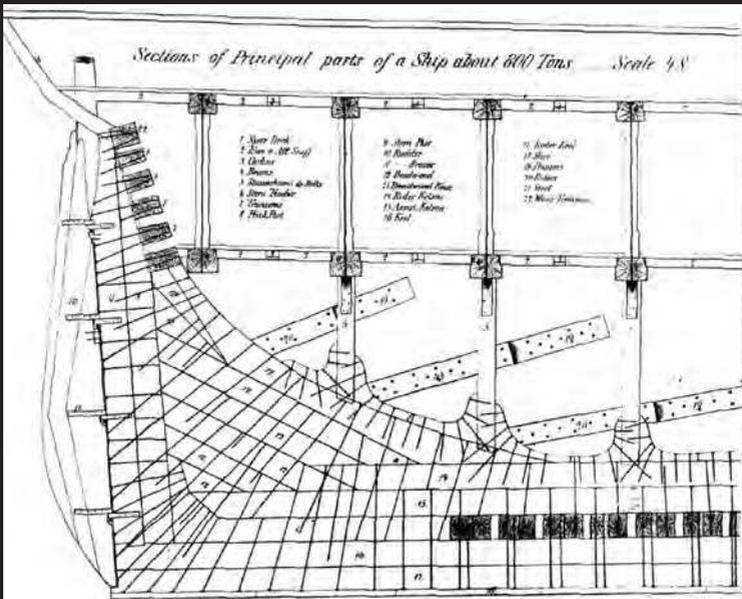
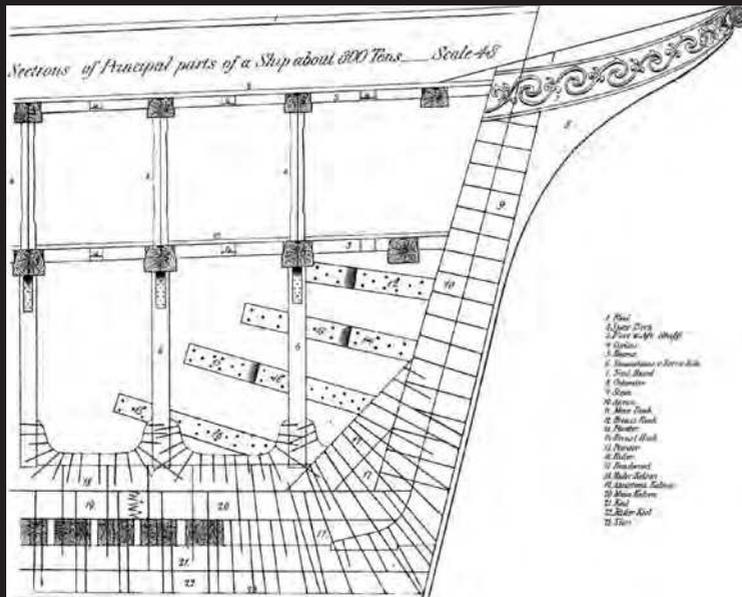
Desde hace dos o tres años se han perfeccionado máquinas de vapor para fabricar las cabillas de dos cabezas, y varios constructores de Nueva York las prefieren a las otras. Wm. H. Webb las ha usado exclusivamente durante más de dos años y otros constructores dos tercios de este tiempo. Los talleres están en Jersey City, NJ, donde se hacen cabillas de todos los diámetros y longitudes de la mejor acacia que crece en el país. Es una patente de Fitzgerald y se calcula que da beneficios inmensos al encabillado de los barcos, ofreciendo un artículo superior a menor coste. Abm. Hoagland es propietario de la Jersey City Tree-nail Factory, que recibe los pedidos. La operación de escuadreo en ocho y preparación de la cabilla cuadrada se hace con cuchillas rotatorias con corte transversal, que quitan las esquinas y dejan los lados de la cabilla ligeramente cóncavos, y bastos, con lo que aumenta notablemente la fricción y se asegura la mejor fuerza de agarre. Es casi imposible sacar una de estas cabillas cuando se hincan de manera apropiada. Se fabrican barrenas para ellas que conservan su forma hasta que se gastan, de modo que no es necesario variar el calibre de la máquina para adecuarlo al desgaste de la barrena, como se hacía antes. Se puede recuperar la fiabilidad en la mano de obra sin coste adicional usando cabillas como las que se han descrito. Los inspectores cuidan con mucha atención las cabillas y comprueban que no se han hincado desde dentro y desde fuera en el mismo taladro y que no abren la tabla, y que se han puesto las cuñas apropiadas en los dos extremos.

Traducimos a continuación algunas interesantes observaciones de 1874 sobre el empleo de cabillas y de pernos en los barcos ingleses, cuando la construcción naval en acero era una tecnología establecida en Gran Bretaña. Las hemos tomado de la obra de Samuel J. P. Thearle *Naval Architecture: An Elementary Treatise on Wood, and Iron Ship-building*, publicada en Londres.

Una vez ajustada la tabla y colocada en posición mediante cadenas, cuñas, escoras, etc., se asegura temporalmente con tornillos de ojete (*Blake's screws*)



Figuras del *American Lloyd's Registry* con las que se describía en 1867 la estructura de un ship de 800 t, denominación que valdría tanto para una fragata española como para un clíper americano.



Figuras del *American Lloyd's Registry* con las que se describía en 1867 la estructura de un ship de 800 t, denominación que valdría tanto para una fragata española como para un clíper americano.

en los puntos en los que luego se pondrán las sujeciones permanentes, de manera que no se debilite la tabla ni las cuadernas. Antes de colocar las sujeciones es necesario barrenar desde el interior del casco pasando toda la madera de palmejares (*shelves*), trancaniles, curvas de cabezas de baos, etc., y marcar con tiza en la tabla dónde van a ir las bulárcamas y otros elementos de hierro, de modo que se puedan hacer los taladros de las sujeciones separados de ellos. Cuando se han situado estas sujeciones se pueden situar todas las sujeciones del fondo que se haya decidido poner.

Los pernos prisioneros fueron muy usados años atrás en los barcos de la Corona, pero últimamente ha habido una reacción a favor de las cabillas de madera, y ya no se usan tanto aquéllos, posiblemente por consideraciones de coste y peso.

Sin embargo, las *Reglas* del Lloyd's aún muestran una preferencia clara por los pernos prisioneros frente a las cabillas de madera. Tal vez se deba a que aquéllos duran más, porque las cabillas tienen un poder de agarre considerablemente mayor que un perno corto o un perno prisionero, que carece de la ventaja de rebitar la punta, que es la gran recomendación de las sujeciones metálicas pasantes.

Cuando se hincan las cabillas ha de cuidarse especialmente que no se astillen, ya que en tal caso es imposible hincarlas más y hay que barrenarlas, y sustituirlas por otras que son menos eficaces que las que se hincan por primera vez. Las cabillas deben estar bien curadas, de roble sano, y cortadas según la fibra, porque si se cortan las fibras es imposible conseguir que sujeten con eficacia.

Otro autor inglés, Thomas A. Britton, en su *Treatise on the Origin, Progress, Prevention and Cure of Dry Rot in Timber*, decía en 1875:

Las cabillas son la segunda causa del deterioro de los barcos. La primera es la estopa del calafateado. Cuando se tallan las cabillas para que se hincuen fácilmente, entran flojas y, cuando encogen, dejan pasar agua entre ellas y el taladro, la cual llega hasta el centro de la tabla y abre paso a más agua.

Cerramos este capítulo con las figuras del *American Lloyd's Registry* con las que se describía en 1867 la estructura de un *ship* de 800 t, denominación que valdría tanto para una fragata española como para un clíper americano.

Las maderas navales

*How many thousands of acres of forest
Lie scattered and heaped by the wind and the tide?
The companies cut them and boomed them and lost them,
Then left them to rot where they lie, but we
Snap the line tight, haul them away
Snap the line tight, she's rockin', she's free
Snap the line tight, haul them away
Slide them off into the sea
«Snap the Line Tight». SEA SHANTY*

En los registros americanos, como en las reglas del Lloyd's y del Bureau Veritas del XIX, se especifican las maderas de uso habitual en la construcción naval por las que se calificaban los cascos de madera y se asignaba la clase y su duración. Algunas de estas especies fueron utilizadas también en las construcciones catalanas.

Estas maderas corresponden a especies que han caído en desuso y cuya equiparación con las maderas españolas actuales no es inmediata. En este capítulo las presentamos con algunos comentarios.

- *Black locust* = *Robinia pseudoacacia* (de flor blanca). Especie de algarrobo.
- *Water hemlock* = cicuta.
- *Hemlock* = *Pinus canadiensis*.
- *Tamarack* = *Pinus pendula* (nombre holandés para el *hackmatack*).
- *Fir* = *Pinus balsamea*, abeto.
- *Spruce* = *Pinus nigra et alba*, píceas.
- *Cedar* = *Thuja occidentalis*.
- *Hackmatack* = *Larix americana* o alerce (*larch*) (nombre indio del *tamarack*). Crece preferentemente y con profusión en New Brunswick, Prince Edward y Nueva Escocia.

Tanto el *hackmatack* como el *locust* fueron árboles empleados con preferencia a otros en los mejores veleros que se botaron en las costas de Nueva Inglaterra, Nueva York y el Canadá atlántico. En la búsqueda

de sus características hemos encontrado una buena referencia en el estudio *Pine forests and hackmatack clearings in the British North American Provinces*, publicado por el Lt. Col. C. M. Sleigh en Londres en 1853, del que sacamos algunos datos interesantes sobre este árbol.

- Su madera es dura, fuerte y duradera. No prende fácilmente, pero luego arde con llama intensa y calor ferviente, por lo que se quemaba en los barcos de vapor de Canadá y los EE.UU.
- Iguala al roble inglés y a la teca. No se conoce ningún barco construido con *hackmatack* que se haya podrido por hongos en seco (*dry-rot* = oxímoron que define la putrefacción de la madera causada por los hongos *Serpula lacrymans* en Europa y *Meruliporia incrassata* en Norteamérica, que destruyen la celulosa y dejan la lignina sola, provocando la ruina de la construcción).
- Tiberio reconstruyó con tablones de alerce el puente de las Naumaquias, que había sido construido por Augusto y luego fue incendiado. Los pintores, desde Plinio a Rafael, pintaron en tablas de alerce, que los romanos llamaron «madera inmortal».
- Los romanos bajaron los troncos de los Alpes y Vitrubio cita su valor para la construcción. Plinio dice: «Este árbol es el mejor de la especie de resinosos; no se pudre, sino que dura mucho tiempo». Trajano construyó con ciprés y alerce su palacio flotante como residencia de verano en el lago Nemi, donde se conservó bajo el agua durante catorce siglos.

Los palos

A nadie se le escapa que los palos juegan un papel esencial en la vida de los veleros. Es digna de cita la obra de Samuel F. Manning *New England Masts and the King's Broad Arrow*, New Hampshire Printers, 1979. De ella tomamos algunas ideas que siguen, en la descripción de una saga que tuvo su equivalencia en España, con fustes menores, y en países del norte de Europa.

Sin palos, no hay navíos

Los árboles de Nueva Inglaterra fueron requisados por la Corona inglesa a partir de las guerras con Holanda, mediado el siglo XVII, para talar los palos de sus navíos, hasta la Independencia. La marca real, una cabeza de flecha, se hendía con tres cortes del hacha en los troncos de

los seleccionados. Se prefería el *Pinus silvestris*, descrito como *fir*. Lo mismo que el *pino de Oregón* es *Douglas fir*, aunque para los botánicos sea *Pseudotsuga menziesii*, es decir, una especie de *hemlock*. Después de la Independencia, los realistas mantuvieron la *flecha real* en Canadá hasta que se usaron mástiles de hierro.

Las perchas o palos de los navíos, mástiles, vergas, bauprés y botalón, requieren árboles de fibra larga y poca densidad, con madera blanda y flexible, como las coníferas. Al contrario que la madera para la construcción, que debe secarse bien para que sea estable, los palos se suministraban «húmedos», y cortándolos en verano y otoño conservaban la resina.

Los grandes diámetros, hasta de un metro en la fagonadura, y guindas de hasta cuarenta metros, sólo se encontraban en las costas del Báltico, donde Inglaterra, Francia, Holanda y España competían por los *pinos de Riga*. Los árboles para palos se convirtieron en los elementos estratégicos de las armadas, que ya entrado el XVIII tuvieron que recurrir a construir los mástiles compuestos de piezas entrecruzadas con escarpes complejos y apretadas con zunchos.

El pino de Riga (un *fir*) era insustituible. Su resiliencia y su duración se debían a que retenía la resina mucho tiempo después de cortado. Pero el transporte desde el Báltico estaba sujeto a las relaciones políticas y las guerras, e Inglaterra tuvo que recurrir a otras dos opciones. Por una parte, el pino blanco de Norteamérica, el *Pinus strobus*, que era menos fuerte pero ahorrraba la cuarta parte del peso. La otra opción era el *fir* americano que llamaron *spruce*, un árbol del género *Abies excelsa* europeo, o del *Abies nigra* americano, que tenía grano más grueso y se deterioraba antes que los pinos.

Los árboles de Nueva Inglaterra tenían gruesos fustes y eran blandos y ligeros, lo que permitía obtener mástiles de una sola pieza, sin necesidad de componerlos. Además de la madera, aquellos bosques americanos proporcionaban productos tan necesarios como el alquitrán y la trementina. En 1704, los bosques de Nueva Inglaterra había sustituido a los del Báltico en todos los productos y la Corona pagaba 4 libras por tonelada de alquitrán o pez, 3 por resina o trementina, 6 por la de cáñamo y 1 por la de bauprés. La tonelada se contaba como 40 pies cúbicos de pino limpio (tallado) o 50 en bruto, y se prohibía cortar pinos con menos de un pie de diámetro.

Para exportarlos a Inglaterra, los troncos se tallaban con «dieciséis lados», a partir de un primer corte en cuadrado.

En la ruta de los troncos, de los ríos al embarcadero marino, se levantaron pueblos costeros, cuya plaza refleja la forma del abanico que

describían los largos troncos cuando viraban al ser arrastrados en su trayecto hacia el mar.

En el libro del *American Lloyd's Registry of American and Foreign Shipping* del año 1859 ya se daban los pesos específicos de las maderas navales en libras / pie cúbico que se aplicarían sin variación durante el resto del siglo.

<i>Water</i>	62,5	agua
<i>Teak wood</i>	86	teca
<i>Lignum vitae</i>	84	guayacán
<i>Live-oak</i>	82	encina (de Virginia)
<i>Mahogany</i>	65	caoba
<i>Locust</i>	60	acacia
<i>Black oak</i>	50	roble negro
<i>White oak</i>	49	roble blanco
<i>Red oak</i>	47	roble rojo
<i>Maple</i>	46	arce
<i>Ash</i>	44	fresno
<i>Elm</i>	36	olmo
<i>Walnut</i>	35	nogal
<i>Red cedar</i>	34	cedro rojo
<i>Yellow pine</i>	34	pino amarillo
<i>Chestnut</i>	33	castaño
<i>Hackmatack</i>	31	alerce
<i>White pine</i>	30	pino blanco
<i>Spruce</i>	29	abeto

Bibliografía consultada

Vengamos aora a la citación de los autores
que los otros libros tienen, que en el vuestro os faltan.
CERVANTES, Prólogo del *Quijote*.

- ALCALÁ-ZAMORA, José: *Evolución del tonelaje de la flota de vela española durante los siglos modernos*. Estudios, 1975.
- AMEZAGA IRIBARREN, A.: *La Compañía Real Guipuzcoana de Caracas. Los años áuricos (1728-1751)*.
- BAISTROCCHI, A.: *Arte naval militar; maniobra de buques*. El Correo Gallego, 1924.
- BECHER, A. B.: *Navegación del Océano Atlántico ... con las derrotas que se deben hacer para cruzarlo en todas direcciones*. Depósito Hidrográfico, Madrid, 1864.
- BASSEGODA MUSTÉ, Pedro Jorge: *Diseños de la Villa del Masnou y de su Marina de Vela del Ochocientos*. El Masnou, 1962.
- BLACKBURN, Isaac: *A Treatise on the Science of Ship-Building; with observations on the British Navy*. John Asperne, Londres, 1817.
- BOITARD, M.: *Nouveau manuel du cordier*. Libr. Encyclopédique Roret, París, 1839.
- BOWDITCH, Nathaniel: *The New American Practical Navigator*. Newburyport, Massachusetts, 1802.
- BRITTON, Thomas A.: *Treatise on the Origin, Progress, Prevention and Cure of Dry Rot in Timber*. Londres, 1875.
- CARRAU, J.: «La Marina velera catalana y el puerto de Montevideo». En *Revista Naval*, Uruguay, marzo 1989, pp. 93-96.
- CARRERA PUJAL, Jaime: *La economía catalana en el siglo XIX. Tomo IV: Marina mercante, puertos, carreteras, ferrocarriles*. Bosch, Barcelona, 1961.
- CERVERA PERY, Juan: *La marina mercante española. Historia y circunstancia*. San Martín, Madrid, 1990.
- Capt. CHAMIER: «James' Naval History of Great Britain», en: *The British and Foreign Review*, vol. XV. Londres, 1843.
- CHAPMAN, Fredrik Henrik av: *Achitectura navalis mercatoria. Tractat om Skepps-Byggeriet*, 1775.
- Report of the Committee of Master Shipwrights on the Construction of Ships of War. W. Clowes and Sons, Londres, 1845.
- DANA, Richard Henry: *Two years before the mast; a personal narrative*. Penguin, Nueva York, 2000. Primera edición: Boston, 1840.

- DANA Jr., Richard Henry: *The Seaman's Friend*, T. Groom, Boston, 1879.
- DELGADO i RIBAS, Josep Maria: «Auge y decadencia de la Marina Catalana (1720-1821)», en *Boletín Americanista*, núm. 29 (1979).
- . «La Construcció i la Indústria Naval a Catalunya (1750-1820)». *Recerques*, núm. 13 (1983).
- DOEFFER, J. W.: En *3rd. Conference, Five Hundred Years of Nautical Science*. NMM, Greenwich, 1979.
- DOMÈNECH i MONER, Joan: «La Casa Consignatària Antonio Surís e Hijo, una empresa lloretenca a Cadis». Comunicació en las *III Jornades d'Estudis Catalano-Americanes*. Generalitat de Catalunya, 1990.
- Eckford: en *The Monthly Nautical Magazine and Quarterly Review*, vol. I, 1855.
- D'ETROYAT, Ad.: *Traité élémentaire d'Architecture Navale a l'usage des marins, des élèves constructeurs et des personnes qui s'occupent de marine*. M. Gousset, Lorient, 1846. Segunda edición: París, Mallet-Bachelier, 1863.
- FALCONER, William: *Shipwreck*.
- FERNÁNDEZ FONTECHA, Francisco: *Construcción, aparejo y manio-bras de los buques de vela (1876)*. Llagut, Barcelona, 1998.
- FERNÁNDEZ DE PINEDO, Emiliano: «El comercio entre España y América en la primera mitad del siglo XIX», en CARRERAS, A., PASCUAL, P., REHER, D., y SUDRIÀ, C. (eds.): *Doctor Jordi Nadal. La industrialización y el desarrollo económico de España*. Universidad de Barcelona, 1999.
- FINCHAM, John: *Outline of Ship-Building in Four parts*. Whittaker, Londres, 1852.
- FLETCHES SCHARFHAUSEN, J.: *Maniobra del Juan Sebastián Elcano*. Escuela Naval Militar, Marín, 1965.
- FRAX ROSALES, Esperanza: *Puertos y comercio de cabotaje en España, 1857-1920*. Servicio Estudios Banco de España, Madrid, 1987.
- GALVESTON HISTORICAL FOUNDATION: *Learning from Elissa*. (www.galvestonhistory.org)
- GARAY UNIBASO, Francisco: *Correos Marítimos Españoles*. 4 vols. Ed. Mensajero, Bilbao, 1987.
- GARCÍA SANZ, Arcadi: *Historia de la Marina Catalana*. Ed. Aedos, Barcelona, 1977.
- GARCÍA DEL VALLE, Jesús: *Navío de 50 codos de quilla de la carrera Manila-Acapulco, Ntra. Sra. del Pilar de Zaragoza (1733-1759)*. Programas del V Centenario, Madrid, 1991.
- GRIFFITHS, John W.: *Treatise on Naval Architecture or Theory and Practice blended in Ship Building*. Nueva York, publicado por el autor, 1850.

- HAYTER, John: *Landsman's log book or an emigrant life at sea*. Smith, Elder & Cornhill, Londres, 1842.
- Captain of the HEAD: *Life at sea*. Samuel J. Mache, Dublín, 1843.
- HEDDERWICK, Peter: *A Treatise on Marine Architecture, containing the theory and practice of shipbuilding, with rules for the proportion of masts, rigging, weight of anchors, &c.* El autor, Edimburgo, 1830.
- HUTCHINSON, William: *A Treatise on Naval Architecture Funded upon Philosophical and Rational Principles towards Establishing Fixed Rules for Best Form and Proportional Dimensions in Length, Breadth and Depth of Merchant Ships in General, etc.* 4ª edición, Liverpool, 1794.
- ISAACS, Nicholas Peter: *Twenty years before the mast or life in the fore-castle*. J. P. Beckwith, Nueva York, 1845.
- JAIME i PÉREZ, Ricard: *La maniobra en els velers de creu*. UPC, Barcelona, 2002.
- JAL, Augustin: *Glossaire nautique. Répertoire polyglotte de termes de marine anciens et modernes*. París, Firmin Didot Frères, 1848.
- JUAN Y SANTACILIA, Jorge: *Examen Marítimo Teórico Práctico o Tratado de Mechanica Aplicado a la Construcción, Conocimiento y Manejo de los Navios y Demás Embarcaciones*. 2 t. Madrid, Impr. D. Francisco Manuel de Mena, 1771.
- McKAY, Lauchlan: *The Practical Ship-Builder: Containing the Best Mechanical and Philosophical Principles for the Construction of Different Classes of Vessels*. Collins Keese, Nueva York, 1839.
- KNOWLES, John: *The Elements and Practice of Naval Architecture or a Treatise on Ship-Building Theoretical and Practical on the Best Principles Established in Great Britain*. Londres, 1832.
- LAIRE, Francis: *Observations of the Materials used in the Fastenings of Ships. Papers on Naval Architecture and Other Subjects Connected with Naval Science*. Londres, 1831.
- LEES, James: *Dana's Seamen's Friend, containing A Treatise of Practical Seamanship*. George Philip and Son, Londres, 1856.
- LITTLE, George: *Life on the ocean or Twenty years at sea*. Charles D. Strong, Boston, 1851.
- LLOVET i VERDERA, Joaquim: *Constructors navals de l'ex-Provincia Marítima de Mataró, 1816-1875*. Caixa d'Estalvis Laietana. Mataró, 1971.
- LLOYD'S Register of British and Foreign Shipping: *Rules*, 1855
- LLOYD'S Register of Shipping: *Rules and Regulations*. Londres, 1891.
- LOBO y RIUVADETS: *Manual de navegación del Río de la Plata y sus afluentes*. T. Fortanet, Madrid, 1868.
- MANNING, Samuel F.: *New England Masts and the King's Broad Arrow*. New Hampshire Printers, 1979.
- MARTÍNEZ ESPINOSA, Juan José: *Diccionario marino para uso del Colegio Naval*. J. Martín Alegría, Madrid, 1849.

- MARQUARDT, Karl Heinz: *Eighteenth-century Rigs & Rigging*. Conway Maritime, 2003.
- MARTÍN CORRALES, Eloy: «El corsarismo norteafricano y las embarcaciones catalanas en la carrera de Indias». Aportación a las *III Jornades d'Estudis Catalano-Americanes*. Barcelona, 1988.
- MARTÍNEZ SHAW, Carlos: *Cataluña en la Carrera de Indias, 1680-1756*. Ed. Crítica. Barcelona, 1981.
- MAZAUDIER, M.: *Guide pratique d'architecture navale ou exposé des procédés suivis dans les chantiers de la marine militaire et marchande, avec un appendice sur les bateaux à vapeur*. Tolón, Belleu, 1835. París, 1853.
- MERCADER, Joan: «Una descripció de la costa catalana en 1812», en *Miscel·lània Pau Vila i Dinarès*. Institut d'Estudis Catalans, 1975.
- MESTRES i ROVIRA, Josep: *La vila de Blanes i el seu desenvolupament socioeconòmic. Els segles XVIII, XIX i XX (fins el 1936)*. Blanes, 1981.
- MINISTÈRE de la Marine et des Colonies: *Manuel du gabier*. Librairie militaire. Paros, 1875. Editions Omega, 1987.
- MINISTERIO DE MARINA: *Arqueo de las Embarcaciones Mercantes*. Reglamento aprobado por Decreto de 2 de Diciembre de 1874. *Instrucción para la aplicación del Reglamento*. Imprenta de Miguel Ginesta, Madrid, 1875.
- . *Legislación sobre Arqueos de Buques Mercantes*. Subsecretaría de la Marina Mercante. Madrid, 1952.
- MONJO i PONS, Juan: *Curso metódico de Arquitectura Naval aplicada a la construcción de los buques mercantes*. Imprenta de José Taulo, Barcelona, 1856.
- MONLEÓN y TORRES, Rafael: *Construcciones navales bajo su aspecto artístico*. Edición facsímil de la de 1892. Lunweg, Madrid.
- M'NEILL BOYD, John: *A Manual for Naval Cadets*. Longman, Green and Roberts, Londres, 1860.
- NEW BEDFORD WHALING MUSEUM: <http://www.whalingmuseum.org/newbedphoto/>
- OLLIVIER, J.: *Shipwreck and Collisions at Sea greatly prevented by Christopher's Patent Improvements in Naval Architecture*. Londres, 1850.
- L'Album de Marine* du Duc d'ORLÉANS. L'Association des Amis des Musées de la Marine. Palais Chaillot, París.
- PACKARD, Aubigne Lermond: *A town that went to sea*. Thomaston, Maine, 1987.
- PECKHAM, Courtney Ellis: *Essex Shipbuilding*. Arcadia Publ. Charleston, SC, 2002.
- PLAZA PRIETO, J.: «El desarrollo del comercio exterior español desde principios del siglo XIX a la actualidad». En *Revista de Economía Política*, v. VI.2, mayo-agosto 1955, pp. 26-46.
- POU MONTANER, Jacinto: *La Marina en las Baleares: síntesis histórica*. Palma de Mallorca, 1977.

- PRADERA, Josep M.: «La importancia de tener colonias». En *Catalunya i Ultramar: Poder i Negoci a les colònies espanyoles (1750-1914)*. Catálogo de la Exposición. Drassanes, Barcelona, 1996.
- . Prólogo a Valls, F: *La Catalunya atlántica. Aiguardent i teixits a l'arrencada industrial catalana*. Vic, 2004.
- RAHOLA i ESCOFET, Gaietà; i RAHOLA i SASTRE, Josep: *La Marina Mercant de Cadaqués*. Ed. Dalmau Carles, Pla, Gerona, 1976.
- RAHOLA i TRÉMOLS, Frederic: *Comercio de Cataluña con América en el siglo XVIII*. Artes Gráficas. Barcelona, 1931.
- REES, Abraham: *The Cyclopædia; or Universal Dictionary of Arts, Sciences and Literature*. Longman, Hurst, Rees, Orme & Brown, Londres, 1819. Ship-Building.
- RENARD, Léon: *L'Art navale*. Libr. Hachette, París, 1875.
- RICART i GIRALT, J.: *El siglo de oro de la marina velera catalana*. Reial Acadèmia de Ciències, Barcelona, 1890.
- RIETH, Eric : *Le Maître-gabarit, la Tablette et le Trébuchet. Essai sur la conception non graphique des carènes du Moyen Âge au xxe siècle*, París: Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, 1996.
- ROCKWELL, Charles: *Sketches of foreign travel and life at sea*. Vol. II. Tappan & Dennet, Boston, 1842.
- ROIG i RAVENTÓS, Emerencià: *La Marina Catalana del Vuit-cents*. Ed. Noray. Barcelona, 1996.
- ROLDÁN, Miguel: *Cartilla de construcción y manejo de los buques para instrucción de guardias marinas* (1831). Corregida en 1863 por el Capitán de Navío de la Armada D. Francisco Chacón y Orta. Impr. T. Fortanet, Madrid, 1877.
- ROS MASSANA, Rosa: «La comercialización de productos corcheros a inicios del siglo XIX. El ejemplo de la empresa Rafael Arxer, Hijo y Compañía (1817-1820)». En *Revista de Historia Industrial*, 24, 2003, pp. 163-189.
- ROSÉS, J. R.: *La difusión de la tecnología extranjera en España durante la Revolución Industrial: el caso de la industria algodonera catalana (1784-1861)*. Universidad Carlos III de Madrid.
- RUSSELL, John Scott: *The Modern System of Naval Architecture*. 3 vols. Londres, 1863.
- SAMPOL i ISERN, Ramon: *Velers de les Balears*. Miquel Font Ed., Palma de Mallorca, 1986.
- SAYER, Robert: *The oriental navigator or new directions for sailing to and from the East Indies*. Londres, 1794.
- O'SCANLAN, Timoteo: *Cartilla Práctica de Construcción Naval*. Segunda Edición. Imprenta Nacional, Madrid, 1847.
- SLEIGH, Lt.-Col. C. M.: *Pine forests and hackmatack clearings in the British North American Provinces*. Londres, 1853.
- STEEL, D.: *The Shipwright's Vade-Mecum*. Londres, 1805.

- STORY, Dana: *Frame Up*. The History Press, Charleston, 2004.
- SUÁREZ FERNÁNDEZ, L: *Algodón y Cataluña*. En Historia general de España y América. Rialp, 1981.
- TENREYRO y FERNÁNDEZ, Pablo: *Manual de recorrida*. G. Estrada, Madrid, 1863.
- THEARLE, Samuel J. P.: *Naval Architecture: An Elementary Treatise on Wood, and Iron Ship-building*. William Collins, Londres, 1874.
- UGGLA, C. L.: *Afhandling uti Skeppsbyggeri till Navigations Skolans Tjenst*. 2ª ed., Gotemburgo, 1856.
- UNDERHILL, HAROLD A.: *Masting and Rigging: The Clipper Ship and Ocean Carrier*. Brown, Son & Ferguson, Glasgow, 1946.
- VALDALISO, Jesús María: *Entre el mercado y el Estado: la marina mercante y el transporte marítimo en España en los siglos XIX y XX*. Dossier. Univ. País Vasco.
- . «Catalanes, bilbaínos y sevillanos en el cabotaje regular español del siglo XIX», en CARRERAS, A., PASCUAL, P., REHER, D., y SUDRIÁ, C. (eds.): *Doctor Jordi Nadal. La industrialización y el desarrollo económico de España*. Universidad de Barcelona, 1999.
- VIAL DE CLAIRBOIS, M.: *Traité Élémentaire de la Construction des Vaisseaux, à l'Usage des Élèves de la Marine*. París, 1787.
- VILÀ i GALÍ, Agustí Maria: *La Marina Mercant de Lloret de Mar, segles XVIII i XIX*. Col·lecció Es Frares. Ayuntamiento de Lloret de Mar, 1992.
- VIRELLA i BLODA, Albert: *L'aventura ultramarina de la gent de Vilanova i la Geltrú. La nissaga dels Samà*. Museu de Vilafranca, 1990.
- VV.AA.: *Catalunya i Ultramar: Poder i Negoci a les colònies espanyoles (1750-1914)*. Catálogo de la Exposición. Drassanes, Barcelona, 1996.
- WEST, Christ. Adv.: «Interesting narrative», en: *The Family Magazine or Monthly Abstract of General Knowledge*. Otis, Broader & Co. Boston, 1837.
- X. X.: *On Tree-Nails and Tree-Nailing*. United States Nautical Magazine, vol. 5, 1856.
- YÁÑEZ, César: «El perfil ultramarino de la economía catalana». En: *Catalunya i Ultramar: Poder i Negoci a les colònies espanyoles (1750-1914)*. Catálogo de la Exposición. Drassanes. Barcelona, 1996.
- YÁÑEZ GALLARDO, C.: «Los negocios ultramarinos de una burguesía cosmopolita. Los catalanes en las primeras fases de la globalización (1750-1914)». En *Revista de Indias*, 2006, vol. LXVI (679-710).
- YOUNG, Arthur: *Nautical Dictionary*, 1846.