

# LA BINAVE DE TORRES-QUEVEDO, PRECURSORA DE LOS MODERNOS CATAMARANES

Rodrigo PÉREZ FERNÁNDEZ  
ETS de Ingenieros Navales (UPM)  
Francisco A. GONZÁLEZ REDONDO  
Facultad de Educación (UCM)  
Recibido: 15/01/2021 Aceptado: 08/06/2022

## Resumen

Entre los temas navales cuya historia completa aún no ha sido escrita se encuentra el del origen y evolución de los barcos multicasco en general. En particular, está pendiente escribir la historia de lo que puede caracterizarse como el «catamarán moderno».

En este artículo se determina el objeto de esta investigación histórica, el catamarán moderno, y se reconstruyen sus antecedentes. Se concluye que, con la Binave, la embarcación de dos flotadores diseñada por el ingeniero español Leonardo Torres-Quevedo, patentada en Madrid en 1916 y construida y ensayada en Bilbao entre 1917 y 1919, se establecieron los principios que caracterizan hoy este tipo de navíos.

*Palabras clave:* construcción naval, barco multicasco, catamarán, Leonardo Torres-Quevedo, Binave, España.

## Abstract

There are many open issues in Naval History. One of them is the origin and evolution of multihull vessels. In particular, the history of what can be called the “modern catamaran” still has to be written.

In this paper the historical object “modern catamaran” is determined and its precedents are made explicit. It is shown that the constructive foundations that characterize today this type of vessels were established with the “Twin ship”, the boat with two floats that the Spanish inventor Leonardo Torres Quevedo conceived and patented in 1916, and which was constructed and tested in Bilbao between 1917 and 1919.

*Keywords:* Naval construction. Multihull vessels. Catamaran. Leonardo Torres Quevedo, Twin Ship. Spain.

## Estado de la cuestión. Introducción

LOS catamaranes son, por definición, artefactos flotantes autopropulsados, compuestos por dos cascos. En una primera aproximación, se caracterizan por ser más ligeros y veloces que sus equivalentes monocascos, al presentar una menor fricción con la superficie del agua, ya que, aunque el casco se divide en dos y se añade además la cara interna, la superficie de los cascos es inferior a la que tendría un único casco.

Desde el punto de vista del diseño naval, los catamaranes, tanto los propulsados por máquinas como los propulsados a vela, tienen mayor estabilidad en aguas tranquilas que la embarcación monocasco equivalente (de igual eslora), pero menor con oleaje. En suma, las ventajas de los catamaranes con respecto a las monocascos equivalentes radican en su gran estabilidad a pequeños ángulos (alto GM), en una gran superficie para carga, especialmente la ligera como los pasajeros, y su menor resistencia al avance a grandes velocidades.

En cuanto a sus desventajas, por su estructura, los catamaranes, cuyos cascos están unidos mediante una plataforma rígida, encuentran grandes dificultades en aguas turbulentas y algunos han zozobrado en mar gruesa. Por otro lado, a igualdad de eslora, tiene que aguantar toda la estructura que un solo casco, y esto obliga a aligerar tal estructura con celosías y materiales más livianos, como aluminio o plástico reforzado con fibra de vidrio.

Desde el punto de vista de la maniobrabilidad, el hecho de necesitar un radio de giro mayor que su embarcación monocasco equivalente los hace lentos en los virajes. Esto es una desventaja si no se tiene en cuenta la altura de la ola esperada. Su área es mucho mayor que la de su equivalente monocasco, lo es bueno para determinados usos.

Si bien en los últimos años se ha producido un avance importante en el área del estudio, diseño y fabricación de buques catamaranes, veremos que fue un español (nacido en Santa Cruz de Iguña, Cantabria) quien, en 1916,

patentó desde Madrid (y en 1918 botó y ensayó en Bilbao) una embarcación a la que llamó «binave» (*twin ship* en la patente británica), antecesora de estos modernos catamaranes.

En efecto, el objeto principal de este artículo es demostrar que el ingeniero español Leonardo Torres-Quevedo estableció las bases de estos modernos buques durante el primer cuarto del siglo XX. Para ello resulta necesario precisar conceptos y distinguir entre *catamarán de canoa doble*, caracterizado por la unión de dos simples canoas; *canoa con flotador auxiliar*, en la que el segundo casco es mucho más pequeño y solo sirve para aumentar su estabilidad; y lo que hoy se conoce como *catamarán*, que es una embarcación con dos cascos paralelos de igual dimensión, con una geometría estilizada y que, en conjunto, es más ligero que un monocasco de tamaño comparable.

Los catamaranes normalmente tienen menor calado que sus monocascos equivalentes, al igual que mayor relación de esbeltez, lo que provoca una menor resistencia a velocidades más altas, siempre y cuando no haya interferencias por los trenes de olas de cada casco; por tanto, tienen una resistencia al avance menor que los monocascos comparables, lo que demanda menor potencia propulsora.

Si se analizan las formas del casco, se concluye que el parámetro que tiene mayor influencia en la resistencia por formación de olas es la relación de esbeltez dada por la eslora ( $L$ ) y el volumen de la carena ( $\nabla$ ). Más adelante se profundizará en este concepto.

$$\frac{L}{\nabla^{1/3}} \quad (1)$$

Por último, debe destacarse desde el principio otra ventaja diferencial del catamarán frente a la canoa doble o al casco con un flotador auxiliar: que la maquinaria puede alojarse en el interior de cada uno de los cascos, mientras la superestructura del buque se apoya en ambos.

## Evolución histórica de los catamaranes

Hace unos 3.000 años, los navegantes australianos utilizaron canoas de doble casco para colonizar la Polinesia y asentarse en el grupo de islas más extendido del planeta<sup>1</sup>.

Durante su viaje alrededor del mundo a mediados del siglo XVIII, George Anson<sup>2</sup> describió un catamarán utilizado por los habitantes de Oceanía con un alto grado de tecnología para la época (ilustración 1). Entre otras cosas, se

---

(1) TERRELL, J.: *Prehistory in the Pacific Islands: A Study on Variations in Custom, Language and Human Biology*, Cambridge University Press, 1986.

(2) George Anson (1697-1762). Fue un almirante y aristócrata británico, conocido por haber realizado una circunnavegación del globo y por su papel de supervisión de la Marina Real durante la guerra de los Siete Años.

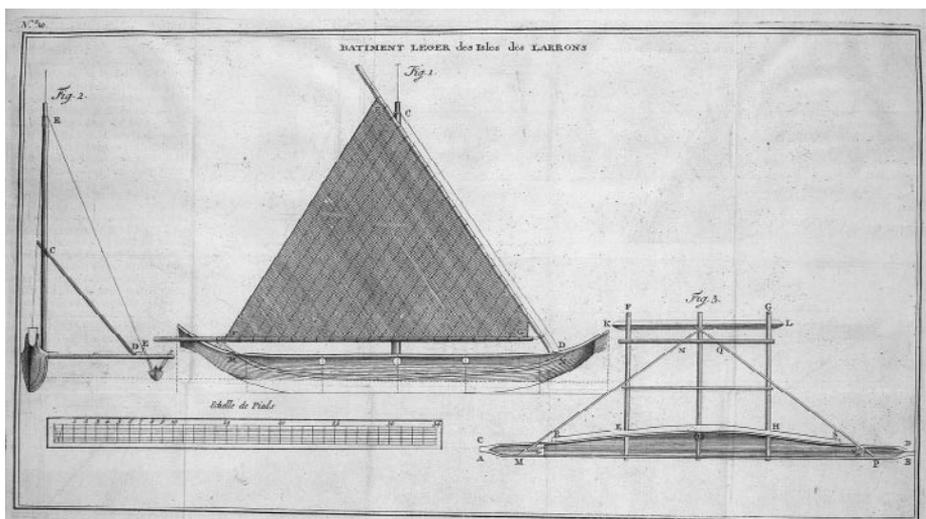


Ilustración 1. Antiguo dibujo de un catamarán en la isla de los Ladrones (islas Marianas), de la expedición de Anson

puede observar que los cascos no son simétricos; que no tiene propulsión; que existe una pequeña superestructura apoyada sobre la plataforma que une ambos cascos, y que utiliza la vela como propulsor principal.

Y, en efecto, las embarcaciones de esta época eran principalmente de remo o mixtas (remo y vela)<sup>3</sup>, y empleaban el segundo casco principalmente por razones de estabilidad, aunque ambos cascos podían ser utilizados por la tripulación.

En la ilustración 2 se puede observar un casco habitable con flotador anejo. Por tanto, se podría cuestionar que esta canoa doble sea el anticipo de lo que en el siglo XX se ha conocido como catamarán. En este sentido, y tal como se observa en las citadas imágenes, los primitivos catamaranes utilizaban propulsión de vela y un timón de espadaña, que no era sino un remo grande que actuaba como timón, y, en el caso de embarcaciones más grandes, con una superestructura por encima de los cascos. Es decir, se trataba de unas embarcaciones muy alejadas aún de los catamaranes «modernos» del siglo XXI.

Para corroborar la hipótesis de que Torres-Quevedo fue el precursor de los modernos catamaranes, parece conveniente estudiar cuál era el estado del arte de los catamaranes en la época en que publicó su patente. Y será el propio

(3) Actualmente, el catamarán es propulsado a vela o por motor. En el caso de la vela, se recomienda ver los últimos diseños de la competición Copa América.

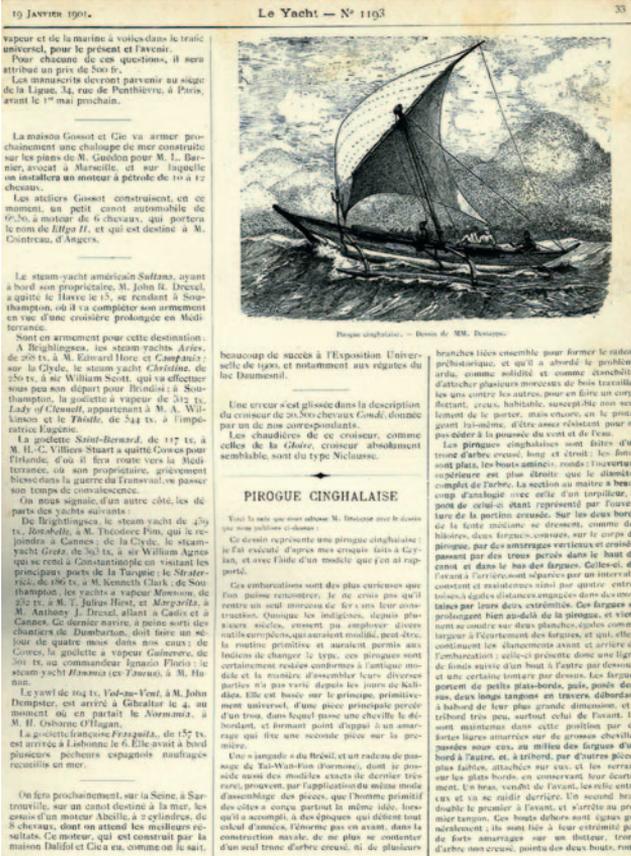


Ilustración 2. Artículo original de *Le Yacht* de 1901 donde se representa una piragua cingalesa (Fuente: DESTAPPE, M.: «Pirogue cinghalaise», *Le Yacht*, núm. 1193, 19 de enero 1901, 33-34)

inventor quien nos gué en la investigación cuando analicemos, por ejemplo (ilustración 3), las notas bibliográficas que el ingeniero español tomó durante sus investigaciones preparando la patente de la Binave. Se trata, básicamente, de referencias en revistas francesas sobre embarcaciones polinesias, cingalesas y australianas antecesoras de los modernos catamaranes, ninguna de las cuales, ni siquiera el yate australiano de doble casco *Flying-Fish*, construido en 1898 por Mark Foy<sup>4</sup>, puede considerarse al mismo nivel tecnológico que lo presentado por Torres-Quevedo en su patente de 1916.

(4) Mark Foy (1865-1950) fue un rico hombre de negocios que creó un emporio empresarial en Sídney (Australia). Interasado por la vela, fundó el Sydney Flying Squadron Yacht Club. «Le Yacht Australien a doublé coque», *Journal de la Marine*, 2 de febrero 1901, p. 54.

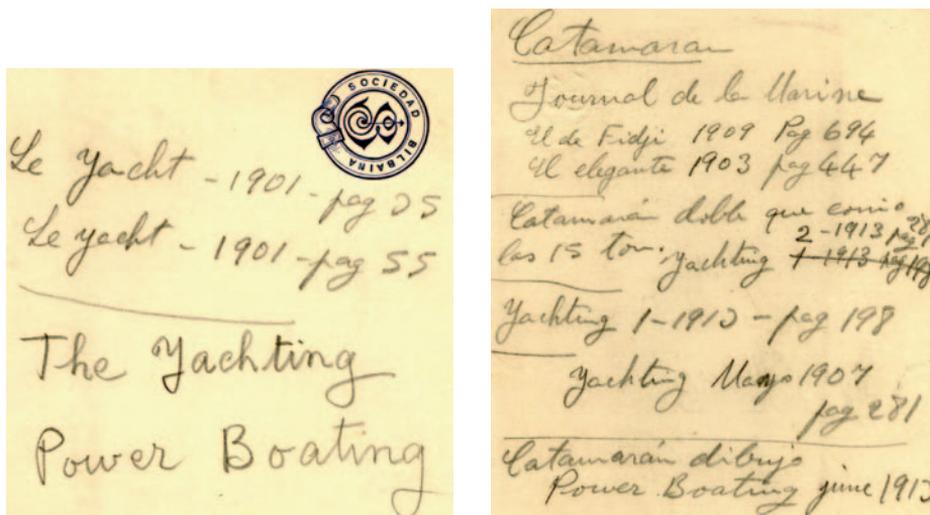


Ilustración 3. Notas bibliográficas manuscritas redactadas por el propio Leonardo Torres-Quevedo

Volviendo a la historia, los catamaranes eran conocidos en la India, sobre todo en el sureste, cerca de lo que ahora es Chennai o, como lo llamaban los británicos, Madrás. Para ilustrar esta aseveración parece conveniente recordar que la propia palabra ‘catamarán’ viene del tamil *kaṭṭumaram*, de *kaṭṭu*, «paquete», y *maram*, «árbol» (literalmente, «troncos unidos»). Inicialmente, este nombre hacía referencia a una embarcación tradicional india similar a una balsa de las costas de Coromandel, en Nueva Zelanda, donde, por su relación con Oceanía, se podría encontrar el origen. Se componía de tres o cuatro troncos unidos. El tronco de mayor longitud se situaría hacia el centro de la embarcación así obtenida, sobresaliendo respecto a los demás a modo de proa; el remo sería la forma de propulsión de esta balsa. Con posterioridad, este nombre designaría una embarcación multicasco caracterizada por tener dos cascos iguales (o muy similares), que se unían en paralelo mediante estructuras de listones o plataformas más complejas que permitían obtener camarotes en su interior, tema este de la habilitación que se tratará más adelante.

La primera noticia acerca del conocimiento que pudieran tener los británicos sobre estos primitivos antecesores de los catamaranes viene del aventurero británico William Dampier<sup>5</sup>, el primero en describir (en 1697) embarcaciones

(5) William Dampier (1652-1715) fue un capitán de barco inglés, ocasional bucanero y corsario, que también fue un excelente escritor, botánico y observador científico. Fue el primer británico en explorar y cartografiar las costas de Nueva Holanda (ahora Australia) y de Nueva Guinea. Circunnavegó el mundo dos veces, e incluso pudo haber completado una tercera, sien-

de este género, a las que había visto en la región de Tamil Nadu (India) mientras navegaba por el golfo de Bengala. En efecto, hoy sabemos que los paravas, una comunidad de pescadores en la costa sur de Tamil Nadu, utilizaban catamaranes, y que incluso la antigua dinastía tamil Chola los empleaba desde el siglo V d.C. para transportar sus tropas a conquistar regiones cercanas, como Sri Lanka<sup>6</sup>.

Los catamaranes, por definición, son embarcaciones de dos cascos (las de tres cascos se denominan *trimaranes*), pero eso no significa que cualquier embarcación con dos cascos pueda considerarse un catamarán. Así, de forma equivocada, hacia el siglo XIX los marineros y exploradores occidentales extendieron la denominación de catamarán a las estilizadas canoas dobles de propulsión mixta (de remo y de vela) empleadas en el Pacífico occidental, Polinesia y Hawái, aunque en ningún caso la eslora de sus cascos guardaba similitud.

En el Índico occidental, las embarcaciones de los malgaches (los nativos de Madagascar) solo tenían un casco, el cual se apoyaba en una pieza de madera auxiliar para evitar que volcasen incluso con oleaje fuerte, por lo que funcionalmente sí que se parecían a un catamarán; de hecho, existen pruebas documentales de que en Europa se emplearon ocasionalmente embarcaciones monocasco unidas entre sí. Así, la conquista de la ciudad de Sevilla en 1248 por el rey Fernando III se logró mediante la ruptura de un puente, para lo cual los castellanos emplearon tres embarcaciones unidas por ataduras, embarcación que, así obtenida, debe considerarse más bien un trimarán que un catamarán.

Las primeras embarcaciones con dos cascos construidas en Europa se fabricaron en la Inglaterra del siglo XVII a instancias del rey Carlos II –el mismo que introdujo el yate en la isla–, quien ordenó la construcción de cuatro embarcaciones de doble casco de vela. La autoría de esta nueva embarcación en Europa recae en William Petty<sup>7</sup>, quien a comienzos de 1660 desarrolló lo que John Aubrey<sup>8</sup> describió como «a double-bottomd Vessell in the Isle of Wight».

En el siglo XVIII también se construyeron cierto número de embarcaciones cañoneras a vela con doble casco, para soportar mejor el peso del cañón y proporcionar mayor estabilidad.

El siglo XIX supuso la eclosión de diversos tipos de diseño de embarcaciones, entre ellas las que empleaban dos cascos tanto para embarcaciones de recreo como para cañoneras e incluso para barcos de propulsión mecánica.

---

do el primer hombre en realizar esta hazaña. BACH, J.: «Dampier, William (1651-1715)», en *Australian Dictionary of Biography* I, Melbourne University Press, 1966, pp. 277-278.

(6) DESTAPPE, M.: «Pirogue cinghalaise», *Le Yacht*, núm. 1193, 19 de enero 1901, 33-34.

(7) William Petty (1623-1687) fue un inventor, filósofo, médico, economista y estadista británico.

(8) John Aubrey (1626-1697) fue un anticuario y escritor inglés, más conocido por ser autor de breves piezas biográficas, usualmente conocidas como «vidas breves».

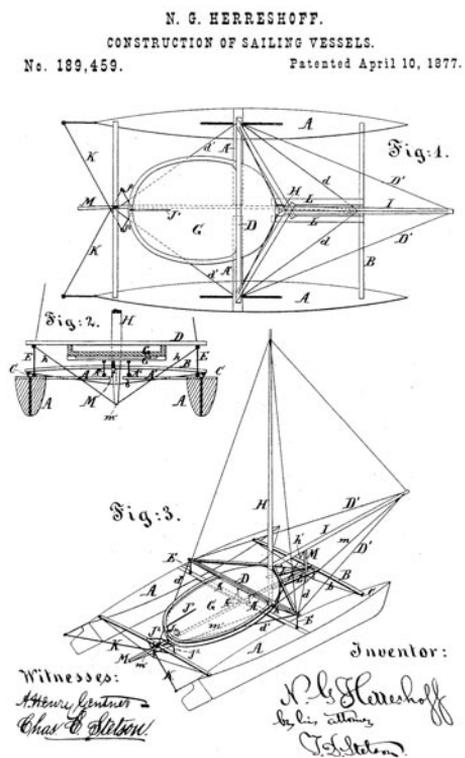


Ilustración 4. Patente estadounidense de Herreshoff, con número 189.459, del 10 de abril de 1877

Así, el norteamericano Robert Fulton<sup>9</sup> diseñó en 1814 el primer barco de propulsión a vapor de la Marina de Guerra de Estados Unidos, llamado USS *Demologos*<sup>10</sup>. Aunque inicialmente se denominó *Fulton the First*, se caracterizaba por tener una configuración de dos cascos, en medio de los cuales se emplazaba la paleta propulsora. Tenía un desplazamiento de 2.540 toneladas y una longitud de 47,5 metros. En 1829 fue destruido por una explosión interna.

Igualmente en Estados Unidos, existió una embarcación con dos cascos de cerca de 62 metros de eslora: el *Submarine 17* que, a pesar de su denominación, era realmente un barco de salvamento, no un submarino. Con el inicio de la guerra de Secesión, el espacio entre sus dos cascos se cubrió y blindó, a la par que su nombre pasó a ser *Benton*. Se realizaron otros tipos de embarcaciones de dos cascos, algunas de casi 90 metros de eslora, que fueron empleadas para diversos cometidos. En cualquier caso, a partir de la década de 1870 el diseño de este tipo de embarcaciones fue declinando.

Desde el final de la segunda guerra mundial, el diseño naval sufrió una gran evolución con el auge de la navegación de recreo y el aumento del tráfico marítimo. En el último tercio del siglo XX se fue extendiendo la configuración multicasco para todo tipo de embarcaciones, en especial la de casco doble, que por extensión han recibido el nombre de catamarán.

Esta configuración se fue implantando en embarcaciones de recreo, yates, en especial de propulsión a vela, de entre los que la clase Tornado logró ser olímpica desde Montreal 1976. También se ha extendido a trasatlánticos de lujo, embarcaciones turísticas y, en especial, a los moder-

(9) Robert Fulton (1765-1815) fue un ingeniero e inventor estadounidense, conocido por desarrollar el primer barco de vapor que se convirtió en un éxito comercial.

(10) DONALD L., C.: *The Old Steam Navy I. Frigates, Sloops, and Gunboats 1815-1885*, Annapolis (Maryland), Naval Institute Press, 1990.

nos transbordadores y ferris rápidos, como la clase B-60 de la empresa española Bazán y la australiana AMD, botada en julio de 1998. En concreto, puede destacarse que un ferri rápido catamarán, el *Seacat Hoverspeed Great Britain*, realizó en 1990 la travesía del Atlántico más rápida, empleando poco más de tres días.

Nathanael Greene Herreshoff<sup>11</sup> fue quien obtuvo la primera patente (véase la ilustración 4) que de un catamarán de vela se gestionó en Estados Unidos. El nombre de este catamarán primigenio fue *Amaryllis*. Lo diseñó la empresa *Herreshoff Manufacturing Company* –que el mismo Nathanael fundó en 1876 junto a su hermano– para disfrute del propio fundador, aunque la patente no se obtuvo hasta 1877. Posteriormente la Herreshoff diseñaría los *Tarantella*, *Teaser* y *John Gilpin*, versiones mejoradas de su primer catamarán.

Finalmente, entre los años 1898 y 1908, Ralph Munroe<sup>12</sup> diseñaría los buques *Proa 1*, *2*, *3* y *4*, yates catamarán de vela semejantes a los diseños de Herreshoff.

Es en este momento cuando entra en juego Torres-Quevedo con su Binave, diseño evolucionado, audaz y novedoso que constituye el primer catamarán moderno; pero de esto se hablará en el siguiente apartado.

Casi treinta años después de la Binave de Torres-Quevedo, Victor Tchetchet<sup>13</sup> trabajó con catamaranes y acuñó el término «trimarán» para buques de tres cascos.

Avanzando en el siglo xx, la configuración catamarán se adoptó para buques oceanográficos y de investigación, gabarras y, en definitiva, para todo tipo de embarcaciones. En el campo militar, por otro lado, la configuración catamarán se ha empleado en embarcaciones de pequeño desplazamiento, en especial en cazaminas, como los australianos *Ruschcutter* y *Shoalwater*.

En los últimos años, los catamaranes, tanto de motor como de vela, se han vuelto a poner de moda. En ellos, por lo general, se utiliza la forma de unión original de los cascos mediante una plataforma rígida, en contraposición al diseño de Herreshoff de 1876, cuyos cascos eran independientes.

## La Binave de Torres-Quevedo

Los catamaranes son diseños relativamente nuevos en lo que respecta a las embarcaciones de ocio, de transporte de mercancías o de fines militares, y

---

(11) Nathanael Greene Herreshoff (1848-1938) fue un ingeniero naval norteamericano. Sus diseños de yate fueron innovadores y realizó una sucesión de embarcaciones para la Copa América sin competencia entre 1893-1920.

(12) Ralph Middleton Munroe (1851-1933) fue un diseñador de yates norteamericano residente en Coconut Grove (Florida).

(13) A Victor Tchetchet (1891-1974) se le conoce por ser un pionero de los buques multicasco.

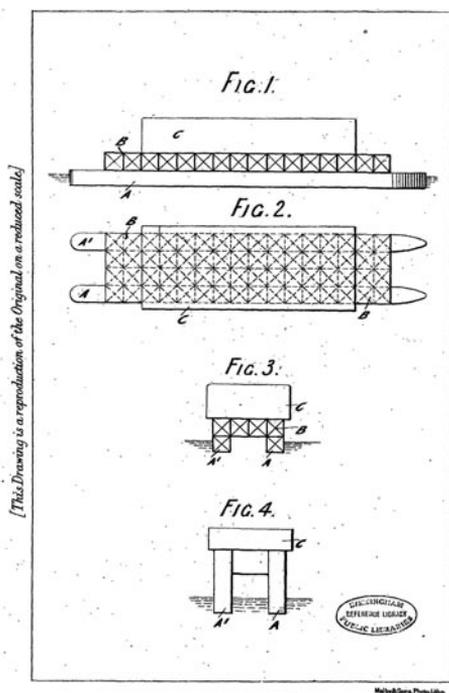


Ilustración 5. Especificación técnica de la petición de patente británica de Leonardo Torres-Quevedo, del 23 de noviembre de 1917 (Fuente: TORRES-QUEVEDO, L.: «Improvements in Ships. Patent Specification N.º 17.287/17. Application date (in UK) 23 November 1917. Complete not accepted»)

tuvieron que enfrentarse con un gran escepticismo por parte de la comunidad naval, acostumbrada a diseños más tradicionales.

Leonardo Torres-Quevedo introdujo importantes innovaciones en este tipo de embarcaciones en su patente núm. 63.383 («una nueva embarcación que se denominará Binave»), solicitada en España el 25 de noviembre de 1916 y concedida el 12 de diciembre siguiente<sup>14</sup>. Con el título «Improvements in Ships», el 23 de noviembre de 1917, la solicitó asimismo en Reino Unido (solicitud núm. 17.287/17), donde se publicó con el número 111.672, aunque no fue aceptada íntegramente<sup>15</sup>.

Equipada con dos motores Hispano-Suiza tipo marino de 30 CV, la Binave fue probada en los alrededores del puerto de Bilbao, desde donde efectuó varias salidas en septiembre de 1918. Entre ellas sobresalió el exitoso viaje de ida y vuelta hasta Santoña el día 28 de ese mes. Las pruebas se retomarían en 1919, año en que se consiguió el certificado de puesta en marcha de la patente (el 12 de noviembre). Fruto de la experiencia adquirida en los ensayos, para

mejorar la estabilidad se creyó conveniente añadir una quilla inferior a cada uno de los flotadores planteados en la patente.

Aunque, obviamente, Torres-Quevedo no fue el inventor de las primitivas embarcaciones multicasco –tal como se ha destacado en los apartados anteriores–, sí se puede afirmar que estableció una serie de novedades que convierten a su Binave (en la ilustración 5 se puede ver su diseño) en la precursora de los modernos catamaranes. Veamos con detalle las características esenciales de cada una de sus invenciones.

(14) TORRES-QUEVEDO, L.: Patente española núm. 63.383, 1916.

(15) ÍDEM: «Improvements in Ships. Patent Specification N.º 17,287/17. Application date (in UK) 23 November 1917. Complete not accepted».

**La variación de la altura de la plataforma**

Una de las novedades recogidas por Leonardo Torres-Quevedo en su patente de la Binave es la capacidad de modificar su configuración a la hora de navegar. Dicho con sus propias palabras: «Cuando el armazón B, por su escasa altura y por la poca separación de las piezas que la formen, resulta inhabitable, porque en ese caso, conviene dejarle al descubierto, para que las olas, al pasar por encima de los flotadores, perjudiquen lo menos posible a la estabilidad y a la marcha de la embarcación».

Esta capacidad no fue ensayada hasta los años noventa del siglo XX, y no se materializó hasta 2008 con la construcción del buque *L-CAT*, un primer prototipo de la Armada francesa, que aunó el concepto de catamarán y el de lancha de desembarco, al disponer en su parte central de una plataforma elevable que le permitía modificar su configuración a la hora de navegar o embarcar.

Derivado de este concepto, en 2009 la Dirección General de Armamento francesa firmó un contrato para la construcción de cuatro unidades denominadas *Engin de Débarquement Amphibie Rapide* (EDAR), las cuales ofrecen hasta cinco veces su capacidad de embarque (volumen de carga). Este acrónimo, EDAR, representa un concepto de buque multicasco cuyo origen, aparte de la idea tomada de la Binave, data del siglo XIX, con la patente de Charles G. Lundborg.

Como se adelantaba más arriba, el 23 de noviembre de 1880, Charles G. Lundborg presentó su patente (número 234.794; véase ilustración 6) de primer barco monocasco semisumergido. Su invención consistía en un buque monocasco de naturaleza muy particular, con líneas más finas y mayor capacidad de carga, así como con más espacio para la cámara de máquinas, los pasajeros y la tripulación. Dicho con sus propias palabras: «The nature of my invention relates to ships and vessels; and the object is to construct ocean steamships and other vessels of a new form, such as shall unite great strength and the

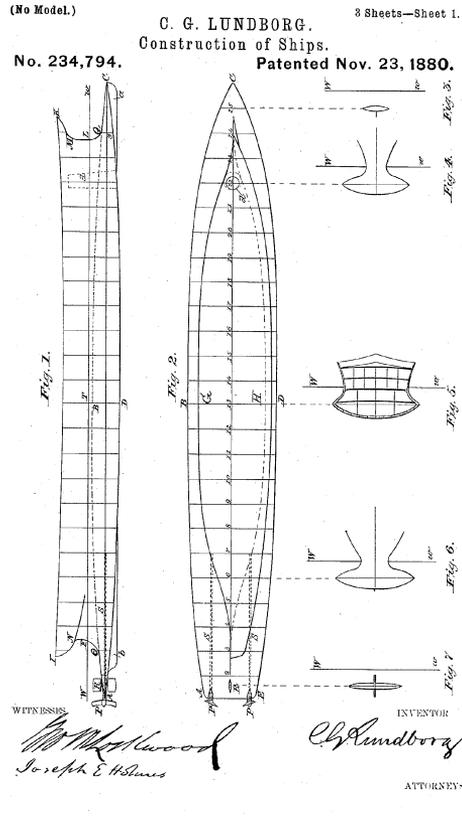


Ilustración 6. Patente sueca de Lundborg, con número 234.794, del 23 de noviembre de 1880

finest possible lines or sharpness with large capacity for cargo and room for the application of very great steam-power, thereby attaining the highest speed and securing safety and comfort to passengers and crew».

Pero hasta 1968 no se desarrollaría el primer buque multicasco siguiendo las nociones de Lundborg. Fue el *Duplus*, de 40 metros de eslora, botado en Países Bajos y que tenía por misión actuar de embarcación auxiliar de plataformas petrolíferas<sup>16</sup>. Siguiendo esta misma línea, en 1973 se botó en San Diego el *Kaimalino*, al hilo de lo cual la Armada norteamericana acuñó formalmente el acrónimo SWATH (*Small Wet Area Twin Hull*).

### ***Posición de la maquinaria propulsora***

La Binave que ideó Leonardo Torres-Quevedo llevaba sendos timones a popa de los dos flotadores. También las hélices iban colocadas a popa, en la forma usual. El propio inventor se preguntaba si no sería mejor colocarlas entre ambos flotadores, sosteniéndolas por medio de brazos sujetos a estos o al puente. Este segundo tipo de posicionamiento es el utilizado por los modernos trimaranes, buscando maximizar las prestaciones del casco para obtener una menor resistencia al avance.

A partir de la década de 1990, este tipo de diseño y construcción de los buques catamaranes se generalizaría. Su mayor exponente sería el diseño *Sea Shadow*, construido por la Lockheed Missiles and Space Company, que cuenta con dos cascos gemelos, cada uno con un propulsor, estabilizador de popa y estabilizador interno.

También es de mención a mejora introducida por Torres-Quevedo en lo referente a la disminución de la resistencia al avance. En efecto, la resistencia de remolque de un buque se puede calcular como subdivisión de su resistencia total en componentes de diferente origen, realizándose la evaluación de cada componente aplicando análisis de regresión a una gran cantidad de datos experimentales. Para predecir la resistencia al avance de un catamarán, hay que calcular adecuadamente la resistencia por formación de olas del buque, la cual puede estimarse a partir de métodos experimentales o por medio de herramientas CFD (*Computational Fluid Dynamics*), ya que los métodos de predicción o series sistemáticas son variaciones paramétricas o regresiones hechas con familias de buques como SSPA, Zborowsky, Lap, Holtrop-Mennen, Morton-Gertler, Marad, Van Oormertsen o Savitsky, es decir, están basados en monocascos, de modo que no son óptimos para los buques multicasco y, en consecuencia, resultan inaplicables a catamaranes –aunque ya existen algunas series sistemáticas específicas para estos últimos–.

Por tanto, para establecer los valores del coeficiente de resistencia de olas, y a partir de estos obtener un modelo de regresión que permita contar con una

---

(16) PÉREZ, R.: «Seakeeping in the navigation», *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, vol. 2, núm. 3 (2012).

herramienta útil en la estimación de la resistencia al avance de catamaranes, sería necesario contar con *softwares* especiales si no es factible realizar pruebas de remolque en canal de ensayos. Pero es posible obtener el coeficiente de resistencia de olas ( $C_0$ ), de una forma sencilla, aplicando la siguiente ecuación: (2).

$$C_0 = e^{C_1} \cdot \left(\frac{L}{B}\right)^{C_2} \cdot \left(\frac{B}{T}\right)^{C_3} \cdot C_B^{C_4} \cdot \left(\frac{L}{\nabla^{1/3}}\right)^{C_5} \cdot i_e^{C_6} \cdot \beta^{C_7} \cdot \left(\frac{S}{L}\right)^{C_8} \quad (2)$$

donde

$C_0$  es el coeficiente de resistencia de olas de catamarán,

$C_{1,2,...,8}$  son los coeficientes de regresión,

$\frac{L}{B}$  es la relación de esbeltez, es decir, la relación de eslora frente a manga,

$i_e$  es el semiángulo de entrada,

$\frac{B}{T}$  es la relación manga-calado,

$C_b$  es el coeficiente de bloque,

$\beta$  es la astilla muerta,

$\frac{S}{L}$  es la relación de separación de cascos.

La serie sistemática producida para calcular la resistencia del catamarán suele ser restringida a un rango de separación de cascos  $\frac{S}{L}$  entre 0,2 y 0,4, que fue la utilizada por Torres-Quevedo, y la velocidad se suele mantener en un rango del número de Froude ( $F_n$ ) entre 0,2 y 1,0, igualmente dentro de lo establecido en su Binave.

### ***Aumento del desplazamiento y posición de los cascos***

Para aumentar el desplazamiento del buque, Leonardo pensó en aumentar el volumen de la obra muerta, es decir, de la que se encuentra por encima de la línea de flotación.

El aumento de capacidad venía dado por la ampliación de la base de sustentación; de este modo, se podía aumentar la estabilidad lateral, disminuyendo al mismo tiempo la relación entre el calado y el tonelaje. Esta es una de las ideas fundamentales que subyacen hoy al diseño de cualquier catamarán con funciones de carga.

Torres-Quevedo, al igual que los ingenieros navales de hoy en día, buscó un diseño de catamarán que contribuyera no solo a la optimización de las condiciones de explotación del barco, sino también a incrementar su seguridad, ahorrar combustible, aumentar del rendimiento del propulsor y mejorar sus condiciones de navegación, movimientos y aceleraciones en la mar.

Uno de los aspectos más importantes a considerar en lo tocante al diseño de catamaranes es el de minimizar la resistencia al avance, cuestión de la máxima complejidad debido a la interacción entre los cascos, consecuencia de la interferencia entre los flujos que rodean a cada cuerpo y los que se producen alrededor de un casco como consecuencia de la presencia del otro. Torres-Quevedo lo contempló al diseñar su Binave. Se podría decir que Leonardo tuvo en cuenta el comportamiento en el mar asociado a la embarcación, sin dejar de lado el desconocimiento que se tenía entonces de la estabilidad. En la actualidad existen complejos desarrollos que permiten conseguir la estabilización necesaria durante una determinada operación prediciendo con suficiente antelación la llegada de un periodo quiescente, y que de esta manera tenga una menor incidencia sobre el comportamiento del buque (cabeceo, balance y arfada).

Los dos parámetros fundamentales para la definición correcta de un catamarán son el desplazamiento ( $\Delta$ ) y la separación de los cascos ( $s$ ). Como el desplazamiento ( $\Delta$ ) está a su vez relacionado con la eslora ( $L$ ), se suele utilizar la ecuación (2) para describir la relación de esbeltez de un catamarán.

$$\frac{s}{L} \quad (3)$$

La distancia ( $s$ ) que Torres-Quevedo tuvo en cuenta en su Binave como separación de cascos es muy semejante a la que hoy en día se considera óptima, de tal manera que la interacción entre cascos sea mínima.

### ***La habilitación***

Los flotadores fusiformes, tal y como aparecen descritos en la patente de Torres-Quevedo, eran de igual tamaño y estaban dispuestos en paralelo, además de hallarse rígidamente unidos por medio de un armazón. De esta manera, la estructura sobre dicho armazón se habilita para carga, tripulantes o pasajeros.

Con anterioridad a Torres-Quevedo (véanse las ilustraciones 1 y 2), los cascos solo eran utilizados para dar estabilidad a la nave. Y fue el propio ingeniero español quien los capacitó como espacios de tanques o de cámara de máquinas, poniendo la habilitación en la superestructura. Esto conlleva beneficios en cuanto al comportamiento en la mar y a la hidrodinámica del buque.

Con posterioridad al proyecto de la Binave, y merced a la amplia superficie de carga existente sobre los cascos –que prácticamente duplica la de un buque monocasco de eslora equivalente–, empiezan a diseñarse catamaranes como buques de transporte (civiles y militares). Además, se encuentran mejor ventilados, son más luminosos y permiten una visión completa del exterior.



Ilustración 7. Puesta en práctica de la patente española núm. 63.383

### *El material para su fabricación*

En función del uso a que se destinará una embarcación, así como de las dimensiones que vaya a tener, de las aguas en que navegará, del ataque que sea susceptible de sufrir (en el caso de los buques de guerra), etc., la embarcación podrá ser construida en uno u otro material. Existe una amplia variedad de materiales de construcción de barcos, como la madera, metales como el hierro o el acero, o materiales compuestos, entre muchos otros. Leonardo utilizó los materiales en la Binave de una manera muy novedosa. Por ejemplo, construyó parte de la plataforma en celosía, ahorrando coste y peso.

Es bien conocido que durante el siglo XIX se fue migrando de un casco totalmente de madera a buques de hierro y, posteriormente, de acero. Este tema es especialmente interesante en la patente de Leonardo. Durante muchos años, incluso en el siglo XX, los buques de guerra se hacían de casco de madera con traqueado de planchas de acero. Si al lector le gusta la historia militar, se recomienda que investigue lo que ocurrió en Mallows Bay (Maryland).

El material con el que se suelen construir actualmente los catamaranes es el aluminio, la fibra GRP y materiales compuestos. Si no se utilizaran materia-

les ligeros, no se alcanzarían los 35-40 nudos de los catamaranes *fast ferries*. Siendo la construcción en celosía, o piezas tipo sándwich muy utilizadas, sobre todo en la zona de intersección de los cascos.

Hoy en día, los materiales compuestos presentan una importancia significativa en la industria naval. Más concretamente es la fibra de vidrio el material que actualmente tiene mayor importancia, por ser el más utilizado en la categoría de materiales compuestos dentro del sector naval. En tiempos de Leonardo no existían estos materiales compuestos; pese a ello, en la construcción de la Binave se utilizaron los materiales más ligeros de la época y las estructuras más livianas.

Actualmente se descarta el uso de la madera como material de construcción de catamaranes. La madera es el material empleado tradicionalmente en la construcción naval, debido a su excelente flotabilidad y buen comportamiento ante reparaciones de pequeña y mediana envergadura; sin embargo, presenta problemas a la hora de su utilización en este tipo de embarcaciones, algo que el propio Leonardo descubrió tan pronto como botó el buque.

## Conclusiones

El objetivo de este artículo no ha sido otro que demostrar que Leonardo Torres-Quevedo realizó una serie de innovaciones en lo que entonces se conocía como catamarán, básicamente una embarcación de dos cascos, y plantó el germen de lo que ahora conocemos como modernos buques multicasco.

Como se vio al comienzo, el *kaṭṭumaram* –palabra de donde deriva ‘catamarán’– viene a significar «troncos unidos». Embarcaciones estables de dos cascos muy distantes entre sí y usados por los nativos de la Polinesia para ir de una isla a otra. Es decir, una embarcación sencilla, sin superestructura y con el segundo casco mucho más pequeño, alejada todavía de lo que hoy en día es un catamarán.

Es importante destacar que entre aquella remota época y comienzos del siglo XX, cuando Leonardo obtuvo su patente, en época del esplendor griego, en el propio Mediterráneo existió una embarcación multicasco, la *Tessarakonteres*<sup>17</sup>, construida durante el reinado del faraón Ptolomeo IV Filopator (del 221 al 203 a.C.)

Ya entonces se observó la complejidad de la nueva embarcación. Mencionaba el poeta Plutarco que el buque tenía poca maniobrabilidad. Había que moverlo mediante un andamiaje empujado por una multitud, y después tenía que arrastrarlo un remolcador, siendo necesario incluso excavar un canal para que pudiera llegar al mar. En sus propias palabras, «no sirvió más que de espectáculo, pudiendo ser mirada como un edificio fijo destinado a la vista y

---

(17) El *Tessarakonteres* (se puede traducir del griego como «nave de 40 remos») era un catamarán formado por dos galeras trirreme unidas por una plataforma. Tenía una eslora de cerca de 124 metros.

no al uso, por ser muy difícil de mover, y aun no sin peligro»<sup>18</sup>. Parece ser que nunca fue utilizada.

Después de estos catamaranes ideados por Munroe y Herreshoff, no hay mención específica de algún nuevo desarrollo en este campo hasta la aparición de la patente de Torres-Quevedo. Se podría decir que él estableció los precedentes para que se empezasen a hacer los catamaranes modernos.

En la bibliografía británica se menciona a los hermanos Roland<sup>19</sup> y Francis Prout<sup>20</sup>, quienes en 1949 crearon su primer catamarán. La idea era desarrollarlo uniendo dos kayaks mediante una plataforma de bambú, y aparejar este arte con un mástil y las velas. De esta idea surgió el *Shearwater 1*.

Un punto por aclarar es el de por qué se le denegó a Torres-Quevedo su patente en Reino Unido, siendo, como se ha demostrado, un hito en la construcción naval europea. Se cree que la denegación obedeció a una inexactitud en la descripción, pues los cascos eran mencionados como «flotadores», perdiendo de este modo una de las novedades que él mismo incluyó en su patente: la de que cada uno de los cascos poseía autonomía propulsiva.

Hoy en día, el abanico de los catamaranes se ha abierto, dando lugar a embarcaciones con una considerable capacidad de pasaje y coches, aparte de alcanzar vertiginosas velocidades gracias al uso de materiales bastante ligeros a la par que resistentes, como el aluminio y las fibras de vidrio y de carbono; también al uso de propulsores diseñados para obtener buenos rendimientos a alta velocidad, como hélices supercavitantes o *waterjets*, a lo que se suman unas formas de excelente hidrodinámica, fruto de un trabajo investigador de años. Estos catamaranes ya poco tienen que ver con sus predecesores polinesios, pero sí guardan un estrecho parentesco con la Binave ideada por Leonardo Torres-Quevedo.

Lo cierto es que los catamaranes han sido las primeras embarcaciones rápidas, cuyo desarrollo ha dado lugar a toda una rama dentro de la familia de los multicascos, donde podríamos incluir a los trimaranes, los multicascos con casco en eme, incluso en doble eme, o los SWATH. Y aun podríamos añadir a este grupo los SES<sup>21</sup>, que no dejan de ser unos multicascos en los que se añade tecnología de los *hovercraft*.

De aquellas embarcaciones de la Polinesia o del *Tessarakonteres* apenas queda nada en estas últimas embarcaciones modernas; por eso, la invención de Leonardo Torres-Quevedo fue tan necesaria. Con ese primer paso, se cambió la mentalidad del clásico monocasco a algo distinto, para poder dismi-

---

(18) PLUTARCO: *Vidas paralelas* VII, cap. XLIII, «Demetrio».

(19) Roland Prout (1920-1997) fue un piragüista británico que compitió en los Juegos Olímpicos de Verano de Helsinki en 1952.

(20) Francis Prout (1921-2011) fue, al igual que su hermano, un piragüista que compitió en los Juegos Olímpicos de Verano de Helsinki en 1952.

(21) Buque de efecto de superficie o, en sus siglas en inglés, *Surface Effect Ship* (SES). Es una embarcación que tiene tanto un colchón de aire (como un *hovercraft*) como dos cascos gemelos (como un catamarán).

*RODRIGO PÉREZ FERNÁNDEZ Y FRANCISCO A. GONZÁLEZ REDONDO*

nuir la resistencia por formación de olas y, de este modo, hacer posibles las altas velocidades que hoy se pueden alcanzar estas embarcaciones.