

METODOS DE ARQUEO EN EL SIGLO XVI

José Luis RUBIO SERRANO

Desde los comienzos de la navegación se han clasificado las naves por su tamaño, que define el volumen de carga que pueden transportar. El cálculo de la capacidad de carga se hace midiendo el volumen del casco (1).

Para hallar el volumen (arqueo) de cualquier cuerpo hay que multiplicar la longitud por la anchura y por la altura. En un cuerpo de forma regular esto no ofrece dificultades; pero en un volumen de formas tan variables como es un buque, el cálculo del arqueo es más complicado.

De una manera muy simplificada podemos representar el casco de una nave en la forma que muestra la figura 1. (M) es la anchura máxima

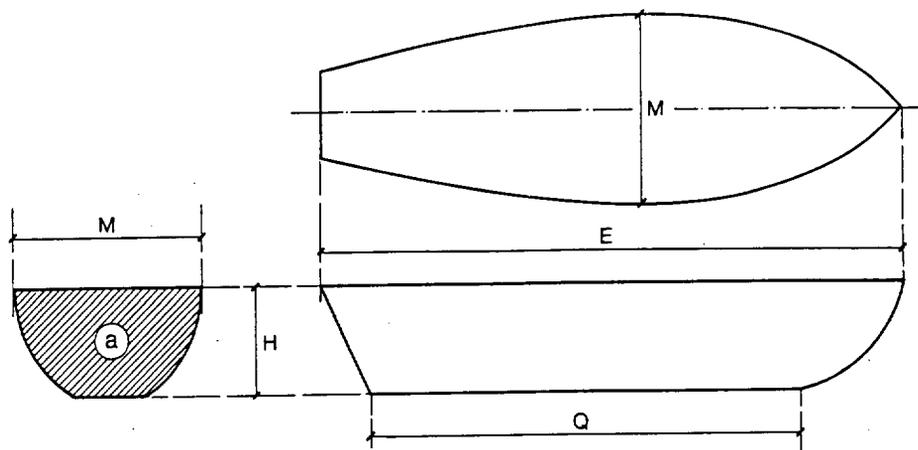


Figura 1

(manga); (E), la longitud mayor (eslora); (Q), la longitud menor (quilla); (H), la altura (puntal); y (P), la base (plan) de la sección transversal (a) en la anchura máxima o manga. La longitud media será $\frac{Q + E}{2}$ aproximadamente.

Los constructores españoles del siglo XVI consideraban que la sección media de toda la longitud del casco era la mitad de la manga (M) multipli-

(1) Refiriéndonos a naves del siglo XVI sería más apropiado usar la palabra buque, que proviene del germano "buk" y que significa vientre o panza, pero el lector actual está tan acostumbrado a la palabra casco, que obtamos por esta última, advirtiendo que en el siglo XVI se decía buque y no casco. La única excepción que hemos encontrado es de finales de ese siglo. Al final del memorándum del capitán Sancho de Achiniega a Felipe II, Achiniega escribe cascos refiriéndose al número de buques que tenían los holandeses.

cada por el puntal (H), o la mitad del puntal multiplicada por la manga máxima, que es lo mismo; esto es, $\frac{MH}{2}$, siempre que el plan (P) fuese igual a la mitad de la manga. Siendo la longitud media $\frac{Q + E}{2}$, el volumen aproximado, o arqueo, se obtenía multiplicando esta longitud media por la sección media:

$$\frac{MH}{2} \times \frac{Q + E}{2}; \text{ o, lo que es igual: } \frac{MH (Q + E)}{4}$$

En tiempos anteriores al siglo XVI y durante gran parte de ese siglo era costumbre hacer el cálculo del arqueo de un modo aún más simple: multiplicaban la sección media, que consideraban era la mitad de la sección por la cuaderna maestra como hemos dicho, por la longitud mayor o eslora, sin tener en cuenta la longitud menor o quilla. Esta forma de calcular daba un volumen mayor del que realmente tenía el casco, cuya longitud media no era la eslora, sino la semisuma de quilla y eslora.

La nao de 1.000 toneles de Iñigo de Artieta (1493)

En el asiento del Consejo de Indias sobre la escuadra de Artieta que se armó para las Indias en 1493 hay una anotación que dice:

La Capitana de Iñigo de Artieta se tasó en mil toneles por mucho recabdo é diligencia que se puso, porque comunmente todos la tasaban é tasan en mil é doscientos toneles.

Esta discrepancia entre los tasadores y el armador probablemente era debida a la forma de medir el casco. En los siglos XV y XVI las dimensiones lineales de las naves se medían en codos (0,575 m.) y el volumen o arqueo se expresaba en toneles hasta mediados del siglo XVI en que se generalizó la expresión del porte en toneladas, que en realidad era la misma medida que los toneles, según hemos visto en el capítulo sobre las unidades de medida.

El volumen de un tonel, llamado *tonel macho*, era de ocho codos cúbicos (1,518 m³). Las proporciones de las naos hasta finales del siglo XVI eran las de la regla del *As, dos, tres*. Según esta regla, para una manga igual a uno, la quilla era igual a dos; y la eslora tres veces la manga (2). Con estas proporciones no es necesario medir la quilla (que estaría sumergida) para hallar la longitud media; basta con medir la eslora. Sin tener en cuenta la curvatura

(2) Estas proporciones no son aplicables a las carabelas y otras naves sutiles, que tenían mayor longitud de quilla y eslora en relación a la manga.

de la roda de proa, la longitud media (L_m) será una sexta parte menor que la medida de la eslora; medida que era fácil de comprobar (figura 2).

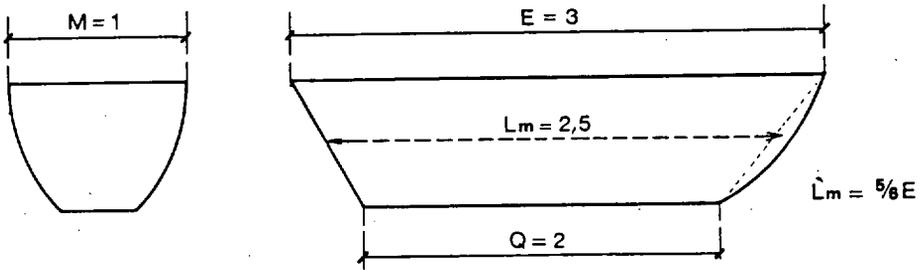


Figura 2

Supongamos que la nao de Artieta, construida con la proporciones de la regla del *As, dos, tres*, tuviera 20 codos de manga, 40 codos de quilla, 60 codos de eslora y una altura o puntal de 16 codos (figura 3). Una nao grande del

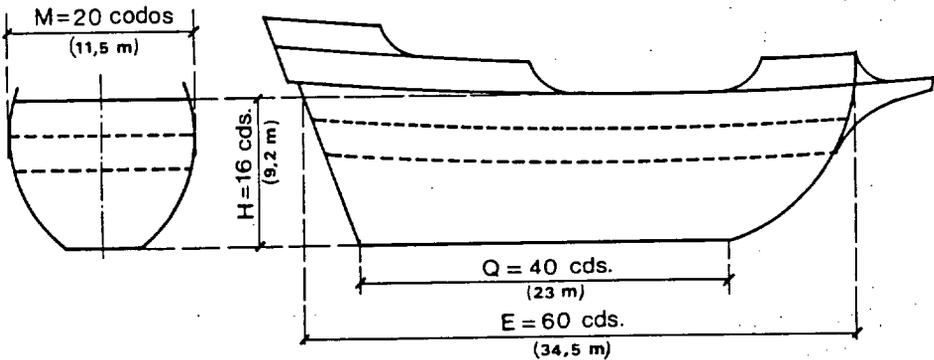


Figura 3

porte de la de Artieta tendría dos o tres cubiertas. En 1493 la eslora y el puntal se medirían por la cubierta más alta para incluir todo el volumen del casco en el cálculo del arqueo. El arqueo de esta nao, calculado con la medida de la eslora sin tener en cuenta la quilla, sería: $\frac{20 \times 16}{2}$

$\times 60 = 9.600$ codos cúbicos, que divididos por ocho (codos cúbicos que media un tonel), harían los 1.200 toneles que pretendía el armador como porte de su nave.

Sin embargo, un resultado más ajustado a la realidad se obtiene haciendo el cálculo con la longitud media o semisuma de quilla y eslora. Sin

tener en cuenta la curvatura de la roda, la longitud media sería: $\frac{60 + 40}{2} = 50$. Esta longitud media se puede hallar también, sin necesi-

dad de medir la quilla, restando una sexta parte a la medida de la eslora cuando quilla y eslora son proporcionales a dos y tres.

Por tanto, el cálculo del arqueo de la nao de Artieta que hicieran los tasadores sería: $\frac{20 \times 16}{2} \times 50$ (longitud media) igual a 8.000 codos cúbicos,

que divididos por ocho dan los 1.000 toneles en que se tasó la nao. Aunque no se pudiera medir la quilla por estar sumergida, los tasadores calcularían que la longitud media era un *sexmo* menor que la medida de la eslora, según las proporciones del *As, dos, tres*. En consecuencia, tasaron la nao de Artieta en mil toneles *por mucho recabdo é diligencia* que pusieran los armadores. (Hacemos la observación de que las diferencias entre Artieta y los tasadores no pueden deberse a que usaran diferentes unidades españolas de medida. En el caso de que Artieta hubiese calculado el porte en supuestos *toneles vizcaínos*, y los tasadores en hipotéticos *toneles andaluces*, el resultado habría sido a la inversa: Artieta habría obtenido un porte menor para su nave que los tasadores de Sevilla, puesto que se supone que los *toneles vizcaínos* habrían de ser una unidad de volumen 1,2 veces mayor que los toneles o toneladas *de Sevilla* y no al revés).

No obstante, podría ser que las diferencias entre los tasadores y Artieta respecto al porte de la nao de éste tuvieran su causa en alguna otra razón distinta de la expuesta sobre la forma de medir el casco. Quizá Artieta reclamara un 20% más de porte de registro para su nao por ser *para de armada*, como se hacía a finales del siglo XVI, pero esto es poco probable. No hay indicios de que tal coeficiente de aumento se aplicara en el año 1493. Más probable parece la posibilidad de que Artieta hiciera el cálculo del arqueo en alguna otra clase de unidades, como los toneles portugueses, por ejemplo, a fin de obtener un *tonelaje* mayor a efectos del pago de los acostamientos. Incluso es posible que el asiento del libro *Despacho de Armadas* de 1496 se hiciera para terminar con todas estas discrepancias, fijando definitivamente la unidad del arqueo en el tonel macho de ocho codos cúbicos. En cualquier caso, debemos insistir en que esta unidad de volumen, dijérase tonel o dijérase tonelada, era la que se usaba durante todo el siglo XVI para el cálculo del arqueo, pese a la confusión creada por la explicación que da Escalante de Mendoza acerca de toneles vizcaínos y toneladas a que nos hemos referido en el capítulo sobre las unidades de medida.

Ya hemos dicho antes que el porte atribuido a cada nave era muy importante para los propietarios, puesto que los *acostamientos* o subvenciones que daba la corona para estimular la construcción de naves se pagaban según los toneles o toneladas de porte reconocido, o arqueo registrado. Por Real Provisión de 15 de octubre de 1502 los Reyes Católicos establecían primas para los particulares que construyesen carracas de 1.500 toneladas para arriba, por lo que tales acostamientos datan de aquella fecha al menos.

En la primera mitad del siglo XVI, especialmente durante el reinado de Carlos V, el control del cálculo del arqueo no debió ser muy riguroso. Las riquezas que en aquella época afluían a España desde las colonias americanas permitían que el pago de los acostamientos y fletes fuese generoso, y que los *visitadores* (tasadores) de la Casa de la Contratación se mostraran tolerantes con la forma en que se tomaban algunas dimensiones, permitiendo que se midiera el casco en la forma más conveniente para los armadores. La eslora y el puntal se mediría probablemente por la cubierta más alta, y el cálculo del arqueo se haría con la medida de la eslora, en lugar de la semisuma de quilla y eslora.

Nao de 500 toneladas según Escalante de Mendoza (1575)

Escalante de Mendoza da unas proporciones de 2,2; 5 y 7 para las dimensiones de manga, quilla y eslora. No da medidas concretas, pero en otros párrafos de su obra (3) Escalante se refiere a una nave de *quinze codos de manga*; y dice también (4) que le parecen mejores las naos de mediano porte, poniendo como ejemplo una de quinientas toneladas. Con todos estos datos no es difícil conjeturar cuáles serían las dimensiones de esta nao. Aunque explicaremos esto con más detalle en un próximo capítulo, anticiparemos que las medidas de la nao de Escalante serían las siguientes:

	Codos
Manga.....	15
Quilla.....	35
Eslora.....	50
Puntal.....	10,5

Teniendo en cuenta que en la época en que Escalante escribía (1575) todavía era costumbre calcular el arqueo con la medida de la eslora, en lugar de la semisuma de quilla y eslora, el cálculo del porte de la nao de Escalante es sencillo:

$$\frac{15 \times 10,5}{2} \times 50 = 3.937,5 \text{ codos cúbicos, que divididos por ocho resul-}$$

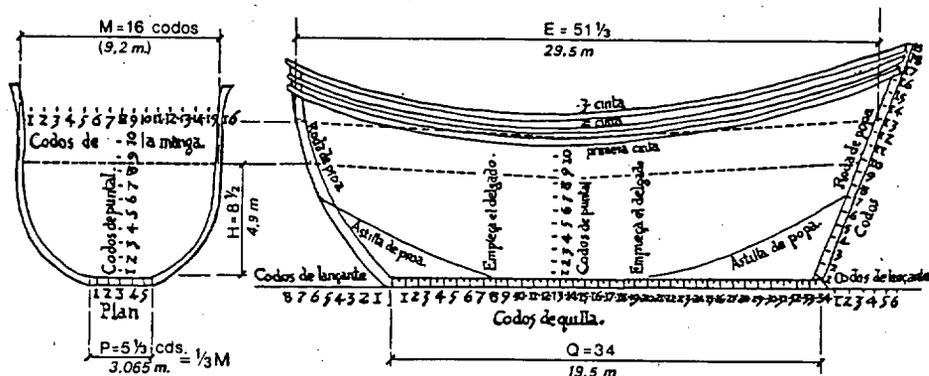
tan 492 toneladas y un quinto, aproximadamente; que Escalante redondearía a las 500 toneladas que dice.

(3) Edición del Museo Naval de Madrid de 1985, página 43.

(4) *Ibidem.*, pag. 33.

Nao de 400 toneladas según García del Palacio (1587)

En su obra *Instrucción Náutica* de 1587, Diego García del Palacio describe una nao de 400 toneladas con las siguientes dimensiones (figura 4):



NAO de 400 toneladas según GARCIA del PALACIO

Reproducción de los originales de 1587. Se han añadido las medidas acotadas y líneas de trazos del nivel de cubiertas.

Figura 4

	Codos
Manga	16
Plan	5 1/3 (5,33)
Puntal (en la primera cubierta)	8 1/2 (8,5)
Quilla	34
lanzamiento a proa	11
lanzamiento a popa	5
Eslora	51 1/3 (51,33)

Calculando el arqueo de la misma manera que lo hemos hecho con la nao de Escalante, el porte de la nao de García del Palacio sería:

$$\frac{16 \times 8,5 \times 51,33}{2 \times 8} = 436 \text{ toneladas y un tercio.}$$

Esta forma de calcular el porte era aplicable cuando la medida del plan era la mitad de la medida de la manga. Pero observemos que la medida del plan de la nao de García del Palacio son 5 1/3 (5,33) codos. Cuando el plan era mayor o menor que la mitad de la manga habían de hacerse algunas correcciones en los cálculos del arqueo. La regla del arqueo incorporada a las ordenanzas de 1613 (segundo modo, n.º 16), explica estas correcciones en la siguiente forma:

... si tuviere el Plan mayor, o menor, que la mitad de la manga, se sacará su diferencia, restando el Plan de la mitad de la manga, ó al contrario, como queda dicho, y la mitad de tal diferencia se quitará de los codos que tuviere la manga, si fuere su mitad mayor que el Plan, ó se le añadirá, si fuere menor: y la manga, haviendosele quitado, ó añadido esto, se multiplicará por la mitad del puntal, y lo que de esto saliere se multiplique por mitad de la suma de la Esloria, y Quilla, y quedará el valor, y cabida de el buque, que se arquea.

Considerando que en el año 1587 en que escribe García del Palacio todavía era usual calcular el arqueo con la medida de la eslora, sin tener en cuenta la quilla, tomemos de esta regla solamente el ajuste correspondiente a la menor medida del plan, cuya medida es menor que la mitad de la manga. El cálculo de la sección media de la nao de García de Palacio será ahora:

$$\left(16 - \frac{8 - 5,33}{2}\right) \times 4,25 \text{ (mitad del puntal)} = 62,33 \text{ codos}^3$$

Entonces, el cálculo total del arqueo será:

$$\frac{62,33 \text{ (sección media)} \times 51,33 \text{ (eslora)}}{8 \text{ (codos}^3\text{/tonel)}} = 400 \text{ toneladas.}$$

(Resultan 400 toneladas *exactamente* haciendo el cálculo con fracciones de un tercio (1/3), que es como se debe hacer, en lugar de fracciones decimales de 0,33).

De manera que, según esto, García del Palacio ya usaba el ajuste correspondiente a la menor medida del plan bastantes años antes de que se publicase la nueva regla del arqueo de 1613, aunque al parecer, hace los cálculos con la medida de la eslora, en lugar de la semisuma de quilla y eslora. Sin embargo, la nao de García del Palacio también resultaría de 400 toneladas haciendo los cálculos con la semisuma de quilla y eslora y añadiendo después el veinte por ciento como se hacía a partir de 1590. Esta doble interpretación posible se debe a que la nao de García del Palacio tiene las proporciones del *As, dos, tres*, como la nao de Artieta.

El cálculo del arqueo, más riguroso

Durante el reinado de Felipe II la situación económica sigue empeorando, hasta el punto de que en el mismo año de 1575 en que Escalante escribió su *Itinerario de Navegación* fue declarada una nueva suspensión de pagos en todo el reino. (Era la segunda vez que esto ocurría).

En 1590 Cristóbal de Barros establece un nuevo método de arqueo por el que se aplica un aumento del 20% al resultado del arqueo en las naves de armada. También se introduce un descuento del 5% por el volumen que ocupaban los elementos internos del casco; o, como dice Tomé Cano, *por lo que son delgados (5), árboles, baos y bombas*.

El aumento o bonificación del 20% en el porte de registro que se daba a las naves de armada era para compensar el volumen que hubiere entre la primera y la segunda cubiertas. Este espacio quedaba inutilizado para la carga de mercancías al estar ocupado por las piezas de artillería. De aquí que se compensase la menor cantidad de carga que podían transportar las naves de armada añadiendo este 20% de bonificación en el porte oficial. Como los acostamientos o subvenciones se pagaban según el tonelaje, las cantidades percibidas por estos conceptos compensaban la pérdida de fletes.

Sin embargo, algunos armadores calculaban el porte de sus naves tomando las medidas por la cubierta más alta y además añadían el 20% si eran naves *para de armada*. Así lo hace Tomé Cano según veremos a continuación. Este modo de calcular el arqueo tenía que provocar discrepancias con la Administración puesto que el 20% de aumento en el porte oficial se daba precisamente para compensar el espacio entre cubiertas, que no se medía. De manera que si se medía la eslora por la cubierta más alta, no era correcto añadir además el 20%, como hace Tomé Cano.

En 1613 este aumento del 20% se daba ya a todas las naves, tanto mercantes como de armada porque todas las naves de la flota en Indias debían ir armadas para poder defenderse de los asaltos de piratas y corsarios. En las ordenanzas de 1613 se dice expresamente que dicho aumento se daba para compensar el volumen existente entre la primera y la segunda cubiertas, volumen que no se incluía en los cálculos del arqueo.

La “nueva fábrica”

Las reformas y modernización de la marina que se acometen a principios del siglo XVII a instancias del almirante Brochero, y que en lo referente a la arquitectura naval son reflejadas en las ordenanzas de 1607, 1613 y 1618, cambian radicalmente, no solamente las proporciones de las naves, sino las normas constructivas y los métodos de arqueo.

La nueva arquitectura naval ya había sido llevada a la práctica algunos años antes por Juan de Veas. En la relación de navíos fondeados en El Ferrol en 1597, figura el galeón San Mateo, de 600 toneladas que, según consta en dicha relación era *de la nueva fábrica de Rentería*. (Esta nave era un segundo San Mateo, no el San Mateo que tan gloriosamente combatió en la

(5) Finos de popa y proa desde los redeles hasta los raseles.

batalla naval de San Miguel de 1582 durante la conquista de las Azores por Felipe II, puesto que este primer San Mateo se perdió en la expedición de 1588 contra Inglaterra).

Según nos dice Tomé Cano, el creador de la *nueva fábrica* (nueva arquitectura naval) fue Juan de Veas; y, según consta en el testimonio dado por el propio Juan de Veas el 21 de diciembre de 1609 ante el escribano real Esteban de Alducin que se inserta al principio del libro de Tomé Cano *Arte para Frabricar Naos*, Juan de Veas era maestro mayor de las fábricas de navios de Su Majestad residente en Rentería. Por tanto, el galeón San Mateo de 1597, que era *de la nueva fábrica de Rentería*, debió ser construido por Juan de Veas con las nuevas proporciones introducidas por éste. En otra ocasión analizaremos el trazado de este galeón con más detalle. Por el momento diremos que, según las nuevas proporciones, debía tener 16 codos (8,75 mts.) de manga (M), 56 codos (30,63 mts.) de eslora (E) y 9 codos (5,92 mts.) de puntal (H). Teniendo en cuenta que era una nave armada, a las que en esta época se añadía ya un 20% más sobre el cálculo del arqueo, este cálculo sería:

$$\frac{16 (M) \times 4,5 (1/2 H) \times 56 (E)}{8} \times 1,2 = 604,8 \text{ toneladas.}$$

Según las proporciones de la nueva arquitectura de Juan de Veas el casco debía ser más largo en relación a la manga, llegando a ser de tres a uno la relación quilla/manga en naves de doce codos de manga (6,9 m.). El puntal en la manga máxima se estableció en una medida que había de ser la mitad de la manga, estando la cubierta un codo más arriba. La anchura del plan en la cuaderna maestra debía ser igualmente la mitad de la medida de la manga.

El alargamiento del casco en relación con su anchura supone una disminución del volumen, por lo que las naves construidas según las normas de la *nueva fábrica*, resultaban con un porte bastante menor que las construidas con las proporciones antiguas, para una misma longitud de quilla. Esto significa que, con la misma quilla y número de cuadernas (y por tanto a igual coste), las nuevas naves podían transportar menos carga y además percibían menores cantidades por *acostamiento* al ser su porte menor. Tomé Cano explica todos estos cambios en la siguiente manera (6):

Cuando el emperador Carlos Quinto nuestro señor, de gloriosa memoria, mandó tasar las toneladas por el archeaje antiguo, que era seys reales y medio por tonelada, archeaba conforme a él quinientas toneladas una nao de las que aora no archean trezientas y cincuenta.

(6) "Arte para Fabricar Naos". Sevilla 1611, pags. 94-95.

Sin embargo, no toda esta diferencia de porte se debía a las nuevas proporciones de las naves, sino también a las distintas formas de calcular el arqueo que empleaban Tomé Cano por una parte y la Administración, por otra.

La forma de arquear de Tomé Cano

En su libro *Arte para Fabricar, Fortificar, y Aparejar Naos de Guerra y Merchante*, Tomé Cano describe una nao de doce codos de manga con las siguientes dimensiones:

Una nao de doce codos de manga a de tener treynta y seys de quilla, y siete de puntal, los cuales siete codos a de lançar a la roda de proa en nivel del mesmo puntal y de popa la mitad, que son tres codos y medio; por manera que a de tener de esloria, en el dicho puntal, quarenta y seys codos y medio (figura 5).

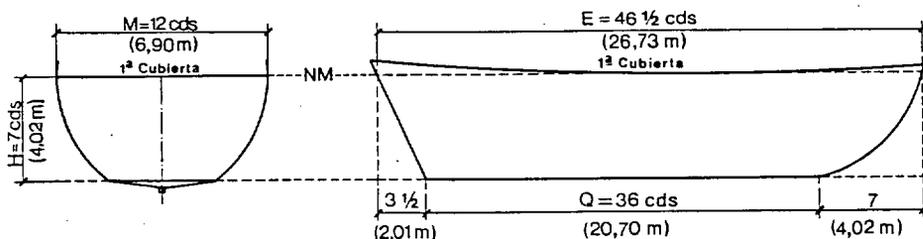


Figura 5

Estas medidas y proporciones son las de la *nueva fábrica* establecidas en las ordenanzas de 1607. Tomé Cano explica el modo de calcular el arqueo de esta nao de doce codos de manga, de la siguiente manera:

Y asse de hazer esta quenta para archearla: quarenta y seys codos y medio (7) multiplicados por seys, que es la mitad de la manga, hazen duzientos y setenta y nueve; los cuales, multiplicados por siete codos que ay de puntal, seran mill y nobcientos y cincuenta y tres (8). De estos se an de sacar y bajar cinco por ciento por lo que son delgados, arboles, baos y bombas; y de ellos restará mill y ochocientos y cincuenta y seys, que repartiéndolos por ocho vendrá a tener la nao dozientas y treynta y dos toneladas de merchante; sobre las cuales se le a de añadir a veynte por ciento archeandola para la armada y assi vendrá a archear dozientas y setenta y ocho toneladas y cinco dozabos.

(7) Es la medida de la eslora.

(8) Codos cúbicos.

Hasta aquí, los cálculos que hace Tomé Cano son conformes con las nuevas ordenanzas. Pero Cano no está muy de acuerdo con la forma de medir el puntal. A este respecto, dice lo siguiente:

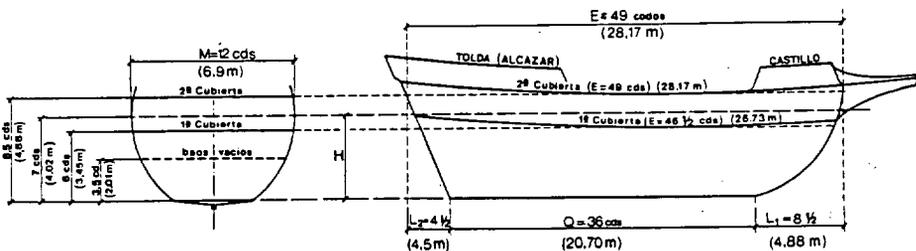
Leonardo (9).—*Si mal no me acuerdo pareceme que el maestro Juan de Veas llama puntal al altor de la mitad de la manga de la nao, que es a uso de la nueva fabrica, y allí le dá la manga* (10).

Thomé.—*Es assí y en ello differimos los dos, porque yo llamo puntal a lo que la nao hinche de carga, que es conforme se fabrica al uso de Portugal y Andaluzia y se fabricaba antiguamente en Vizcaya.*

Con esto Cano quería decir que el creía que el cálculo del porte debía hacerse midiendo el puntal hasta la cubierta más alta. (Hacemos la observación de que en el siglo XVI se llamaba *Vizcaya* a todo el país vasco. Para Tomé Cano, Rentería, en la provincia de Guipúzcoa, era también *Vizcaya*).

Por otra parte, Tomé Cano parece empeñado en conseguir el mayor porte de registro posible para su nao de doce codos de manga. Unos párrafos más adelante continúa:

Advirtiendo que la nao de doze codos de manga para de merchante, puede muy bien sufrir ocho codos y medio de puntal en esta manera: a tres codos y medio los baos (baos de la bodega o baos vacíos) y a dos y medio (por encima de éstos) la primera cubierta, y la segunda cubierta a otros dos y medio; y en la qual medida podrá llevar castillo y tolda y la manga en siete codos de puntal, teniendo de eslora quarenta y nueve. (En segunda cubierta o cubierta de la puente) (figura 6).



- Manga = M.
- Puntal en la manga = H.
- Quilla = Q.
- Lanzamiento de proa = L1.
- Lanzamiento de popa = L2.
- Eslora = E.

NAO MERCANTE de 356 toneladas según TOME CANO (1610).

Figura 6

(9) La obra de Tomé Cano está escrita en forma de diálogos, al estilo de la época.
 (10) Nivel de la manga máxima.

De manera que Tomé Cano añade una segunda cubierta a esta nao de doce codos de manga. Sin embargo, las nuevas ordenanzas establecían que una nave de estas dimensiones debía tener solamente una cubierta, más el alcázar o tolda y el castillo de proa. El puntal de ocho codos y medio en la segunda cubierta que dice Tomé Cano es el mismo que se daba en la primera cubierta en las naves anteriores a la *nueva fábrica*. Pero aquéllas tenían más manga en relación con su eslora. Al estrecharse la manga en relación con la longitud de quilla no podía darse tanto puntal como dice Tomé Cano sin que peligrara la estabilidad de la nave: o por lo menos, sin que resultara brusca y difícil de maniobrar.

A continuación, Tomé Cano calcula el porte de esta nao de dos cubiertas en la siguiente manera:

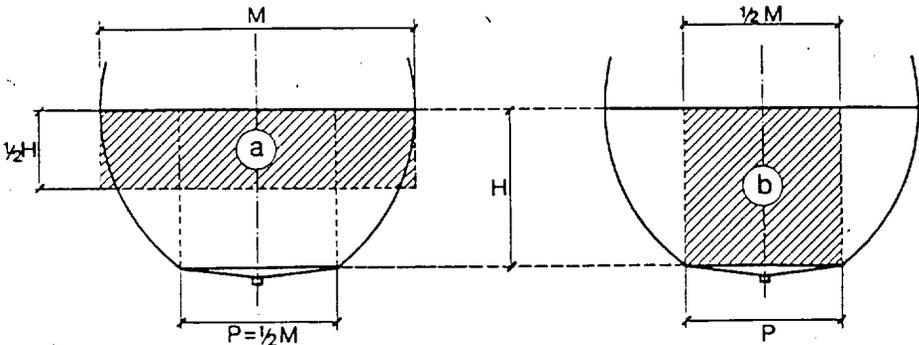
Quarenta y nuebe codos de eslora multiplicados por seys (... que es la mitad de la manga, y por ocho y medio) que es el puntal, hazen dos mill quatrocientos nobenta y nuebe; y sacados de estos cinco por ciento de los delgados, arboles, baos y bombas, restará dos mill trezientos y setenta y quatro; y partidos estos por ocho, saldrán duzientas y nobenta y seys toneladas y seys dozabos de merchante. Y abiendo de servir para de armada, se le a de añadir a veynte por ciento y assi archeará trezientas y cincuenta y seys toneladas.

(El párrafo entre paréntesis falta en el original).

Tomé Cano hace el cálculo del arqueo con la medida de la eslora de la segunda cubierta en lugar de medir la eslora por la primera cubierta; y mide el puntal también por esta segunda cubierta que, según él, puede soportar la nave. Medir eslora y puntal por la cubierta más alta podría haber sido habitual en los años del reinado de Carlos V, pero no era correcto cuando Cano escribe (1608-1610). En estas fechas debía medirse siempre la eslora y el puntal por la primera cubierta.

La omisión del párrafo entre paréntesis (que debería decir que multiplica por ocho codos y medio de puntal además de por los seis codos de la mitad de la manga), hace que la explicación de Tomé Cano resulte equívoca. En principio puede leerse que multiplica por seis codos de puntal, que es el puntal que debía tener la nao según las nuevas normas. Pero, en realidad, lo que hace Tomé Cano es multiplicar por seis codos de la mitad de la manga, y por ocho y medio (frase omitida) del puntal en la segunda cubierta. El equívoco se produce porque la mitad de la manga son seis codos, lo mismo que el puntal, según las nuevas ordenanzas. Para calcular la sección *media*, daba igual multiplicar la manga (M) por la mitad del puntal (H); o bien el puntal por la mitad de la manga: $M \times 1/2 H$, y $1/2 M \times$ es lo mismo: $\frac{Q + E}{2}$. Podía hacerse en cualquiera de las dos formas cuando

el plan (P) era igual a la mitad de la media de la manga, que era el caso de todas las naves construidas según la nueva norma (figura 7).



SECCION TRANSVERSAL "MEDIA"

- | | | |
|-----------|---|-----------------------------|
| M | = | Manga máxima. |
| H | = | Puntal. |
| P | = | Plan. |
| (a) ó (b) | = | Area de la sección "media". |
- (a y b son iguales).

Figura 7

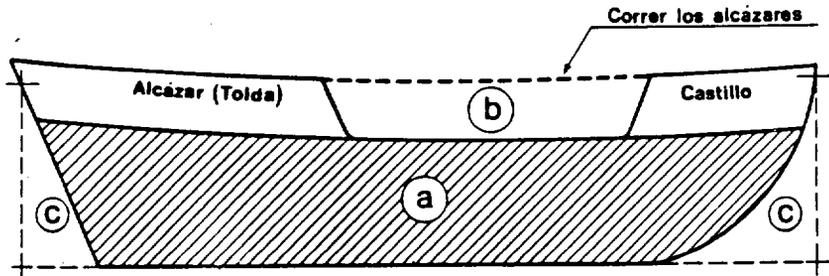
No nos atrevemos a pensar que la omisión del párrafo referente a los ocho codos y medio de puntal de la nao de Tomé Cano fuese intencionada por parte de éste. Quizá la censura de entonces hiciera suprimir dicho párrafo, que contravenía las nuevas normas; o quizá Tomé Cano tuvo que eliminar el mencionado párrafo para que la publicación de su libro fuese autorizada.

Tomé Cano era propietario de naves que empleaba en la Carrera de Indias. Pudiera ser que tuviese alguna nao de doce codos de manga con una sola cubierta (así la describe al principio) y después le añadiera una segunda cubierta por el sistema de unir las cubiertas del alcázar y del castillo de proa, cubriendo el combés, modificación que se conocía en la época como *correr los alcázares*, y que las ordenanzas prohibían terminantemente. Cano trataría de justificar la segunda cubierta añadida cuando escribe que *la nao de doce codos de manga puede muy bien sufrir ocho codos y medio de puntal*, lo cual contravenía las nuevas normas, que ordenaban un puntal de seis codos y una sola cubierta en naves de estas dimensiones. De los seis codos de puntal que mandaban las ordenanzas a los ocho y medio que dice Tomé Cano, obtiene éste un volumen adicional, o mayor porte; pero resulta una altura de dos codos y medio (1,43 mts.) entre la primera y la segunda cubierta. Descontando medio codo por el grueso de los baos y tablas de la cubierta, quedaría una altura libre de dos codos (1,15 mts.); a todas luces insuficiente.

Posiblemente, algunas naves de años anteriores tuvieran un espacio entre cubiertas exageradamente bajo. Así se deduce de lo que dice Eugenio de Salazar en 1573: *Y allí por gran regalo nos metieron en una camarilla que tenía tres palmos de alto...* (11). Tres palmos (0,63 mts.) es, evidentemente, una exageración sarcástica; pero es muy probable que la nave en que viajaban Salazar y su familia no tuviera más altura libre entre cubiertas que los dos codos (1,15 mts.) que resultan en la nao de Tomé Cano. Estas escasas medidas parecen ser un abuso por parte de algunos constructores o armadores. En 1587 ya dice García del Palacio que la altura libre entre la primera y la segunda cubiertas debía ser de tres codos (1,73 mts.), sin contar el grueso de los baos y tablas.

Tomé Cano, nacido en Canarias y residente casi toda su vida en Sevilla, no era ningún ignorante. Por el contrario, era un experto de alta cualificación en su época. Había navegado durante más de cincuenta años como capitán ordinario de su Majestad; fue diputado de la Universidad del Mar de Sevilla y formó parte de las Juntas periciales encargadas de vigilar, comprobar y tasar el porte y cargamento de las naves de las flotas de Indias, flotas en las que Tomé Cano tuvo empleadas naves de su propiedad. Al parecer, algunas de sus naves fueron condenadas y sancionadas pese a ser su propietario un personaje importante de la Administración. O, quizá, precisamente por posibles abusos en el ejercicio de su cargo, tasando con exceso sus propias naves.

El motivo de la condena de las naves de Tomé Cano pudo ser por calcular el arqueo con la medida de la eslora en vez de la semisuma de quilla y eslora; o por medir la eslora y el puntal por la segunda cubierta; o bien porque añadiera una segunda cubierta corriéndoles los alcázares para obtener un mayor volumen de arqueo o porte, práctica ilegal bastante extendida en su época que se realizaba para conseguir mayores cantidades por acostamiento o subvenciones de la Administración. O quizá por varias de estas infracciones. (Fig. 8)



$$\text{Arqueo según Tomé Cano} = \text{(a)} + \text{(b)} + \text{(c)} + 20\%.$$

$$\text{Arqueo según las ordenanzas} = \text{(a)} + 20\%.$$

Figura 8

(11) Carta de Eugenio de Salazar a Miranda de Ron en 1573.

Modificar un navio *corriéndole los alcázares* era considerada infracción muy grave. El n.º 104 de las ordenanzas de 1613 dice, entre otras cosas:

... no se ha de permitir que a ninguno dellos le corran los Alcazares como lo acostumbran desde el Arbol mayor hasta el castillo de proa...

Y unos párrafos más adelante, añaden:

... con aperzivimiento que se les haze de que pagaran de sus bienes todos los daños y menos cavos que se Recrezieren a los tales dueños y fabricantes de Navios de no les cumplir guardar y executar lo contenido en este capítulo...

Tenemos la impresión de que Tomé Cano tuvo que pagar de sus bienes todos los *daños y menoscabos* de esas infracciones.

El libro de Tomé Cano fue publicado en Sevilla el año 1611, pero debió ser escrito hacia 1607, año en que fueron promulgadas por primera vez las nuevas ordenanzas con las normas de la *nueva fábrica*. Estas ordenanzas fueron publicadas el 21 de diciembre de 1607. El libro de Tomé Cano estaba terminado en diciembre de 1608 según consta en el acta del escribano Diego Barreda, pero no fue publicado hasta el año 1611. En 1610 el autor hizo algunas modificaciones en el texto.

El *Arte para Fabricar, Fortificar y Aparejar Naos* de Tomé Cano es una buena exposición de la arquitectura naval de la época, aunque no llega ni con mucho a la altura de los nuevos conceptos e ideas de Juan de Veas.

El tema del arqueo y porte de las naves ocupa gran parte del libro, y da la sensación de que esto es lo que más preocupaba a Tomé Cano. Podría ser que una de las motivaciones, si no la principal, para escribir el libro, fuese la autojustificación del porte que el atribuía a sus naves.

Cano dedicó su obra al almirante Brochero. Hasta su publicación en 1611, tuvo que pasar una larga serie de aprobaciones, controles y probablemente, censuras. Al comienzo del libro aparecen la aprobación del Ordinario, Fray Juan de Urrutia y la del escribano Jorge de Tovar en nombre del Rey. Esta última está fechada en octubre de 1610. La presentación del libro incluye, además, testimonios de personas influyentes que avalan su publicación. Entre estos avales se incluyen el de D. Francisco de Corral y Toledo (12); un acta del escribano Diego Barreda, fechada en Madrid a 22 de diciembre de 1608, que da fe del testimonio del Capitán Lucas Guillén de Veas, maestro mayor de las fábricas de navios de su Majestad, quien *dixo: que a visto la relación supra próxima de la fábrica de navios de armada y de merchantante, hecha por Thomé Cano, capitan ordinario por Su Magestad, vezino de Sevilla y diputado de la Universidad de la Carrera de las Indias, la cual dicha rela-*

(12) D. Francisco de Corral y Toledo era capitán de las flotas de Indias. En 1595 organizó la defensa de La Habana junto con Escalante de Mendoza, que por entonces era General para Tierra Firme.

ción está como de hombre tan práctico y experimentado en la fabricación de navios de guerra y merchante y en la navegación... Y otro testimonio otorgado el 21 de diciembre de 1609, en Rentería, ante el escribano real Esteban de Alducin, que dice: *... pareció presente el capitán Juan de Veas, estante en esta villa, maestro mayor de las fábricas reales de Su Magestad y dixo: (lo mismo que el anterior, etc.), añadiendo: y por el zelo con que lo a hecho servir a Su Magestad merece le haga merced y los particulares se lo agradescan...*

Sin duda los hermanos Veas eran buenos amigos de Tomé Cano, lo que debió serle muy útil para conseguir ver publicado su libro. El texto parece haber sufrido algunas correcciones (voluntarias o impuestas por la censura de la Admisnitración), aun después de los favorables testimonios de los hermanos Veas otorgados en 1608 y 1609, porque en la página 52 hay unos párrafos en los que Tomé Cano narra que, a propósito de unas consultas al Consejo de Indias sobre el método de Fonseca para hallar las longitudes geográficas, había sido Tomé Cano uno de los llamados al Consejo para oír su opinión; y dice textualmente que fue *este año de mil y seyscientos y dies*.

Cuando fue publicada su obra en 1611, las desavenencias entre Tomé Cano y la Administración parecen ya totalmente superadas. Al fin y al cabo, los fraudes en el arqueo no eran infrecuentes. En cierto modo, los propietarios de naves se veían obligados a esta picaresca a causa de la aguda crisis económica que azotaba España a finales del siglo XVI. Como dice Juan de Veas en su testimonio, los particulares debían estar agradecidos a Tomé Cano por la defensa que hace de los intereses de la iniciativa privada frente a una Administración que, a pesar de los meritorios esfuerzos del Almirante Brochero y otros, se mostraba incapaz de sacar al país de la profunda crisis que atravesaba.

La nueva regla del arqueo

Las primeras ordenanzas sobre la construcción de naves según las nuevas ideas y conceptos de la arquitectura naval fueron publicadas en 1607, como ya hemos dicho. No hemos podido encontrar tales ordenanzas, pero debían tener algunos defectos u omisiones, especialmente en lo referente a los métodos del arqueo, puesto que de otra forma, Tomé Cano no habría tratado de explicar su modo de arquear en la manera en que lo hace en su libro de 1611.

El 6 de julio de 1613 se publican nuevas ordenanzas que sustituyen a las anteriores. Y el 19 de octubre del mismo año de 1613 es publicada la nueva regla del arqueo, que se incluye en las Ordenanzas de la Casa el 30 de junio de 1614.

La nueva regla es una detallada normalización de cómo había de hacerse el arqueo de todas las naves. Consta de un preámbulo y veinte artículos o párrafos, de los que citaremos y comentaremos los más importantes.

Al final del capítulo se incluye una reproducción facsimilar de la *regla del arqueo* de 1613 según el texto incorporado a la recopilación de Leyes de Indias hecha por Julián de Paredes en 1681, como Ley XXV, titulada *Que en arquear, y medir los Navíos se guarde la forma que por esta ley se manda*; facsimilar que nos ha sido amablemente facilitado por la Universidad de Málaga.

Los primero que corrige la regla del arqueo es el modo antiguo de arquear. Ordenan que el cálculo ha de hacerse con la semisuma de quilla y eslora, y no con la medida de la eslora solamente (que es como aún lo hacía Tomé Cano dos o tres años antes). En el preámbulo explican textualmente:

Por quanto haviendo considerado los inconvenientes, y daños que han resultado contra nuestra Real hazienda, y en perjuizio de nuestros vassallos, y los estrãgeros que han servido con sus Navios en nuestras Armadas, y Flotas y la forma, y reglas con que hasta aquí se han arqueado, y medido los tales Navios para pagarles su sueldo, y fletes, por no ser fundados en la verdadera ciencia desta facultad, respeto de que de las cinco dimensiones, o partes en que estriva lo principal de la fabrica de los Navios, que es la Esloria, Manga, Puntal, Quilla y Plan, solamente metian las tres primeras en la cuenta, no considerando las otras dos, sin lo qual de ninguna manera se puede hazer justificado arqueamiento (13), mandamos... "... que he aquí adelante se midan y arqueen todos los Navios naturales, y estrãgeros, que se recibieren a sueldo y fletaren para servicio de las dichas nuestras Armadas, y Flotas, y los que se hizieren por cuenta de nuestra Real hazienda, por la orden, y forma siguiente.

Después exponen dicha forma en la siguiente manera:

4. *La manga se ha de medir de babor a estribor, por lo más ancho de la Cubierta principal, ora esté en lo más ancho de la Nao (14), ora esté más arriba, o mas abaxo, y se medirá por la superficie superior de la Cubierta, pegado a ella, y de tabla a tabla, y de dentro adentro, y los codos que se hallaren será la manga, y si estuviere embaraçada cõ algunos genoles, se tomará el grossor de ellos, y también será manga (figura 9).*

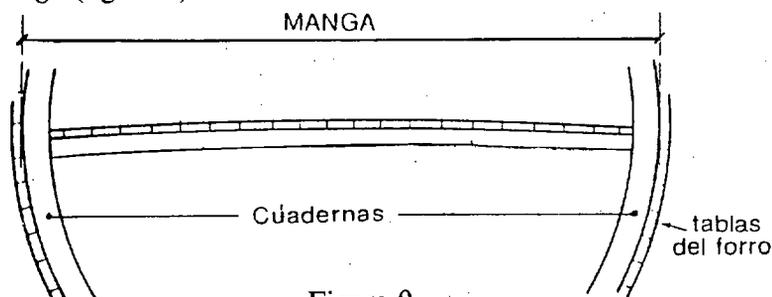


Figura 9

(13) Clara alusión al modo de arquear que usa Tomé Cano.

(14) Coincidiendo la cubierta con el nivel de la manga máxima.

Aquí llaman *genoles* a las ligazones altas de las cuadernas a nivel de la cubierta. El grueso de los *genoles* (cuadernas) se cuenta también como manga, pero no el grueso de las tablas del forro.

Siguen las especificaciones:

5. *El puntal se medirá desde el Soler hasta la superficie superior de la misma Cubierta principal, donde se tomó la manga, de manera, que no se exceda de la tal superficie: y en el tomar el altor de las Urcas, ó en otras Naves estrangeras, no se ha de consentir que se desentable alguna parte del Soler, para colar la pica hasta el Plan... (15) (figura 10).*

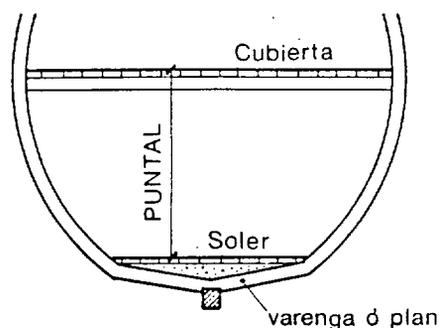


Figura 10

6. *La Esloria se ha de medir desde el Branque al Codaste por la referida superficie superior de la Cubierta, sin desviarse de ella... advirtiendo, que no se ha de tomar el grossor de el Branque, ni del Codaste, Roda, ni Contraroda, sino hasta la tabla, que en ello se coge de dentro adentro (figura 11).*

7. *El Plan se medirá por la Quaderna Maestra, que corresponde a lo más ancho de la Cubierta, y se ajustará la medida con las señales, o puntos, que están en la Escoa, a un lado, y á otro de babor a estribor, y la Escoa se hallará junto al*

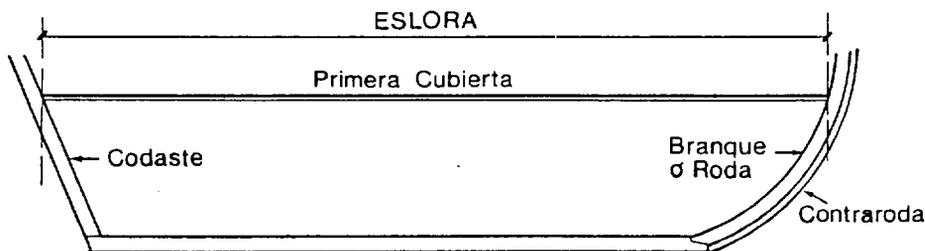


Figura 11

(15) Hasta la varenga, también llamada plan.

palmejar, que está en la cabeza de las Orengas, ó Planes, en la parte de abaxo (figura 12).

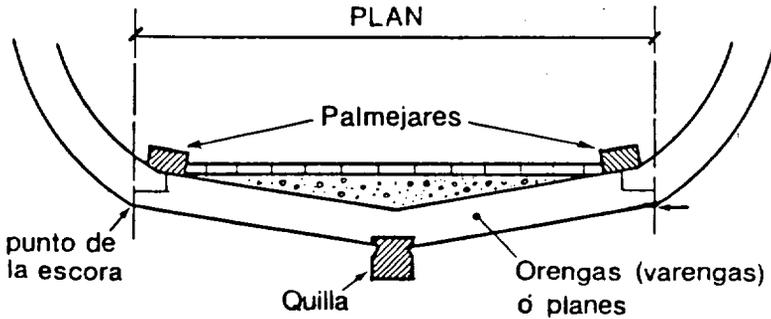


Figura 12

Los números 8, 9, 10, 11 y 12 contienen una larga y detallada exposición de cómo puede comprobarse la medida de la quilla desde el interior del casco de la nave. El método consistía en colocar, hacia la mitad del casco, una regla vertical o puntal (H), dividido en codos; y desde éste tomar tres distancias horizontales (x_1 , x_2 , x_3) hasta la roda de proa, midiendo la altura (a_1) en la regla vertical (H), desde la quilla hasta la línea x_1 ; y las alturas (a_2 , a_3) desde x_1 , hasta x_2 y x_3 . Se hacía lo mismo desde el puntal (H) hasta el codaste a popa, donde bastaban dos medidas horizontales (x_4 , x_5) y dos alturas (a_4 , a_5), puesto que el codaste era recto (figura 13).

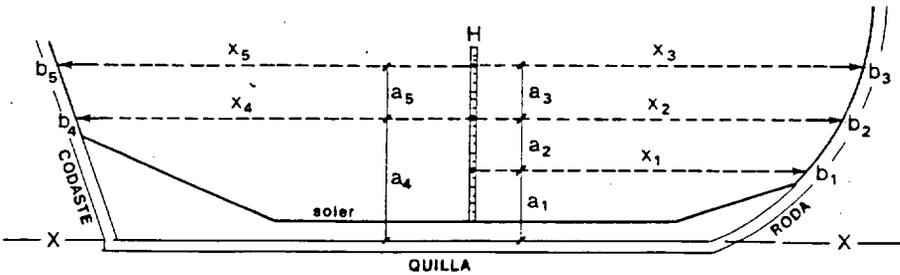


Figura 13

Hecho esto, se trazaba la línea XX sobre un plano y se trasladaban a éste las demás medidas. Se señalaban en el plano los puntos b_1 , b_2 , b_3 , que correspondían a las distancias horizontales medidas desde el puntal hasta el branque o roda de proa. Por estos tres puntos, dice el n.º 9 de la regla del arqueo que se tirará una porción de círculo, buscándole su centro, como se acostumbra; esto es, que se hallarán con el compás las bisectrices de los arcos b_1 , b_2 y b_2 , b_3 . Donde éstas se crucen será el centro (C) de la circunferencia que pasa por los puntos b_1 , b_2 , b_3 , cuyo arco se prolongará hasta que corte la

Segundo modo

16. Es una variante simplificada del modo anterior. La hemos transcrito anteriormente a propósito de la nao de García del Palacio.

Tercer modo

17. A Qualquier Navio, que tenga el plá igual á la mitad de la manga, ora sea mayor, ora menor, se tomarán las tres quartas partes de la mága, y se juntarán con la mitad del Plan, y lo que esto fuere se multiplicará por la mitad del Puntal, ó la mitad dello por todo el Puntal, y lo que resultare se multiplique por la mitad de la suma de la Esloria, y Quilla, y saldrá el mismo valor, y cabida del buque en los modos passados.

18. Hase de advertir, que el valor que dá en el buque qualquiera de los tres modos de la regla de el arqueamiento, ajusta con el Navio que tuviere la Cubierta en lo mas ancho; pero en el que tuviere lo mas ancho sobre la Cubierta, se le ha de quitar tres por ciento al dicho valor, por cada medio codo de el que assi la tuviere, y al que tuviere lo mas ancho debaxo de la Cubierta, se le ha de añadir en el valor de el arqueamiento tres por ciento por cada medio codo...

Este aumento o disminución del 3% se hacía para compensar la mayor o menor área que tenía la sección media estando el nivel de la manga más bajo o más alto que la primera cubierta. (Fig. 15)

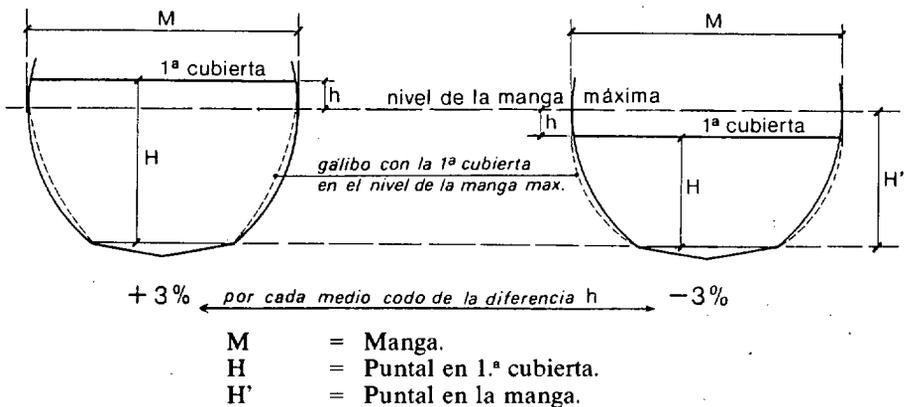


Figura 15

Sigue el número 18 de la regla del arqueo:

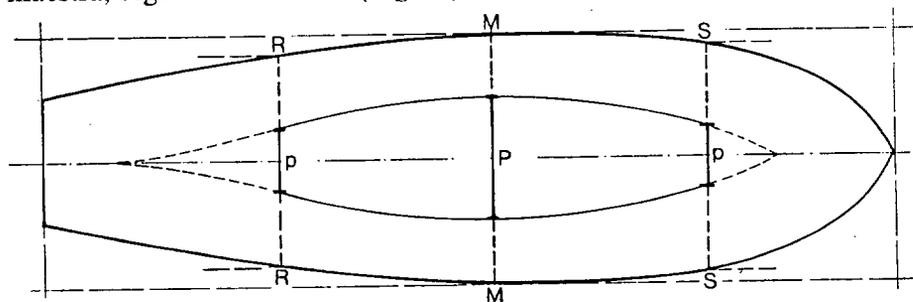
... y haviéndosele añadido los tres por ciêto, ó haviéndosele quitado, si se huviere de hazer conforme á lo que contiene este capitulo, se quitarán cinco por ciento (16) y á lo que quedare se ha de añadir veinte por ciento por todo lo que hay entre

(16) Por los elementos internos del casco (árboles, baos, etc.)

Cubiertas, y por los Alcaçares, y quedará el justo valor en codos, que se deve de cabida al Navio que se arquea, que partidos por ocho, quedará reducido á toneladas.

Número 19. Prevé una nueva corrección sobre el arqueado resultante en los casos en que la manga de la nave en los redeles no se ajuste a lo establecido en las ordenanzas, que dicen que debe ser un codo menos que la manga de la cuaderna maestra para el redel de proa; y dos codos menos para el redel de popa. Esta corrección se basaba en que una nave de dieciséis codos de manga máxima en la cuaderna maestra debía tener catorce y quince codos de manga en los redeles de popa y proa, respectivamente. El ajuste en el cálculo del arqueado consistía en que había que restar o añadir 1,5% al porte resultante, por cada octava parte que faltase o sobrase en la medida proporcional de la manga que debían tener los redeles.

Número 20. Prevé otra corrección en el cálculo del porte para los casos en que la anchura del plan en los redeles no fuese conforme a las ordenanzas, que establecían para éstos la mitad del plan que tuviera la nave en la cuaderna maestra. Había que restar o añadir 1,25% al porte, por cada octava parte que faltase o excediese en la medida del plan en los redeles, respecto de la medida establecida en las ordenanzas, que era la mitad del plan en la maestra, según se ha dicho. (Fig. 16)



- | | | |
|----|---|---|
| MM | = | Manga en la cuaderna maestra. |
| RR | = | Manga en el redel de popa = MM-2 codos. |
| SS | = | Manga en el redel de proa = MM-1 codo. en todas las naves |
| P | = | Plan en la maestra. |
| p | = | Plan en los redeles = 1/2 P. |

Figura 16

Los modos de calcular el arqueado establecidos según la regla del arqueado, se pueden agrupar y formular en la siguiente manera:

A. NAVES CON EL PLAN IGUAL A LA MITAD DE LA MANGA (Primer modo, n.º. 14)

Este era el caso de todas las naves construidas según las nuevas ordenanzas de 1613 y también de las ordenanzas de 1618. En el cálculo entran las medi-

das de la manga, M; el puntal, H; la quilla, Q; y la eslora, E. No es necesaria la medida del plan. Su fórmula es: $M \times 1/2H$ (ó $1/2M \times H$, que es lo mismo), multiplicado por $\frac{Q + E}{2}$ igual a codos cúbicos; que divididos por ocho,

dan toneles machos. A éstos hay que restar el 5% en todas las naves por lo que se suponía ocupaban los elementos internos del casco. Después se añadía el 20% para compensar el volumen de entrecubiertas en las naves con más de una cubierta, o el del alcázar y castillo en las naves con una cubierta más estas dos estructuras, volúmenes que no se incluían en el arqueo. El porte resultante se expresaba en *toneladas*.

En las Naves con una sola cubierta, sin alcázar ni castillo, como los pataches, se restaba el 5% pero no se añadía el 20% y por ello su porte se expresaba en *toneles machos*.

Restar el 5% es lo mismo que multiplicar por 0,95. Y restar este 5% y añadir el 20% es igual que multiplicar todo por 1,14. Las fórmulas resumidas de este "Primer modo n.º. 14" se pueden expresar así:

- a) *Nuevas con una sola cubierta, sin alcázar ni castillo de proa (pataches).*

$$\frac{MH (Q + E)}{32 (*)} \times 0,95 = \text{toneles machos.}$$

- b) *Naves con más de una cubierta, o una cubierta más el alcázar y el castillo de proa.*

$$\frac{MH (Q + E)}{32 (*)} \times 1,14 = \text{toneladas.}$$

B. NAVES CON EL PLAN MENOR QUE LA MITAD DE LA MANGA (Primer modo, n.º. 15 y Segundo modo, n.º. 16)

El primer modo, n.º. 15 es una variante del segundo modo n.º. 16. Usaremos este último por ser más sencillo. En el cálculo entra el Plan, P.

- a) *Naves con una sola cubierta (pataches)*

$$\frac{H (Q + E) \times \left(M - \frac{(1/2M) - P}{2} \right)}{32} \times 0,95 = \text{toneles machos.}$$

(*) Dividir dos veces por 2 (mitad del puntal y semisuma de quilla y eslora) y después por ocho (codos cúbicos/tonel) es lo mismo que dividir todo por 32.

b) *Naves con más de una cubierta*

$$\frac{H (Q + E) \times \left(M - \frac{(1/2M) - P}{2} \right)}{32} \times 1,14 = \text{toneladas.}$$

C. NAVES CON EL PLAN MAYOR QUE LA MITAD DE LA MANGA

Caso poco frecuente. Se daba en embarcaciones muy *planudas*, como las urcas. Se calcula lo mismo que el anterior (B), pero cambiando por el signo (+) los términos que en aquel aparecen con el signo (-).

D. PARA TODA CLASE DE NAVES, TENGAN EL PLAN IGUAL, MENOR O MAYOR QUE LA MITAD DE LA MANGA.

(Tercer modo, nº. 17)

En el cálculo entran las medidas de la manga, M; puntal, H; quilla, Q; eslora, E; y plan, P. Su fórmula es:

a) *Naves con una sola cubierta (pataches)*

$$\frac{H (Q + E) (3/4M + 1/2P)}{32} \times 0,95 = \text{toneles machos.}$$

b) *Naves con más de una cubierta.*

$$\frac{H (Q + E) (3/4M + 1/2P)}{32} \times 1,14 = \text{toneladas.}$$

Todas las fórmulas expuestas son para naves cuyo puntal de bodega (primera cubierta) coincidiese con el puntal de la manga máxima. En naves con la primera cubierta más alta o más baja que el nivel de la manga había de añadirse o restarse el 3% *por cada medio codo* de diferencia entre dichos niveles. (Nº. 18, Fig. 15)

Todas las naves clasificadas en las ordenanzas de 1613 (y probablemente las de 1607) tenían el plan igual a la mitad de la medida de la manga, por lo que para el cálculo de su porte es aplicable el Primer modo, nº. 14, según la fórmula expuesta en (A). (17)

(17) También, naturalmente, la fórmula (D), tercer modo, Nº. 17.

Ejemplos:

1°. *Para el patache de 8 codos de manga* (n°. 1 de las ordenanzas de 1613), cuyas otras dimensiones para el cálculo del arqueo son $3 \frac{3}{4}$ (3,75) codos de puntal, 28 codos de quilla y $33 \frac{3}{4}$ (33,75) de eslora, siendo la suma de quilla y eslora 61,75 codos, el porte resultante es:

$$\frac{8 \times 3,75 \times 61,75}{32} \times 0,95 = 55 \text{ toneles machos}$$

Al final de la descripción y dimensiones para pataches de ocho codos de manga, las ordenanzas de 1613 dicen textualmente:

No ha de llevar puente ni castillo sino solamente una cámara a popa. Este patache será de porte de cincuenta y cinco toneles machos, quitados cinco por ziento, que no se le dan veinte por ciento porque no tiene más de una cubierta.

2°. *Para el galeón de 17 codos de manga* (n°. 10 de las mismas ordenanzas de 1613), que ha de llevar puente, alcázar y castillo, cuyas otras dimensiones son: $8 \frac{1}{2}$ (8,5) de puntal, 46 de quilla y $58 \frac{3}{4}$ (58,75) de eslora, siendo la suma de quilla y eslora 104,75 codos, el porte resultante es:

$$\frac{17 \times 8,5 \times 104,75}{32} \times 1,14 = 539,23 \text{ toneladas}$$

Que son las 539 $\frac{1}{4}$ toneladas que dicen las ordenanzas para este galeón, siendo de mercante. A continuación añaden:

... pero si fuere de Armada será de quinientas y cincuenta y cinco toneladas y un cuarto.

El mayor porte que dicen las ordenanzas para el galeón de Armada se debe a que, mientras en el de mercante coincide el puntal en la manga con el puntal en la primera cubierta, en todos los galeones de Armada de las ordenanzas de 1613 sitúan el nivel de la manga máxima medio codo más abajo que la primera cubierta. En el galeón de Armada de diecisiete codos de manga, el puntal en la manga es de ocho codos, estando la primera cubierta en ocho codos y medio. (Fig. 17)

Aplicando lo establecido en el n°. 18 de la regla del arqueo, el porte del galeón de Armada de diecisiete codos de manga será un 3% más que el porte del mismo galeón de mercante:

$$539,23 \times 1,03 = 555,4 \text{ toneladas.}$$

Que son, aproximadamente, las 555 toneladas y un cuarto que dicen las ordenanzas para este galeón, siendo de Armada.

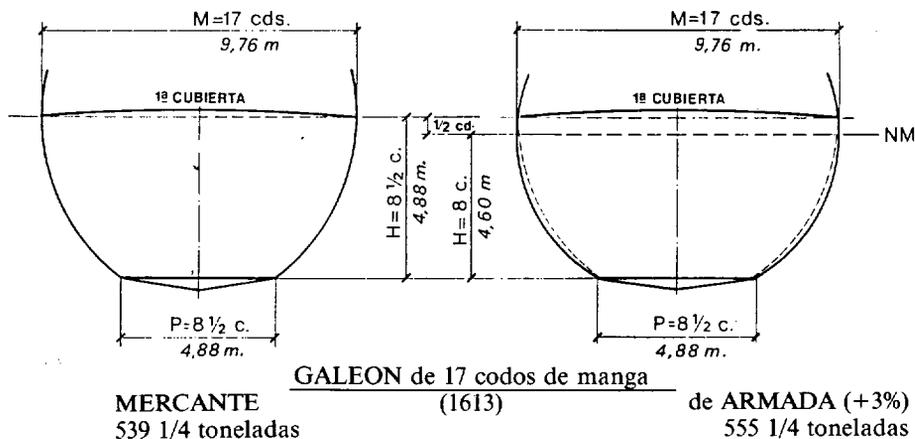


Figura 17

Las Ordenanzas de 1618

El 16 de junio de 1618 se publican nuevas ordenanzas para la construcción de naves, que sustituyen a las de 1613. Las modificaciones más importantes consisten en que acortan la quilla en dos codos para todas las naves (que ya no llaman galeones, sino navíos) y vuelven a aparecer los *quebrados* de proa y popa, para una mayor facilidad en la instalación y manejo de la bita el de proa, y de la caña del timón y pinzote el de popa.

Respecto del gálibo, ya no hay distinción entre naves mercantes y de Armada. Todas las naves tienen el nivel de la manga máxima medio codo más bajo que la primera cubierta, como los galeones de Armada de las ordenanzas de 1613. También suprimen el patache de ocho codos de manga del año 1613, empezando la relación de naves clasificadas según las ordenanzas de 1618 con el *navío* de nueve codos de manga.

Lo mismo que en 1613, todos los navíos de 1618 tenían el plan igual a la mitad de la medida de la manga. El cálculo del arqueado se hacía, asimismo, con la fórmula (A) según el Primer modo, nº. 14 de la regla del arqueado, añadiéndose el 3% (nº. 18) por tener todas las naves el nivel de la manga medio codo más bajo que la primera cubierta.

Sin embargo, hemos observado una variación: a los navíos de nueve y diez codos de manga de las ordenanzas de 1618, como en los pataches de 1613, tampoco les aumentan el 20% porque no tienen más de una cubierta. Pero no les deducen el 5%, que sí deducían en 1613, por los elementos internos del casco. Y el porte lo expresan en 1618 en toneladas para todas las naves clasificadas.

En el cálculo del porte de los navíos de nueve y diez codos de manga de 1618 no hay que multiplicar, pues, por el coeficiente 0,95, quedando la fórmula en estos dos casos de la siguiente manera:

$$\frac{MH (Q + E)}{32} = \text{toneladas; que añadiendo el 3\%, resulta:}$$

$$\frac{MH (Q + E)}{32} \times 1,03 = \text{toneladas.}$$

El porte de todos los demás navíos clasificados según las ordenanzas de 1618 se calcula con la misma fórmula (A, b) del primer modo, n.º 14 de la regla: $\frac{MH (Q + E)}{32} \times 1,14 = \text{toneladas.}$

Al resultado así obtenido hay que añadir el 3% por tener todos los navíos de las ordenanzas de 1618 el nivel de la manga medio codo más bajo que la primera cubierta, según se ha dicho antes.

Incluimos una relación de todas las naves clasificadas en las ordenanzas de 1613 y 1618 con el cálculo del arqueo y porte resultante. Las ligeras diferencias (como máximo, unas centésimas de tonelada) que aparecen en algunos casos respecto del porte que dicen las ordenanzas, se deben a que hacían el cálculo por pasos, como hemos visto en Tomé Cano, por lo que los sucesivos redondeos en los distintos pasos ocasionan estas pequeñas diferencias. Y también a que hacían las operaciones aritméticas con fracciones de quebrado, en lugar de decimales. El sistema decimal no se implantó hasta dos siglos más tarde.

La forma de calcular el arqueo que hemos expuesto, fue utilizada por los españoles de los siglos XVI y XVII hasta que, a mediados del siglo XVIII, empezaron a imponerse las actuales técnicas de cálculo, basadas en la *Regla de Simpson*.

El modo de arquear que usaban los españoles del siglo XVI puede considerarse con la forma más simplificada del método de Simpson (18). Este método fue establecido por dicho matemático inglés hacia mediados del siglo XVIII y sigue utilizándose todavía. La regla de Simpson es tanto más exacta cuantas más secciones transversales del casco se tomen para el cálculo. Los españoles del siglo XVI tomaban una sola sección transversal por la cuaderna maestra (aproximadamente la mitad de la sección maestra) como sección media de todo el casco, que es la máxima simplificación del método introducido por Thomas Simpson dos siglos más tarde. En 1613 ya usan los españoles tres secciones del casco: cuaderna maestra y redeles de proa y popa, que también entran en el cálculo en función de los ajustes que prevén los números 19 y 20 de la regla del arqueo.

(18) Thomas Simpson, matemático inglés (1710-1761).

Ahora debemos hacer algunas observaciones muy importantes: En primer lugar que, en todo lo que llevamos expuesto nos hemos limitado a averiguar y exponer los modos de arquear que se usaban, sin entrar en el análisis de cuánta era la aproximación que conseguían con aquellos métodos. Para calcular el arqueado con la mayor exactitud posible, tendremos que esperar a poder reproducir las formas del casco cuando hagamos el análisis del trazado y construcción de las naves en un próximo trabajo. Tomando entonces las necesarias secciones del casco podremos comparar cuál era la aproximación que conseguían con la *sección media* que utilizaban.

En segundo lugar, recordar al lector que las toneladas que se usaban en el siglo XVI no eran toneladas métricas, sino toneladas derivadas del volumen del tonel macho, equivalente a 1,518 m³. Para reducir el porte a toneladas métricas hay que hacer cualquiera de estas dos operaciones:

toneles machos × 1,518 = toneladas métricas *de volumen*;

o bien:
$$\frac{\text{toneladas antiguas} \times 1,518}{1,2} = \text{toneladas métricas/volumen (metros cúbicos)}.$$

Y en tercer lugar, advertir que lo que se obtiene con esta transformación es el volumen del casco hasta la primera cubierta, que en el siglo XVI consideraban debía ser el tonelaje oficial o porte de registro. No tiene nada que ver con el tonelaje de desplazamiento, que es el *peso* real de las naves, en lastre o cargadas.

La compensación del 20%

El aumento del 20% que añaden *por todo lo que hay entre Cubiertas, y por los Alcaçares* (nº. 18 de la regla del arqueado) no compensa el volumen de entre cubiertas, que no incluían en el arqueado; y mucho menos aún si además se añade a éste el volumen del alcázar y castillo de proa, que tampoco se medía.

La altura entre cubiertas y en los alcázares era de tres codos (1,72-mts.). El alcázar y el castillo de proa ocupaban aproximadamente el 40% de una cubierta completa. Puesto que el resultado del arqueado es directamente proporcional a la medida del puntal, un sencillo cálculo revela que en una nave que tuviera nueve codos de puntal hasta la primera cubierta, los tres codos que había desde ésta hasta la segunda cubierta supondrían un 33% más de porte en caso de haberse incluido todo el volumen del casco hasta dicha segunda cubierta. Esto sin contar el volumen de los alcázares que, al parecer, no se había incluido tampoco en épocas anteriores.

El porcentaje de volumen que quedaba excluido en el cálculo del arqueado de las naves mercantes de 1613 puede verse en el cuadro que damos a continuación. La única clase de naves que no resulta perjudicada es la de los de-

nominados "Navíos" en las ordenanzas de 1613, porque éstos no tenían nada más que una cubierta, más el alcázar y el castillo, cuyo volumen sí quedaba compensado con el 20% añadido. A los pataches de ocho, nueve y diez codos de manga no se aumentaba el 20% porque sólo tenían una cubierta sin alcázar ni castillo

% VOLUMEN NO INCLUIDO EN EL ARQUEO

Clase de nave en codos de manga	Número de cubiertas	Puntal en 1. ^a cubierta codos	Volumen entre cubiertas	Volumen de los alcázares	Total volumen no incluido en el porte, %
			% = $\frac{3}{\text{puntal}}$	% = $\frac{3 \times 0,4}{\text{puntal}}$	
11	1 + alcázares dos	5,5	—	22	22
12		6	—	20	20
13		6,5	—	18	18
14		7	43	—	43
15		7,5	40	16	56
16	2 + alcázares	8	37	15	52
17		8,5	35	14	49
18		9	33	13	46
19		9,5	31	12,5	43,5
20		10	30	12	42
21		10,5	28	11	39
22		11	27	10	37

Tenía, pues, razón Tomé Cano en cuanto a la pérdida en acostamientos y fletes que suponía para los propietarios la forma de hacer el arqueo establecida en las nuevas ordenanzas. Pero no precisamente en las naves de doce codos de manga, que son las que Cano pone de ejemplo. En éstas, el 20% equivale perfectamente al volumen del alcázar y castillo de proa.

Las razones de Tomé Cano

Estrechar la manga y rebajar el puntal de la primera cubierta supone una reducción del volumen para una misma longitud de quilla. La cabida o capacidad de carga de la bodega es menor y se reduce, por tanto, el volumen de los fletes, además de percibirse menores cantidades por *acostamientos* al ser menor el porte oficial; acostamientos que aún se reducen más al hacerse más riguroso el control del arqueo.

En los párrafos del libro de Tomé Cano citados anteriormente, dice éste que una nao que en tiempos de Carlos V arqueaba 500 toneladas no se le re-

conocían ni 350 toneladas a principios del siglo XVII. No es necesario remontarse a la época de Carlos V. La comparación de algunas naves citadas en este capítulo permite apreciar la disminución del porte oficial durante el último tercio del siglo XVI en naves que tenían parecida longitud de quilla:

	Manga	Puntal en 1. ^a cub.	quilla	eslora	toneladas de porte
1575 Escalante de Mendoza	15	—	35	50	500
1587 García del Palacio	16	8,5	34	51	400
1610 Tomé Cano	12	7	36	46	278
1613 Ordenanzas	12	6	36	45	207

(medidas en codos)

Dice también Tomé Cano que el *archeaje* antiguo (acostamiento) era de seis reales y medio por tonelada. A continuación añade:

Y valía quatro mill ducados una nao de quinientas toneladas y vale oy quince mill (...)

E yo é llevado toneladas a Cartagena de Indias, por doze ducados de flete y dos de averias (19). Y de presente van a quarenta ducados de flete y doze de averias (...)

... Pues de essa suerte, quando a las naos de guerra del mar oceano les den a diez y seys reales por tonelada cada mes, y a veynte y dos a las que llegan a las Indias, no parece que les satisfazen el daño; y assi es cosa cierta que no pueden dexar de perderse los dueños de tales naos, y mas quitandoles como les quitan el tercio de lo que la nao archea, tanto en el nuevo archeaje como en la nueba fabrica mandada hazer agora, en la qual se ordena que no se archee sino en la mitad de la manga por puntal, que aunque es muy buena para naos de guerra, es de poco provecho y muy dañosa para los dueños (...)

El negocio de armadores y comerciantes se había deteriorado notablemente durante el último tercio del siglo XVI y principios del XVII. Una nave que en la época de Carlos V arqueaba 500 toneladas y valía cuatro mil ducados (1.500.000 maravedís) (20) recibía de acostamiento seis reales y medio por tonelada y mes, que eran 110.500 maravedís mensuales por las 500 toneladas (21), lo que representa el 7,5% del coste de la nave. En 1610, la misma

(19) El derecho de avería era una especie de seguro marítimo que pagaban las naves para el mantenimiento de las Armadas de guarda contra piratas y corsarios.

(20) Un ducado eran 375 maravedís.

(21) Un real de plata eran 34 maravedís.

ARQUEO DE LAS NAVES
CLASIFICADAS SEGUN LAS
ORDENANZAS DE 1613

	CODOS DE				Q + E	CALCULO DEL ARQUEO (con fracciones decimales para facilitar el calculo)		PORTE según las ordenanzas de 1613		
	Manga M	Puntal (1. ^a cub.) H	Quilla Q	Esloza E		MERCANTES	DE ARMADA (+ 3%)			
1. Patache de 8 codos de manga	8	3 3/4	28	33 3/4	61 3/4	$\frac{8 \times 3,75 \times 61,75}{32} \times 0,95 =$	54,99	55 1/2 T.	ma.	—
2. Patache de 9 codos de manga	9	4 1/8	29	35	64	$\frac{9 \times 4,125 \times 64}{32} \times 0,95 =$	70,53	70 1/2 T.	ma.	—
3. Patache de 10 codos de manga	10	4 3/4	30	37	67	$\frac{10 \times 4,75 \times 67}{32} \times 0,95 =$	94,48	94 1/2 T.	ma.	—
4. Navío de 11 codos de manga	11	5 1/8	33	40 5/8	73 5/8	$\frac{11 \times 5,125 \times 73,625}{32} \times 1,14 =$	147,87	148	Tn.	152 Tn.
5. Navío de 12 codos de manga	12	6	36	45	81	$\frac{12 \times 6 \times 81}{32} \times 1,14 =$	207,76	207 3/4 Tn.		214 Tn.
6. Navío de 13 codos de manga	13	6 1/2	38	47 3/4	85 3/4	$\frac{13 \times 6,5 \times 85,75}{32} \times 1,14 =$	258,13	258 1/8 Tn.		265 7/8 Tn.
7. Geleoncete de 14 codos de manga	14	7	40	50 1/2	90 1/2	$\frac{14 \times 7 \times 90,5}{32} \times 1,14 =$	315,96	316	Tn.	325 1/2 Tn.
8. Galeón de 15 codos de manga	15	7 1/2	42	53 1/4	95 1/4	$\frac{15 \times 7,5 \times 95,25}{32} \times 1,14 =$	381,74	381 3/4 Tn.		393 1/4 Tn.
9. Galeón de 16 codos de manga	16	8	44	56	100	$\frac{16 \times 8 \times 100}{32} \times 1,14 =$	456	456	Tn.	470 Tn.
10. Galeón de 17 codos de manga	17	8 1/2	46	58 3/4	104 3/4	$\frac{17 \times 8,5 \times 104,75}{32} \times 1,14 =$	539,23	539 1/4 Tn.		555 1/4 Tn.
11. Galeón de 18 codos de manga	18	9	48	61 1/2	109 1/2	$\frac{18 \times 9 \times 109,5}{32} \times 1,14 =$	631,95	632	Tn.	51 Tn.
12. Galeón de 19 codos de manga	19	9 1/2	49	63 1/4	112 1/4	$\frac{19 \times 9,5 \times 112,25}{32} \times 1,14 =$	721,80	721 3/4 Tn.		743 1/2 Tn.
13. Galeón de 20 codos de manga	20	10	51	66	117	$\frac{20 \times 10 \times 117}{32} \times 1,14 =$	833,625	833 5/8 Tn.		858 5/8 Tn.
14. Galeón de 21 codos de manga	21	10 1/2	53	68 3/4	121 3/4	$\frac{21 \times 10,5 \times 121,75}{32} \times 1,14 =$	956,38	956 3/8 Tn.		985 Tn.
15. Galeón de 22 codos de manga	22	11	54	70 1/2	124 1/2	$\frac{22 \times 11 \times 124,5}{32} \times 1,14 =$	1.073,34	1.073 1/3 Tn.		1.105 1/2 Tn.

ARQUEO DE LAS NAVES
CLASIFICADAS SEGUN LAS
ORDENANZAS DE 1618

Manga M	Puntal (1. ^a cub.) H	CODOS DE Quilla		CODOS DE Esloira		CALCULO DE ARQUEO			TONELADAS DEL PORTE según las ordenanzas de 1618	
		Q	E	E	Q + E	Toneles (× 1,03)	-5% +20% (× 1,14)	TOTAL TONELADAS		
1. Navío de 9 codos de manga	9	4 1/2	28	34	62	$9 \times 4,5 \times 62$ 32	= 78,47	80,81 × —	= 80,81	80 3/4
2. Navío de 10 codos de manga	10	5	30	36	66	$10 \times 5 \times 66$ 32	= 103,125	106,22 × —	= 106,22	106 1/4
3. Navío de 11 codos de manga	11	5 1/2	32	39	71	$11 \times 5,5 \times 71$ 32	= 134,23	138,26 × 1,14	= 157,61	157
4. Navío de 12 codos de manga	12	6	34	41 1/2	75 1/2	$12 \times 6 \times 75,5$ 32	= 169,87	174,97 × 1,14	= 199,46	198
5. Navío de 13 codos de manga	13	6 1/2	36	45	81	$13 \times 6,5 \times 81$ 32	= 213,89	220,3 × 1,14	= 251,15	251
6. Navío de 14 codos de manga	14	7	38	48	86	$14 \times 7 \times 86$ 32	= 263,37	271,27 × 1,14	= 309,25	309 1/4 (2)
7. Navío de 15 codos de manga	15	7 1/2	40	50 1/2	90 1/2	$15 \times 7,5 \times 90,5$ 32	= 318,16	327,71 × 1,14	= 373,58	371 1/2 (1)
8. Navío de 16 codos de manga	16	8	42	53	95	$16 \times 8 \times 95$ 32	= 380	391,4 × 1,14	= 446,2	444 1/2 (1)
9. Navío de 17 codos de manga	17	8 1/2	44	56	100	$17 \times 8,5 \times 100$ 32	= 451,56	465 × 1,14	= 530,22	530
10. Navío de 18 codos de manga	18	9	46	59	105	$18 \times 9 \times 105$ 32	= 531,56	547,5 × 1,14	= 624,16	624 1/8
11. Navío 19 codos de manga	19	9 1/2	48	61 1/2	109 1/2	$19 \times 9,5 \times 109,5$ 32	= 617,64	636,17 × 1,14	= 725,24	721 3/4 (1)
12. Navío de 20 codos de manga	20	10	49	63	112	$20 \times 100 \times 112$ 32	= 700	721 × 1,14	= 821,94	821 7/8
13. Navío de 21 codos de manga	21	10 1/2	51	66	117	$21 \times 10,5 \times 117$ 32	= 806,2	830,38 × 1,14	= 946,64	946 1/2
14. Navío de 22 codos de manga	22	11	53	68	121	$22 \times 11 \times 121$ 32	= 915,06	942,5 × 1,14	= 1.074,46	1.074 3/4

(1) Parece haber algunos pequeños errores en el cálculo o de copia.

(2) La recopilación de Leyes de Indias dice 409 1/4. Es un error de copia, sin duda.

nave sólo arqueaba 278 toneladas según Tomé Cano (207 3/4 según las ordenanzas de 1613) y valía quince mil ducados (5.625.000 maravedís) (22). Puesto que se pagaban veintidós reales por tonelada y mes a las de la Carrera de Indias, esta misma nave recibía de acostamiento 207.944 maravedís para 278 toneladas, lo que representa solamente el 3,7% del coste de la nave. Con las 207 toneladas que dicen las ordenanzas de 1613, el deterioro económico es aún mayor. Eso sin contar con que el derecho de avería había subido un 600% (de dos a doce ducados por tonelada) (23) en el período de unos cincuenta años que comenta Tomé Cano, mientras que el precio de los fletes sólo había subido el 33% (de doce a cuarenta ducados por tonelada) en el mismo período.

Parecen estar bastante justificadas las quejas y críticas de Tomé Cano. Unos párrafos más adelante, comenta:

Leonardo. Según esso, yo pienso que no a de aver hombre particular que se atreva ya a fabricar nao de guerra, ni tampoco a hazerla de merchante, por el poco suelo que da su Magestad por tonelada quando se sirve de ellas para de Armada; porque aunque en el archeaje de ellas dé a veynte toneladas por ciento, como aveys dicho, siendo tan corto el sueldo que por ellas pagan más es fabricar nao de la una y otra manera para el Rey que para sí mismo; e yo no siendo hombre tan inconsiderado y enemigo de su hazienda que tan a lo cierto y a lo claro se quiera tomar tal daño para totalmente perderse; y más constandole con prolija experiencia los muchos dueños de naos que en estos años se an perdido, solamente quedandose con la penitencia de su ruyna y pobreza de sus hijos y casa, sin que jamás no por ningún camino veamos que, condoliéndose de ellos, aya nadie que les procure ayuda y levantar. (24)

Las quejas de Tomé Cano son las mismas que exponía Sancho de Achiniega, que hemos citado en el capítulo anterior.

Evidentemente, el signo de los tiempos había cambiado para mal. Las riquezas de América se habían dilapidado o habían sido robadas por piratas y corsarios. La decadencia económica y política de los españoles estaba en marcha de forma creciente. Los comienzos del siglo XVII eran ya, no sólo para Andalucía, sino para toda España, una época de *vacas flacas*, bien distinta de las *vacas gordas* de principios de siglo XVI mencionadas en un capítulo anterior.

(22) Representa un valor de unos 95 millones de pesetas de 1986.

(23) El coste del mantenimiento de las Armadas de guarda era cada vez mayor por el creciente acoso de los piratas.

(24) Op. cit., pag. 93-94. Tomé Cano se refiere a la condena de sus propias naves.

Regla del Arqueo
-ordenanza de 1613-

Ley xxv de la
Recopilación de
Leyes de Indias
de 1681

Y Ley xxv. Que en arquear, y medir los Navios se guarde la forma que por esta ley se manda.

D. Felipe
Tercero
en Vto.
silla 219
de Oclo-
bre de
1633
en Ma-
drid à 30
de Junio
de 1614
Ord. de
la Casa,
al fin.

POR Quanto haviendo confide-
rado los inconvenientes, y da-
ños que han resultado contra nues-
tra Real hacienda, y en perjuizio de
nuestros vassallos, y los estrágeros,
que han servido con sus Navios en
nuestras Armadas, y Flotas, y la for-
ma, y reglas con que hasta aqui se
han arqueado, y medido los tales
Navios para pagarles su sueldo, y
fletes, por no ser fundados en la ver-
dadera ciencia desta facultad, res-
pecto de que de las cinco dimensio-
nes, ó partes en que estriva lo prin-
cipal de la fabrica de los Navios,
que es la Esloria, Manga, Puntal,
Quilla, y Plan, solamenté metian
las tres primeras en la cuenta, no
considerando las otras dos, sin lo
qual de ninguna manera se puede
hazer justificado arqueamiento,
mandamos, que se juntassen los hõ-
bres mas prácticos en este ministe-
rio, que se hallassen en estos Reynos,

los quales, haviendo con particular
atencion, estudio, y cuidado traba-
jado en ello, se tiene por cierto ha-
verdado el punto mas ajustado á la
razon, que se puede descubrir para
medir los dichos Navios, de mane-
ra, que no haya medida falsa, ni
otro genero de engaño de los que
procedian de la incertidumbre de
las reglas de que se ha vsado, con
que siempre era arbitrario lo que
aora ha de ser fixo, y se escusará el
daño que se liguiera á nuestra Real
hazienda, y á los dueños de los Na-
vios, naturales, y estrangeros, que
se recibieren á sueldo para servicio
de las Armadas, y Flotas, y tendrán
satisfacion de que no se les haze
agravio: y de que se les pagará lo
que justamente huvieren de haver,
escusandose los pleytos, y dudas
que havia, y las molestias que se les
recrecian, dilatando la averiguacion
de las cuentas. Visto en el nuestro
Consejo de Guerra, y con Nos con-
sultado, hemos resuelto derogar
(como por la presente derogamos,
y anulamos) las reglas, y ordenan-
ças, que cerca de esto se han vsado.
Y mandamos, que de aqui adelan-
te se midan, y arqueen todos los
Navios naturales, y estrangeros,
que se recibieren á sueldo, y fleta-
ren para servicio de las dichas nues-
tras Armadas, y Flotas, y los que se
hizieren por cuenta de nuestra Real
hazienda, por la orden, y forma si-
guiente.

1 Y porque estas reglas presu-
ponen las cinco dimensiones, ó par-
tes referidas, en qualquier Navio
que se haya de arquear de los que se
fa-

Libro IX. Titulo XXVIII.

fabricaren en estos Reynos, han de traer los dueños dellos certificacion de los Superintendentes de los distritos donde se huvieren hecho los dichos Navios, y de los Veedores, ó Contadores, que conforme á las ordenes que tenemos dadas huvieren de intervenir con ellos á hazer los tales arqueamientos, y dóde no huviere los tales Superintendentes, han de traer testimonios firmados de la Justicia mas cercana, y del Escrivano del Cabildo, ó Concejo del tal Lugar, en que declaren los codos que los tales Navios tuvieren de Esloria, Manga, Puntal, Quilla, y Plan, y tambien de los Redeles, y de la Quadra, y Amura, las quales dichas certificaciones, y testimonios se han de entregar á nuestro Secretario de la Guerra de Mar, para que vistas en el dicho Consejo de Guerra, se provea lo que convenga, quanto á remitirlas á quien huviere de hazer la cuenta de las toneladas, para que conforme á ellas se les paguen los sueldos, ó fletes que huvieren de haver, y sean admitidos sus Navios á la visita para navegar en la Carrera, y Flotas de las Indias, sin la qual certificacion mandamos que no lo sean, aunque concurren en ellos las calidades que se declara en las ultimas ordenanças de fabricas de Navios, que han de tener para navegar en la dicha Carrera: y los dichos Superintendente, y Ministros han de enviar á manos del dicho Secretario certificacion en la misma conformidad que se fabricaren, por cuenta de nuestra Real hacienda, para que

siempre que convenga, se tenga la cuenta, y razon dello, y sepan las medidas, y porte que tuvieren.

2 Para ratificar la medida de los demás Navios, de cuyas dimensiones no se pudiere haver testimonios, se medirán conforme á la orden que se sigue.

3 El codo con que se ha de hazer esta medida ha de tener dos tercias de vara Castellana, y mas vn treinta y dosavo de las mismas dos tercias.

4 La manga se ha de medir de babor á estribor, por lo mas ancho de la Cubierta principal, ora esté en lo mas ancho de la Nao, ora esté mas arriba, ó mas abaxo, y se medirá por la superficie superior de la Cubierta, pegado á ella, y de tabla á tabla, y de dentro adentro, y los codos que se hallaren será la manga, y si estuviere embarçada cò algunos Genoles, se tomará el grossor de ellos, y tambien será manga.

5 El Puntal se medirá desde el Soler hasta la superficie superior de la misma Cubierta principal, donde se tomó la manga, de manera, que no se exceda de la tal superficie: y en el tomar el altor del Puntal en las Vrcas, ó en otras Naves extranjeras, no se ha de consentir que se desentable alguna parte del Soler, para colar la pica hasta el Plan, y tomar desde alli la medida, sino es que para cargar de trigo, ó cosa semejante, tenga hecho alguna Granel, y en este caso se ha de abrir por junto á la Bomba, hasta descubrir la Orenga, y poner encima

vn pedaço de tabla al grossor de tres dedos , ó descontarse los , y de allí se ha de medir el Puntal, que será como medirlo desde el Soler.

6 La Esloria se ha de medir desde el Branque al Codaste por la referida superficie superior de la Cubierta, sin desviarse de ella, y si la parte de Proa estuviere embaraçada con alguna Bularcama , ó Genol, ó la de Popa con algun Yugo, se meterá alguna Verguilla , ó cosa sutil, con que se pueda medir el grossor de la Bularcama, ó Yugo, y lo que esto fuere, tambien se contará por Esloria, advirtiendo , que no se ha de tomar el grossor de el Branque, ni del Codaste, Roda, ni Contraroda, sino hasta la tabla, que en ello se coge de dentro adentro.

7 El Plan se medirá por la Quaderna Maestra, que corresponde á lo mas ancho de la Cubierta, y se ajustará la medida con las señales, ó puntos, que están en la Escoa, á vn lado, y á otro de babor á estribor, y la Escoa se hallará junto al Palmejar , que está en la cabeza de las Orengas, ó Planes, en la parte de abaxo.

8 La Quilla, si estuviere fuera del agua, como sucede , estando el Navio en astillero, ó carena, se medirá de codillo á codillo, y los codos que se hallaren será la Quilla; pero si estuviere debaxo del agua, se medirá por dentro del Navio, lo qual, aunque se ha tenido por tan dificultoso, se conseguirá , como conviene á la certidumbre de

la cuenta , con los siguientes medios.

9 Pondráse vna regla (que esté dividida en codos) en el sitio del Puntal , y perpendicular sobre el Soler, y en ella se aplicará otra, de manera, que queden á esquadra , y se irá prolongando ázia Proa, hasta topár en el Albitana, y midiendose los codos que huviere desde el Puntal á la Albitana, en la regla que se prolongo, se pondrán á parte , y se bolvera á aplicar la misma regla en la que está en el sitio del Puntal, vn poco mas arriba de la primera aplicacion, dos, ó tres codos , los que se quisiere, y se prolongará hasta topar otra vez en el Albitana , y se medirán en ella los codos como primero, es á saber, desde el Puntal á la Albitana, y se pondrán tambien á parte, y se hará otra tercera aplicacion, dos, ó tres codos mas arriba de la segunda , haziendose lo mismo, y notando los codos que huviere desde el Puntal á la Albitana: luego en el plano de vna tabla, ó en otra cosa que esté bien llana se hará el Patron siguiente. Tirese vna linea recta , que se llamará la linea de la Quilla, y dividase en sesenta partes iguales, que serán codos , y desde su medio se levantará otra, que quede á esquadra con ella, y será la linea del Puntal : y se dividirá en quinze , ó veinte partes iguales entre si, y á los de la primera linea, que tambien serán codos : y desde el lugar donde se cruzan se pondrán tres puntos en la linea del Puntal, que disten del tal lugar los codos que distaren del Soler los sitios de

las

Libro IX. Titulo XXVIII.

las tres aplicaciones de la regla, que se prolongó, y por estos puntos se tirarán tres líneas á esquadra, con la línea del Puntal, y en ellas, ázia la parte en que en el patron se cõsidera la Proa, se contarán los codos que huvo en las tres aplicaciones de la regla, que se prolongó desde el Puntal á la Albitana, contando en la línea mas cercana, á la que representa la Quilla, los codos que huvo en la primera aplicacion: y en la siguiente los que huvo en la segunda aplicacion: y en la otra los que huvo en la tercera, y donde acabare la cuenta de estos codos, señalarán tres puntos en las tres líneas, y por ellos se tirará vna porcion de circulo, buscandole su centro, como se acostumbra, y se estenderá hasta que corte en la línea de la Quilla: y las partes, ó codos que huviere en ella, desde donde la cruza la línea de el Puntal, hasta donde la corta la porcion del circulo, serán los codos que tiene la porcion de Quilla, de el Puntal á Proa.

10 Para hallar la porcion de Quilla, del Puntal á Popa, se prolongará vna regla dos vezes, desde otra, que esté en el sitio del Puntal, hasta topar en el Codaſte, guardandose en todo ello lo millimo que arriba se dize, en el aplicar, y prolongar la regla desde el Puntal á la Albitana, y en cada aplicacion de la regla que se prolonga, se contarán los codos que huviere desde el Puntal al Codaſte, y se guardarán á parte: luego en el referido patron, desde donde se cruzan la línea de la Quilla, y la del Puntal, se pondrán

dos puntos en la del Puntal, que disten de la línea de la Quilla los codos que distaron del Soler los sitios de las dos aplicaciones de la regla, que se prolongó á Popa, y por los tales puntos se tirarán dos líneas á esquadra, sobre la del Puntal, y en ellas, desde el mismo Puntal ázia la parte en que se pone la Popa, en el patron, se contarán los codos que huvo en las dos aplicaciones de la regla, desde el Puntal al Codaſte, contando en la línea mas cercana á la de la Quilla, los que huvo en la primera aplicacion: y en la siguiente, los que huvo en la segunda, y donde acabare la cuenta de estos codos en las dos líneas, se pondrán dos puntos, y passando por ellos vna regla, se notará donde corta á la línea de la Quilla, y las partes de la misma línea de la Quilla, que huviere desde el cortamiento, hasta la línea de el Puntal, serán los codos, que tendrá la porcion de Quilla, desde el Puntal á Popa: los quales, juntandose con los que tuvo la porcion de Quilla, del Puntal á Proa, quedara conocida toda la Quilla.

11 Hase de advertir, que si por la mucha distancia, desde el Puntal á la Albitana, ó Codaſte no se pudiere poner en el sitio de el Puntal la regla, en que se ha de aplicar lo que se prolonga, se podrá poner mas cerca de la Popa, ó Proa, como sea en lo llano de el Soler, no passando de los Redeles, y se harán desde alli todas las operaciones, que arriba se ordenaron, como si estuviera la regla en el sitio del

de el Puntal , afsi en el aplicar , y prolongar la regla , hasta topar en el Albitana, ó Codaste, como en lo demás; pero hanse de medir los codos que distare del Puntal , á Popa, ó Proa, el sitio en que se pone la regla, para poner en el patron la misma distancia en la linea de la Quilla, por sus codos , desde donde la cruza la del Puntal , ázia la misma parte en que se pone la Proa , ó Popa, en el mismo patron ; para tirar, donde acabare la tal distancia , vna linea á esquadra sobre la de la Quilla, y desde ella hazer lo mismo que se hizo desde la linea del Puntal, para hallar la porcion de la Quilla á Popa, y á Proa. Tambien se pueden añadir los codos que montare la misma distancia á los que hallaren en cada aplicacion , desde el sitio en que se puso la regla, hasta la Albitana, ó Codaste, y afsi se podrá obrar en el patron , como si se huviera puesto la regla en el sitio de el Puntal.

12 Asimismo se advierte, que la primera distancia, ó sitio donde se aplica la regla , que se ha de prolongar á Popa, y á Proa, ha de distar tantos codos de el Soler, que pueda calarse la regla , que se prolonga, hasta topar en el Albitana, ó Codaste, sin que embarace en lo que se levantan los delgados, desde los Redeles ázia Popa, ó Proa, y los demás sitios de las otras aplicaciones, quanto mas pudieren distar de el primero, y entre si, segun la grandeza del Puntal , será mejor para conseguirse la medida de la Quilla con la precision que se pretende: y

de haverse tomado estas medidas en la forma referida traerá el dueño del Navio certificacion , ó testimonio , como se declara en el capitulo primero destas ordenanças.

13 Sabidos los codos que tiene la manga, Puntal, Esloria, Quilla, y Plan de qualquier Navio que se haya de arquear , afsi de los que queda dicho , que se fabricaren en estos Reynos, como de los que vinieren de fuera de ellos, y se fletaren, ó recibieren á sueldo para servicio de nuestras Armadas, se podrá practicar , y hazer la cuenta por vno de lostres modos , y regla siguiente.

Primer modo.

14 SI El Navio que se ha de arquear tuviere el Plan igual á la mitad de la manga , como quiera que tenga la Esloria, y Quilla, y Puntal , se multiplicarán los codos que tiene la manga por los que tuviere la mitad del Puntal, ó los de la mitad de la manga por todo el Puntal, que es todo vno , y lo que de esto procediere se ha de multiplicar por la mitad de la suma de la Esloria , y Quilla , y saldrá la cavida del Buque en codos, que partidos por ocho queda reducida á Toneles.

15 Pero siendo el Plan mayor, ó menor, que la mitad de la manga , se hará primero la cuenta, como si fueran iguales, como se dixo en el capitulo precedente, y luego se sacará la diferencia que tiene el Plan de la mitad de la manga, restan-

Libro IX. Titulo XXVIII.

tando los codos que tiene el Plan de los que tuviere la mitad de la manga, si el Plan fuere menor que ella, ó al contrario, si fuere mayor: y la mitad de la tal diferencia se multiplicará por la mitad de los codos de el Puntal, y lo que de esto resultare se multiplique por la mitad de la Esloria, y Quilla juntas, y lo que saliere se ha de quitar del valor, ó cabida del buque, colegida como si tuviera el Plan igual á la mitad de la manga, si la mitad de la manga fuere mayor que el Plan: ó se le ha de añadir, si fuere menor, y quedará del valor del buque.

Segundo modo.

16 **A**L Navio, que tuviere el Plan igual á la mitad de la manga, se le hará la cuenta, como arriba se hizo; pero si tuviere el Plan mayor, ó menor que la mitad de la manga, se sacará su diferencia, restando el Plan de la mitad de la manga, ó al contrario, como queda dicho, y la mitad de la tal diferencia se quitará de los codos que tuviere la manga, si fuere su mitad mayor que el Plan, ó se le añadirá, si fuere menor: y la manga, haviendosele quitado, ó añadido esto, se multiplicará por la mitad del Puntal, y lo que de esto saliere se multiplique por mitad de la suma de la Esloria, y Quilla, y quedará el valor, y cabida de el buque, que se arquea.

..*

Tercero modo.

17 **A** Qualquier Navio, que tenga el Plá igual á la mitad de la manga, ora sea mayor, ora menor, se tomarán las tres quartas partes de la mága, y se juntarán con la mitad del Plan, y lo que esto fuere se multiplicará por la mitad del Puntal, ó la mitad dello por todo el Puntal, y lo que resultare se multiplique por la mitad de la suma de la Esloria, y Quilla, y saldrá el mismo valor, y cabida del buque en los modos passados.

18 Hase de advertir, que el valor que dá en el buque qualquiera de los tres modos de la regla de el arqueamiento, ajusta con el Navio que tuviere la Cubierta en lo mas ancho; pero en el que tuviere lo mas ancho sobre la Cubierta, se le ha de quitar tres por ciento al dicho valor; por cada medio codo de el que así la tuviere, y al que la tuviere lo mas ancho debaxo de la Cubierta, se le ha de añadir en el valor de el arqueamiento tres por ciento por cada medio codo, y para esto se ha de reconocer lo mas ancho de la Nao, y del valor q diere la regla del arqueamiento, haviendosele añadido los tres por ciento, ó haviendosele quitado, si se huviere de hazer conforme á lo que contiene este capitulo, se quitarán cinco por ciento, y á lo que quedare se ha de añadir veinte por ciento por todo lo que hay entre Cubiertas, y por los Alcaçares, y quedará el justo valor en codos, que se deve de

de cabida al Navio que se arquea, que partidos por ocho, quedará reducido á toneladas.

19 Adviertese, que el fundamento de la regla del arqueamiento presupone, que las superficies de el Plan, y de la manga, desde sus medios ázia Popa, y Proa, tengan disminucion conocida, y cierta, y segun ella, teniendo la manga diez y seis codos, ha de haver vn codo de disminucion en la linea que passa por la quarta parte de la Esloria, y de la manga á Proa, donde se suele poner la amura, y dos codos en la linea, que passa por la misma quarta parte de la Esloria, de la manga á Popa, donde está la Quadra: y afsimismo en la quarta parte de la Esloria, desde el medio de la superficie del Plan, ázia Proa, y Popa, donde se ponen los Redeles, ha de haver en cada vno de disminucion la mitad del Plan, de manera, q si fuere el Plan ocho, ha de haver quatro en cada Redel. Y para que esta disminucion de las superficies del Plan, y mangas, se guarde proporcionalmente en todos los Vageles, ó á lo menos en las quatro lineas, que se han señalado, para oviar los fraudes que se pueden intentar contra la regla del arqueamiento, se tomará en el buque, que se arquea la medida de las dos lineas, que passan por la superficie superior, ó inferior equidistantes de la manga, y que se aparten de ella ázia Popa, y Proa la quarta parte de la Esloria: y tambien se medirán en el Soler las lineas que atraviesan de babor á estribor por

tales sitios, que disten de el Plan á Popa, y Proa la misma quarta parte de la Esloria: y en el tomar todas estas medidas se guardará lo que se ordenó en el tomar las de la manga, y Plan: luego para ver si las dos lineas, que se midieron en la Cubierta de el Navio que se arquea, colaterales á la manga, tienen devida proporcion con ella, se multiplicarán los codos de la misma manga por quinze, y lo que de ello resultare se partirá por diez y seis, y si salen en el quociente, ó quarto numero, los codos que se hallaron en la linea que se midió ázia Proa, tendrá con la manga la proporcion que requiere la regla del arqueamiento; pero si en el quarto numero salieren mas, ó menos codos que los que tuvo la tal linea, se guardarán á parte, y tambien se multiplicará la manga por catorze, y lo que de elio procediere se partirá por diez y seis: y si salieren en el quarto numero, los codos que se hallaron en la linea que se midió ázia Popa, estará bien, y si no salieren, se notarán los que fueren mas, ó menos, y luego se dividiran por ocho los codos de la mitad de la manga de el mismo Navio, y por cada vna de estas octauas partes, que faltare en cada vno de los quatro numeros de las dos reglas de tres, para igualar á los codos que se hallaron en cada vna de las dos lineas referidas, se añadirá vno y medio por ciento al valor que diere la regla del arqueamiento en el buque, en que se midieron, y por cada octava parte

de las mismas en que excedieron los quatro numeros, á los codos, hallados en cada vna de las mismas dos lineas, se quitará vno y medio por ciento de el valor que dá la regla.

20 El reconocer la proporcion que tienen con el Plan las dos lineas, que se midieron con el Soler, será facil, porque si en el Navio en que se miden es cada vna la mitad del Plan, estarán bien; pero si no lo fueren, se dividirán por ocho los codos que tuviere el Plan, y por cada octava parte destas, que faltare en cada vna de las dos lineas referidas, para ser la mitad de el Plan, se quitará del valor que dá la regla del arqueamiento, vno y vn quarto por ciento: y por cada octava parte de las mismas que tuviere cada vna de las dos lineas mas que la mitad de el Plan, se añadirá vno y vn quarto por ciento al valor que dá la regla.

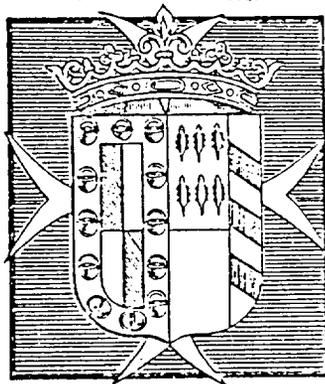
La qual dicha orden, y reglas mandamos, que se observen, y executen puntualmente por nuestros Superintendente de fabricas de nuestras Armadas, y Flotas, y por los Proveedores, y las demás personas á cuyo cargo fuere medir, y arquear los Navios, que se recibieren á sueldo, y fletaren para servicio de las dichas Armadas, y Flotas, y por esta orden se tomen las cuentas.

* * *

ARTE
PARA FABRICAR,
FORTIFICAR, Y APAREIAR NAOS
DE GUERRA, Y MERCHANTE;
Con las Reglas de Archearlas: reducido a toda Cuētra
y Medida: y en grande utilidad de la Navegacion.

COMPUESTO POR THOME CANO CAPITAN
*Ordinario por el Rey Nuestro Señor y su Consejo de Guerra:
Natural de las Islas de Canaria: y Vezino de Sevilla.*

DIRIGIDO A DON DIEGO BROCHERO
de Anaya, Prior de Hibernia; Embaxador de Malta: del Consejo
de Guerra de su Magestad: Comendador de Yébenes: Lugar
Teniente del SS. Principe. Gran Prior de San Iuan, y
a cuyo cargo está el despacho de la
Nacion Irlandésa.



CON PRIVILEGIO.

Impresso en Seuilla, en Casa de LVTS Estuñon.

Año de 1611.

A Don Diego Brochero de Anaya, prior de Hibernia, Embaxador de Malta, del Consejo de guerra de Su magestad, Comendador de Yébenes, Lugar Theniente del Serenísimo Príncipe Gran Prior de San Iuan y a cuyo cargo está el despacho de la nación irlandesa.