

EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DEL TIMÓN DE CODASTE

Juan José PRIETO ROMERO
Doctor ingeniero
Profesor Universidad de Huelva

M.^a Ángeles MARTÍN MARAVER
Licenciada en Humanidades

Introducción



L timón es el dispositivo utilizado para maniobrar un medio de transporte que se mueve a través de un fluido. Funciona con ayuda de aparejos de cuadernales o de motones, orientando el fluido y generando un efecto de giro o de empuje. Cuando el timón está situado en línea respecto a la marcha del buque se dice que está a la vía; por tanto, su efecto es prácticamente nulo y solo ofrece la resistencia hidrodinámica debida al rozamiento. No obstante, el buque, en ocasiones y debido a la acción del mar, puede dar alguna guiñada y es necesario actuar ligeramente sobre el timón para conservar el rumbo. Si al hacerlo forma un ángulo respecto al plano diametral o sentido de marcha, se dice que el timón se encuentra a la banda y el ángulo que forma se llama ángulo de metida o ataque. Este tiene

gran importancia sobre el empuje aerodinámico de la nave.

Desde las más antiguas épocas, se han investigado y desarrollado nuevas y cada vez más avanzadas técnicas para mejorar la navegación. Esto se ha traducido en la construcción de una gran diversidad de diseños de embarcaciones y en la evolución de sus métodos de gobierno. En los primeros modelos, grandes remos dominaban la nave y la llevaban en la dirección deseada. Este primitivo y simple sistema de gobierno fue de gran utilidad y estuvo vigente durante cientos de años en muchas civilizaciones. Su importancia radica también en el hecho de haber sido el precursor del timón de madera.

De la misma forma en que evolucionaron y mejoraron los diseños en las embarcaciones, también el timón de madera fue desarrollándose hasta llegar a

la forma en que lo conocemos en la actualidad. La aparición del timón de codaste o axial significó una auténtica revolución en la construcción naval. Algo tan aparentemente sencillo como era la adaptación de una pala a todo lo largo del codaste (1), de forma que hiciera cuerpo con la nave, tardó siglos en ser una realidad y condujo a la ruptura de un estancamiento conceptual, abriendo el camino para la innovación a gran escala.

Podemos considerar evidente la superioridad tecnológica del timón de codaste, ya que su uso se hizo prácticamente universal en los barcos y buques de todo tipo, perviviendo hasta la actualidad. Sin duda, fue un factor decisivo que marcó el paso a una nueva era y posibilitó las grandes exploraciones oceánicas. En definitiva, puede afirmarse que, junto al estribo en las sillas de montar y la collera para animales de tiro, se trata de uno de los grandes inventos de la Edad Media.

Primeros métodos de gobierno

Los primeros métodos de gobierno no están demasiado claros; se supone que los remos a modo de timones ayudaban a cambiar el rumbo remando lateralmente con ellos. Es hacia el año 2000 a. de C. cuando comienza a usarse, haciendo girar esos remos, método que duraría con ligeras variantes unos 3.000 años. Las representaciones de barcos con remos, haciendo las veces de espadillas de gobierno, son múltiples y se corresponden con diferentes épocas y civilizaciones.

En Hieracómpolis, localidad egipcia del alto valle del Nilo, se encontró en una tumba del período predinástico una pintura anterior al año 3000 a. de C. en la que aparecía una embarcación con un remo de gobierno a popa. También en un vaso micénico de hacia 1200 a. de C. aparece la nave de Pilo en una representación similar. En tiempos de Snofru, en la IV Dinastía egipcia, ya había naves con un remo a cada costado, y en época de Sahure, durante la V Dinastía, se elevaba a tres el número de ellos.

En la era de Homero, el timón o *pedálion*, la caña u *hoiéion* y el timonel o *pedialouchos* toman particular importancia. Así, en los bajorrelieves de Ostia de finales de siglo II a. de C. podemos ver representaciones de timones griegos y romanos, que estaban formados por una gruesa madre o *asser* que sostenía la pala o *palmula*. En una estructura saliente situada por debajo de la cubierta se sujetaba el timón, cuya pala iba embutida en la madre, y esta sujeta a su vez por una retenida, que trincaba el timón a la amurada y facilitaba su movilidad. La retenida facilitaba también el desmontaje del timón cuando

(1) El timón de codaste estaba formado por un tablón o una pieza de acero, articulado con goznes en el codaste o prolongación de la quilla por la parte de popa.



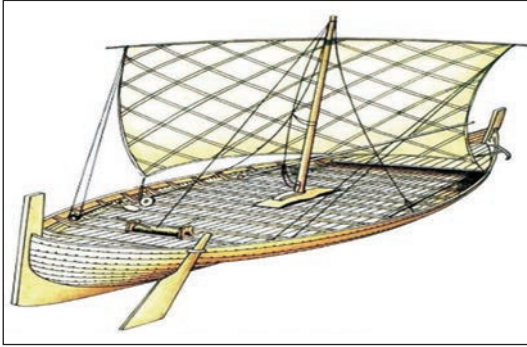
Barco egipcio de remos con timón de dirección. Tumba de Menna (c. 1422-1411 a. de C.).

se debía varar la nave o se fondeaba, y que se llevaba a cabo para evitar averías.

Los timones romanos los manejaba un solo hombre por medio de dos cañas horizontales. Durante la maniobra se mantenía uno a la vía, mientras se giraba el de la banda a la que se debía caer. Se cree que el timón lateral único aparece hacia el siglo III d. de C., ya que el ejemplar más antiguo, encontrado en la región de Schelswig hacia 1863, data de esa época, aunque también se supone que se habían usado modelos laterales similares, pero algo más rudimentarios. Los vikingos usaron el timón lateral, y se puede ver su representación en tapices, dibujos o grabados.



Reconstrucción de un trirreme del siglo VII a. de C., donde se puede apreciar el sistema de gobierno romano.



Embarcación con timón lateral.

Del uso del timón lateral surge la regla tradicional de trazar los planos de formas con la popa a la izquierda, mostrando siempre el costado de estribor de las naves o buques. También deriva de ese hecho la palabra estribor, procedente de *starboard* o *steerboard*, traducido como costado de gobierno.

El timón lateral fue útil mientras las naves surcaron los mares con vientos de popa, cosa que ocurrió durante milenios, pero surgió un inconveniente cuando los buques de vela comenzaron a navegar con vientos de través, que eran especialmente perjudiciales cuando soplaban por estribor, pues si el viento era fuerte, la pala del timón salía parcial o totalmente del agua, haciendo que fuera menos eficaz e incluso inútil. El inconveniente se solucionaba con timones dobles, como en las naves romanas, lo que ha hecho pensar que el central sea un invento nórdico. A esto se suma que su aparición y su evolución van asociadas a la época en que los navegantes del norte de Europa comenzaron a barloventear; sin embargo, este origen no está muy claro, como veremos más adelante.

Los inicios del timón de codaste

No se sabe con certeza el momento de la aparición del timón central en nuestro continente. Por lo observado, se trata de una innovación que se generaliza lentamente. Aunque conocido desde fines del XII y principios del XIII, su uso implicaba la realización de importantes cambios en la morfología de las popas, lo que puede explicar que se retardase su generalización. Hacia fines del siglo XIII, por fin, se realizan las transformaciones necesarias en la popa para adecuarla al timón de codaste en el tipo de embarcación denominado por diversos autores como coca (2). Se trata de naves de grandes dimensiones y

(2) Coca deriva de la palabra latina *concha*. En alemán es nombrada como *kogge*, resultante del germánico *kok* —*concha*—: afinidad que procura su configuración de alto bordo, corta eslora y amplia manga —estructurada en una o varias cubiertas—. Para Carbonell Relat, podría tener raíz semítica, pues en el islam se dio un tipo de buque de poca eslora y muy mangudo llamado *kuggi* o *kugggr*, nombre relacionado con el de *koggi* —tonel en árabe—. Las noticias retrotraen a los *Annales Bertiniani* del año 867, en los que el pueblo frisón es citado bajo el apela-

alto bordo con velas cuadradas. Por tanto, su instalación permitió construir barcos de más eslora y con más aparejo para poder ceñir mejor al viento. Sin duda, se convirtió en un instrumento realmente eficaz cuando los cambios en las formas del casco y en el aparejo se habían llevado a cabo.

Como hemos señalado, a mediados del siglo XIII el timón de codaste ya estaba ampliamente difundido por el Mediterráneo. Sin embargo, haciéndonos eco de la discusión en torno a su aparición, cabe señalar que en la Catedral de Winchester existe un bajorrelieve de 1080 que representa un barco con un timón muy parecido. En todo caso, la invasión de Inglaterra pocos años antes por Guillermo I, duque de Normandía, fue llevada a cabo por barcos dotados todavía con remo-espaldilla, tal como aparecen representados en la tapicería de la reina Matilde en Bayeux.

Björn Landström, en su libro *El Buque*, presenta el dibujo de un tríptico del siglo XII de la Iglesia de Skang, al sur de Suecia, en el que aparecen, sin lugar a dudas, tres barcos con timón de codaste. Las cocas hanseáticas lo utilizaban mucho antes de que fueran de uso común en el Mediterráneo; por ello, este autor considera probable que un barco báltico lo introdujera en el *Mare Nostrum*, de manera que genoveses y venecianos lo adoptaron prontamente, aunque estos últimos lo combinaron con el remo hasta que se convencieron de que no era necesario.

Las especulaciones sobre su origen no acaban aquí porque en una de las 99 miniaturas encontradas en un manuscrito árabe en la Biblioteca Nacional de París, fechado en el año 634 (1237 de la era cristiana) y firmado por Yayha ibn Mohamoud, aparece una nave con timón central. Es, por tanto, posible que este apareciera de un modo simultáneo en el norte de Europa y en el golfo Pérsico (al-Hariri era natural de Basra, más conocida por Basora) y que de allí se difundiera hacia el Mediterráneo.

Independientemente de las polémicas relacionadas con su origen, lo cierto es que los constructores navales debían tener un importante conocimiento técnico en la ubicación, sujeción y equilibrado del timón para que la mar no pudiera arrancarlo. La importancia de este hecho queda patente en el primer viaje de Colón. La nao y las dos carabelas tuvieron, en su primera etapa hacia las islas Canarias, un anticiclón de las Azores que propició un viento fresco en dirección sur, siempre favorable a los tres buques, pero que al mismo tiempo puso a prueba la solidez de sus timones de codaste. El 6 de agosto de 1492, «saltó o desencajase el gobernalle de la carabela *Pinta* donde iba Martín Alonso Pinzón a lo que se creyó y sospechó por la industria de un tal Gómez de

tivo de *cokingi* (gente de coca). No obstante, las primeras alusiones como tal embarcación son del siglo XII, con los vocablos *kogcho* y *kocho*. ORTEGA VILLOSLADA, Antonio: «La coca en el intercambio mercante Atlántico-Mediterráneo». *Anuario de Estudios Medievales* (AEM), 38/1, enero-junio de 2008; pp. 429-444.

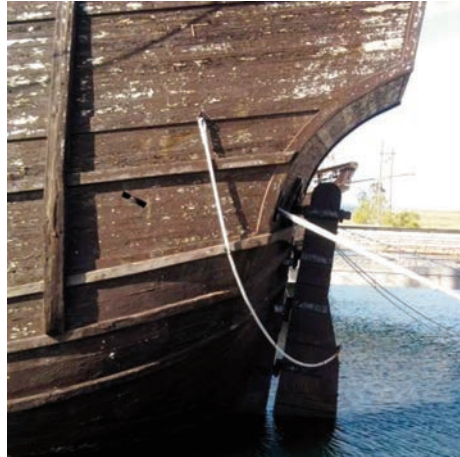
Comparado con su antecesor, el timón de codaste resulta un mecanismo muy complejo, en el que son muchos los puntos a tener en cuenta a la hora de su diseño. Esto, unido al hecho de que un fallo provocaría la ingobernabilidad de la nave, nos acerca más a la idea de que este mecanismo era el punto más débil de toda la estructura mecánica y por tanto la pieza más importante de la nave.

Su evolución

Dejando atrás la Edad Media, nos adentramos en la Edad Moderna, época de los grandes descubrimientos y, por tanto, la época de las grandes travesías en barco. Durante este nuevo período, el timón no evoluciona de un modo importante. Su diseño era con forma de pala rectangular o ligeramente trapezoidal en la parte sumergida; en la parte alta, se encajaba una larga caña, que penetraba en el interior del casco por una abertura practicada en la base de la bobedilla. Los grandes buques de entonces, con varias cubiertas y puentes, eran movidos por los timoneles con la ayuda de aparejos y se orientaban con un compás, o a viva voz por un oficial o marinero situado en cubierta, pues en la mayoría de los casos los timoneles no veían nada hacia el exterior.

Hacia comienzos o primera mitad del siglo XVII, apareció una mejora importante: se aplicó a la caña un palo vertical llamado pinzote que, girando sobre un soporte y saliendo hasta la cubierta superior, permitía ángulos de medida de entre 5° y 10° a cualquiera de las bandas. Esta forma aportaba al timonel la ventaja de ver la cubierta y la orientación de las velas, siendo usada por Magallanes para dar la vuelta al mundo a bordo de la nao *Victoria*.

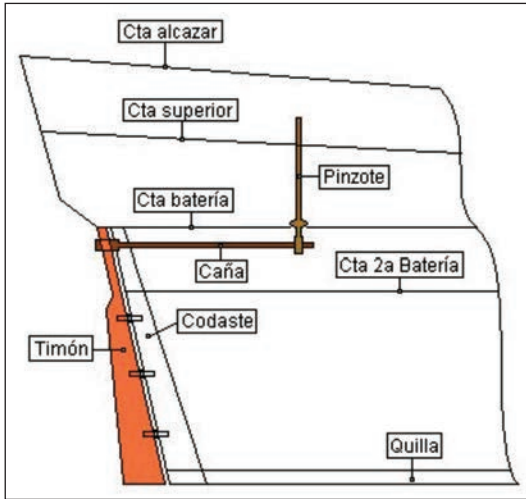
A finales de la primera mitad del siglo XVII, hubo varios intentos de sacar el gobierno a cubierta alargando los cabos de los aparejos que movían la caña. De esas pruebas nacerá el primer método de gobierno a distancia, que en su forma más simple consistía en una especie de tambor, donde iba enrollado el



Timón en popa plana.



Modelizado del timón en SolidWorks.

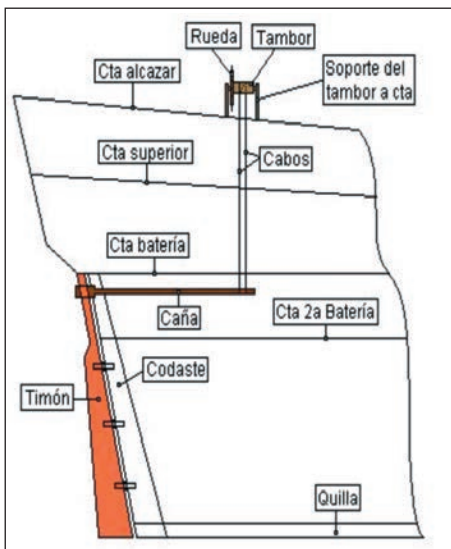


Esquema de timón con pinzote.

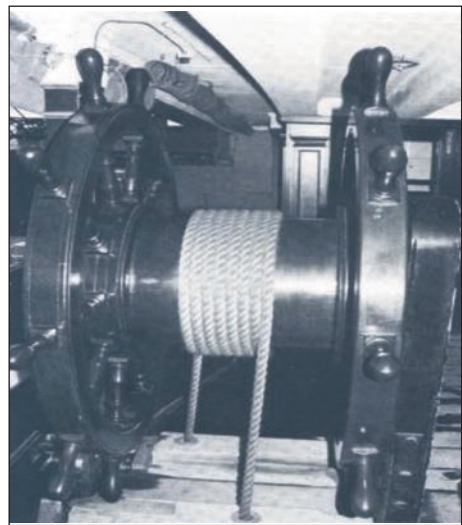
seno de un cabo cuyos extremos o chicotes iban sujetos a los cabos del aparejo, formado por dos motones, uno fijo a la amurada y otro móvil sujeto a la caña. El tambor llevaba en una de sus cabezas la famosa rueda con cabillas, que hoy en día, junto al ancla o independientemente, constituye el símbolo más representativo de cualquier tema relacionado con el mar.

El timón ordinario, de forma rectangular, estuvo en uso en la Marina Mercante más de un siglo y se veía parte de la pala del timón fuera del agua. En los buques de guerra

hubo modificaciones, pues el timón, al estar en parte sobre la superficie del agua, era muy vulnerable. Tenemos el caso del *Re d' Italia* en la batalla de Lissa (1866), cuya pérdida fue debida a un impacto en el timón en la zona que



Esquema de timón de tambor.



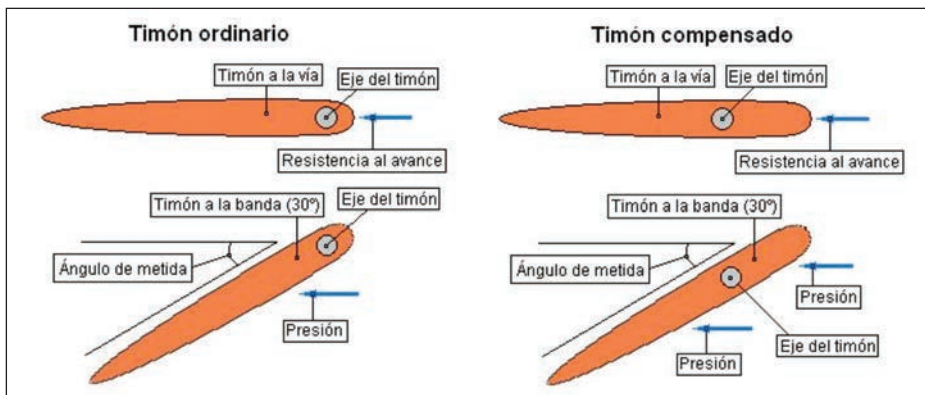
Tambor del navío inglés *Victory* del siglo XVIII y que todavía hoy se conserva.

estaba sobre la superficie del agua, imposibilitando el movimiento del buque. En consecuencia, los timones de los buques de guerra comenzaron a cambiar de proporciones hasta parecerse más a un cuadrado que a un rectángulo, al objeto de conseguir dejar la limera por debajo de la línea de flotación.

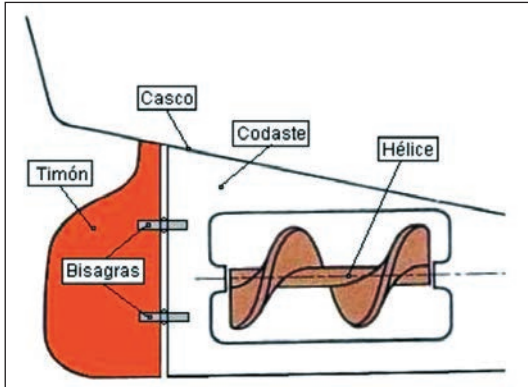
Posteriormente, el cambio de forma y los sucesivos aumentos de velocidad hicieron que fuera necesaria una mayor potencia para mover los timones, y esta, a su vez, fue la consecuencia de que apareciera el timón compensado. La compensación consiste en situar el eje de rotación del timón algo retrasado respecto al borde de ataque (parte delantera del timón). De esta manera, el empuje del agua sobre la parte que queda avanzada respecto al eje de giro reduce una parte importante del empuje sobre la zona posterior, minimizando enormemente la fuerza necesaria para manejarlo. El timón compensado nace a comienzos del siglo XX y los primeros buques en llevarlo fueron las unidades italianas de la clase *Regina Margherita* que proyectó Benedetto Brin.

La posterior aparición de la hélice plantea algunos problemas en el diseño y emplazamiento del timón. Siendo la solución la colocación de un vano o espacio entre el timón y su codaste, quedando este para la hélice y colocando otro a popa de la hélice para el timón.

Hasta entonces los buques solo disponían de un codaste para el timón, pero a partir de la era de la hélice, tal y como ya hemos dicho, se comenzaron a llevar dos, uno para la hélice y otro para el timón. Con el paso del tiempo ambos se convirtieron en una pieza única de fundición. Hacia mediados del siglo XIX, aparece la patilla o talón del codaste, que consistía en un saliente en la parte baja de popa del codaste del timón, donde se encajaba el macho más bajo de este. La introducción de la marcha atrás en los buques tuvo y aún tiene repercusiones en el comportamiento del timón, pues las presiones sobre la pala son dispares. Una de las diferencias de este cambio es que mientras al avanzar hacia delante hay que hacer el esfuerzo para meter el timón a la banda, para ir



Esquema del timón compensado de Brin.



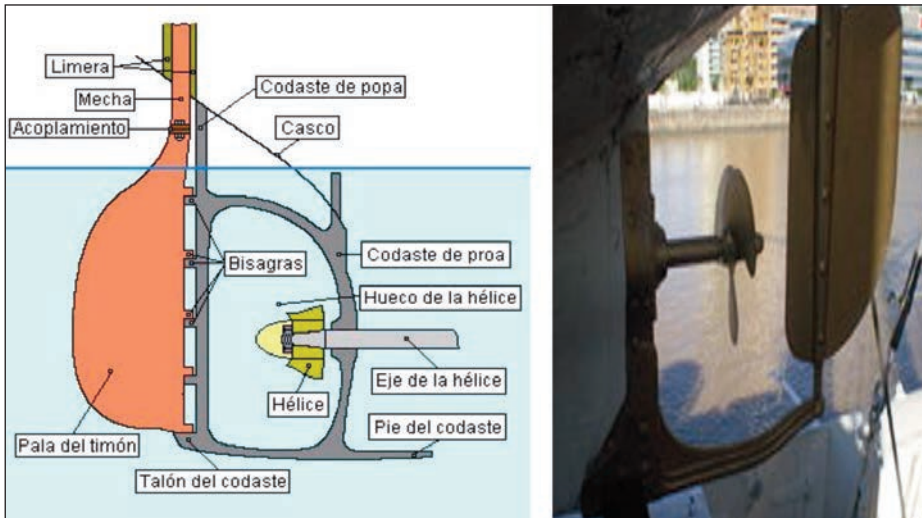
Timón situado a popa de una embarcación impulsada por hélices.

atrás la fuerza se ejerce para conseguir devolver el timón a la vía.

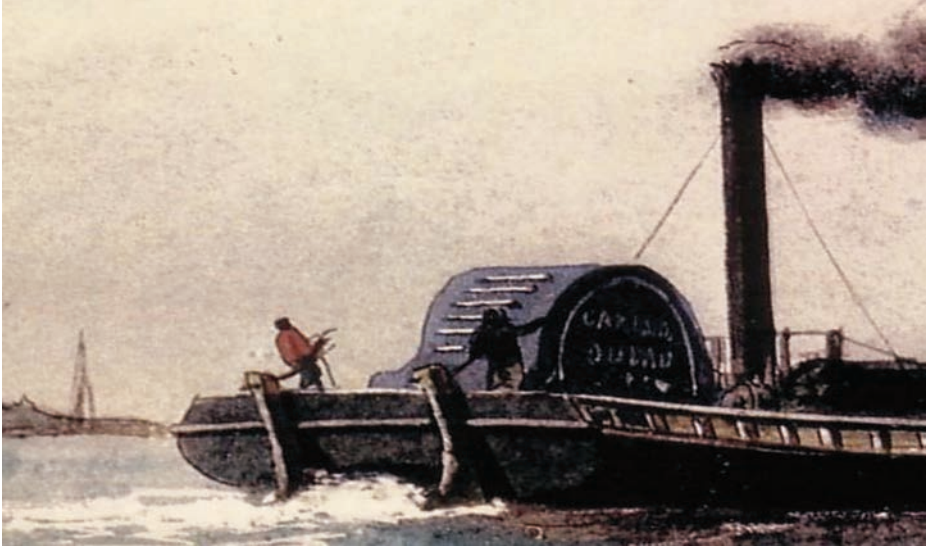
Tras la época de los descubrimientos y la navegación a vela, llega la era del vapor, y por tanto los buques tienen dos medios (alternativos o conjuntos) de propulsión: el vapor y la vela. A finales del siglo XVIII aparece un nuevo adelanto: la cabeza del timón fue prolongada hasta dentro del casco mediante la instalación de un conducto llamado timonera (con el tiempo sería

la limera); dicha prolongación sobresalía ligeramente por encima de la cubierta en la que se deseaba instalar la caña.

En los inicios del vapor, el timón no tuvo ningún problema, pues la propulsión por ruedas de paletas no impedía que siguiera situado en el mismo lugar ni con los mismos sistemas de gobierno. Generalmente las paletas iban situadas en ambos costados, pero en los casos de paletas centrales a popa se colocaba un timón a cada lado de la rueda de paletas, que eran movidos por una sola caña.



Esquema de un timón actual en una nave a motor.



Dibujo de un timón doble en propulsión por rueda de paletas a popa.

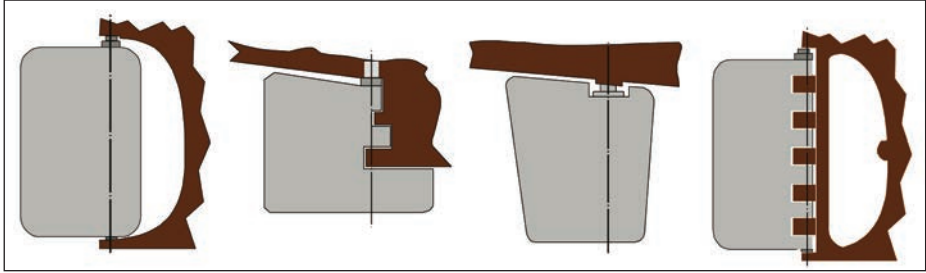
El timón en las embarcaciones actuales

Según su estructura, podemos encontrar timones de plancha sencilla, doble, huecos y currentiformes. Los dos primeros se instalan normalmente en los buques de vela; en los mercantes, hoy en día, casi todos son currentiformes. De acuerdo al tipo de montaje, se pueden clasificar en soportados, semi-suspendidos y suspendidos (o colgantes). Y en cuanto a la distribución de su área con respecto a su eje de giro, en timones sin compensar, compensados y semicompensados.

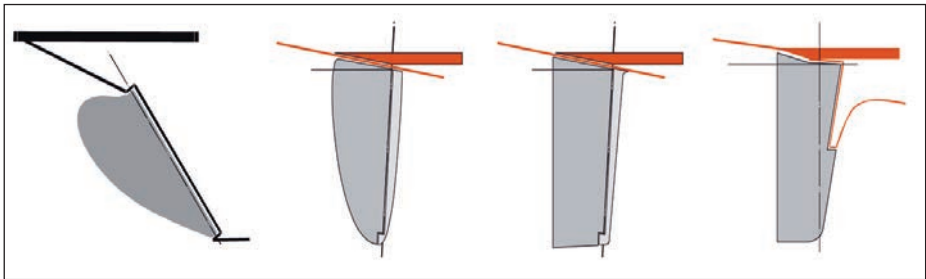
Como se ve a simple vista en las figuras de la página siguiente, las diferencias entre los timones son notables, no en cuanto a montaje y distribución del área con respecto a su eje de giro, que pueden ser similares, sino a las formas, tamaños (no se observa en las figuras), ángulo que forma el eje de giro con el eje del palo y la sutileza del pie de codaste, entre otras cuestiones.

Aparte de las formas del timón, que se diseñan en función del resto de las formas del casco, la superficie de este es proporcionalmente mucho mayor que la del timón de un buque mercante. Las razones de esta desproporción son debidas a varios factores: menor velocidad, falta de la corriente de expulsión incidente en el timón (cuando se navega a vela) y la escora del velero (con lo que actúa la proyección del timón con respecto a la marcha).

La fuerza que actúa sobre el timón depende de varias variables: dimensionado, perfil y secciones de la pala, velocidad del buque y ángulo de metida.



Tipos de timones en buques mercantes. De izquierda a derecha: timón compensado y soportado. Timón compensado y con dos soportes. Timón compensado y colgante. Timón sin compensar y con varios machos.



Tipos de timones en barcos de vela. De izquierda a derecha: timón abisagrado a la quilla siendo una extensión a popa de la misma. Timón elíptico independiente de la quilla soportado. Timón trapezoidal independiente de la quilla y soportado. Timón independiente de la quilla y semi-compensado.

Otro factor influyente es la velocidad de gobierno, que se define como la mínima para que la acción del timón sea eficaz, la cual varía según las características de cada buque. Por ejemplo, los buques lentos disponen de un timón de grandes dimensiones que les permite maniobrar a muy baja velocidad, mientras que los más rápidos llevan timones pequeños que exigen una velocidad mucho mayor para que el timón sea efectivo. La velocidad de gobierno depende también de otras circunstancias, tales como intensidad y dirección de la corriente.

Hay diferentes fórmulas para el cálculo de la fuerza del timón, pero una de las más utilizadas es la de Baker y Bottomley para timón en el centro y a popa de la hélice, ajustándose a unidades métricas. La ecuación es la siguiente:

$$F = 18 \times A \times V^2 \times \theta \text{ (Newtons),}$$

siendo:

A = Área del timón en m^2 . V = Velocidad en ms^{-1} . θ = Grados de metida de timón

Podemos observar que al estar la velocidad elevada al cuadrado, al disminuir esta, si queremos obtener en el timón la misma fuerza que antes de la disminución, hay que aumentar considerablemente la superficie. En los veleros, el timonel tiene que compensar la guiñada residual con la que no haya podido la quilla. Por ello, es necesario un timón efectivo dentro de una gama de velocidades y que la retrorespuesta sea la mínima. Hoy en día, se construyen timones compensados estupendamente proporcionados y perfilados que cumplan a la perfección estas exigencias. El problema de una retrorespuesta en un timón convencional siempre existe, siendo además muy dura en el rango de las velocidades altas. Esta circunstancia es realmente un serio problema al correr temporales.

El proyectista, y a su vez el constructor, debe poner mucha atención en la resistencia del sistema debido a las descomunales fuerzas que ahí se acumulan y que deben ser disipadas en el casco. En ocasiones se habla del *skeg*, o soporte perfilado anterior al timón (una especie de pie de codaste), como la panacea, y eso a pesar de sus desventajas para remediar esta situación en timones compensados o semicompensados.

Muy importante es que la pala del timón quede bien sumergida. Cuanto más a popa esté montada, más larga ha de ser. Dos razones abogan por ello. Primero, por el peligro de la inversión con mucha escora y fuerte cabeceo. Segundo, por la corriente favorable de superficie en la cresta de la ola, que desaparece a uno o dos metros de profundidad y donde la respuesta a la pala mejora.

Finalmente, cabe señalar que existe reglamentación oficial para la construcción, el comportamiento y la estabilidad del timón en el SOLAS (3) de 1974 y en las reglamentaciones de las Sociedades de Clasificación (4) (IACS). En particular, en la Regla 29 del Capítulo II-1 del SOLAS incluye, entre otras disposiciones, que la eficacia del timón, en cuanto a su construcción se refiere, estará en función de la totalidad del área de la pala, la ubicación respecto a las hélices del buque, el número de timones y las formas del codaste. Por su parte, en los últimos 35 años, las IACS han desarrollado unas 200 reglas unificadas que hacen referencia a muchos factores técnicos: resistencia longitudinal mínima, directrices sobre la carga y la descarga, utilización de distintos tipos de acero para la construcción de un casco, etc. Esas sociedades de clasificación nacieron fruto de las necesidades del mercado asegurador marítimo en los siglos XVII y XVIII.

(3) Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar o SOLAS (acrónimo de la denominación inglesa *Safety Of Life At Sea*) es el más importante de todos los tratados internacionales sobre la seguridad de los buques.

(4) Las sociedades de clasificación son instituciones eminentemente técnicas, creadas para asesorar e informar a los constructores, armadores, aseguradores, cargadores, compradores de buques y, en general, a todos aquellos interesados en la navegación y el comercio marítimo, en cuanto a la construcción y condiciones de navegabilidad de un buque.

Conclusión

Podemos concluir con este artículo que del timón de codaste quedan claras muchas cuestiones relacionadas con su funcionalidad, evolución, logros. Aunque subsisten incógnitas por resolver, como su origen. No obstante, la importancia del avance tecnológico que supuso el timón de codaste no radica en su comienzo. Pudieron ser los chinos, los árabes o los vikingos. Lo cierto es que Occidente dio un impulso al timón de codaste en cuanto a su avance y desarrollo tecnológico. Por ello, más que su origen cronológico y geográfico, cabría plantearnos los conocimientos que lo propiciaron.

Consideramos que este logro de la humanidad puede estar basado en la observación y comprensión del movimiento y dinámica de la direccionalidad de los grandes peces, como ballenas y tiburones. La esencia del timón de codaste estaría basada en una imitación de la naturaleza. Es decir, sería el resultado de una observación de la naturaleza aplicada a una necesidad tecnológica. Ello nos hace pensar que la naturaleza es una fuente de sabiduría o capacidad del ser humano para comprender y expresar la realidad y aplicar esos conocimientos a soluciones tecnológicas que dan resultados óptimos y sientan las bases para su progreso y avance. Dejamos abierto este campo de investigación que el origen del timón de codaste nos hace plantear.

BIBLIOGRAFÍA

- BONILLA DE LA CORTE: *Construcción Naval y Servicios*, 1984.
CANO, Thomé: *Arte para fabricar Naos, 1611*.
COLÓN, Cristóbal: *Diario de a bordo, 1492*.
GELCICH, Eugen: *Estudios sobre el desenvolvimiento histórico de la navegación: especialmente referidos á las ciencias náuticas, 1889*.
GIRÓN, Fernando: *Oriente islámico medieval*. 1994.
GUTELLE, Pierre: *The Design of Sailing Yachts*. International Marine Publishing Co., 1984.
HAEFTEN, Dietrich v.: *Cómo afrontar los temporales*. Editorial Tutor, 2006.
LANDSTRÖM, Björn: *El Buque*. Editorial Juventud, 1983.
MARÍ SAGARRA, Ricard: *Maniobra de los buques*. 1995.
MUNRO-SMITH, R.: *Ship & Naval Architecture*. Edition: New edition, 2004.
SÁNCHEZ SORONDO, Gabriel: *Magallanes y Elcano: travesía al fin del mundo*. Editorial Nowtilus 2006.
SOLAS. Publicación de la OMI. Edición refundida de 2001.
URZAINQUI MINA, Tomás: *Juan María de Olaizola Iguñiz. La Navarra marítima*. Editorial Pamiela, 1998.