

JOAQUÍN MONTESINOS DE LA LANZA: DOS INTENTOS DE INCLUIR LA NAVEGACIÓN A VAPOR EN LA ARMADA ESPAÑOLA DURANTE EL PRIMER TERCIO DEL SIGLO XIX

SERGIO JOSÉ LÓPEZ MARTÍN

Escuela Internacional de Doctorado en Estudios del Mar (EIDEMAR)
Universidad de Cádiz

Resumen

La navegación a vapor, que surgió en el marco de la Revolución Industrial, transformaría a lo largo del siglo XIX el transporte marítimo mundial, llegando a finales de la centuria a desbancar a la navegación tradicional a vela. La incorporación de este tipo de embarcaciones en el tráfico español, al contrario que en otros países, se vio retrasada por la Guerra de la Independencia y la posterior penuria económica del Erario público. En sus primeros momentos, la falta de conocimientos técnicos en el país, motivó que las primeras embarcaciones a vapor estuviesen dotadas de maquinaria importada del extranjero. En cuanto a la Armada Española, los primeros vapores no aparecerían hasta mediados de la década de 1830. Sin embargo, Joaquín Montesinos de la Lanza, delineador naval del Departamento marítimo de Cádiz, presentaría en 1825 y 1830 dos proyectos de máquinas a vapor, con los correspondientes planos de las embarcaciones que las portarían: una falúa y una draga a vapor. En este escrito se presenta una somera biografía de este personaje, el estudio de sus proyectos, y las razones por las que sus inventos no vieron la luz.

Abstract

Steam navigation, which emerged in the period of the Industrial Revolution, would transform the world maritime transport throughout the nineteenth century, managing at the end of this century to unseat traditional sailing. The incorporation of this type of vessels in Spanish traffic, unlike in other countries, was delayed by the Peninsular War and the subsequent economic hardship of the public Treasury. In its first moments, the lack of technical knowledge in the country, motivated that the first steam boats were equipped with imported machinery from abroad. As for the Spanish Navy, the first steam ships would not appear until the mid-30s of the century. Nevertheless, Mr. Joaquin Montesinos

Recibido el 10 de mayo de 2019 — Aceptado el 2 de diciembre de 2020

<https://doi.org/10.29077.llull.44.88.lopez.martin>

LLFLL, VOL. 44 (N.º 88) 2021 - ISSN: 0210-8615, pp. 149-174

de la Lanza, naval Delineator of the Maritime Department of Cádiz, would present in 1825 and 1830 two projects of steam engines, with the corresponding plans of the boats that would carry them: a tender, and a steam dredger. This study aims to present a brief biography of this character, the study of his projects, and the reasons why his inventions never saw the light.

Palabras claves: Máquina de vapor, Ingeniería naval, Armada Española, España, Siglo XIX.

Key words: Steam engine, Naval engineering, Spanish Navy, Spain, 19th Century.

1. BREVES PINCELADAS SOBRE LA INCLUSIÓN DE LA NAVEGACIÓN A VAPOR EN ESPAÑA

La Revolución Industrial provocó amplios cambios socio-económicos y culturales en la Europa de los siglos XVIII y XIX. En este contexto, se produjeron profundos cambios en los transportes que modificaron la realidad sobre el intercambio de personas y mercancías en el continente y territorios de ultramar. Por supuesto, el ámbito naval no sería una excepción, gracias al desarrollo tecnológico, nunca volvió a ser el mismo. Los barcos a vapor se convertirían, a partir del último tercio del siglo XIX, en los amos de los océanos, desbancando de su puesto a los veleros, que desde la antigüedad habían sido el único medio para atravesar los mares. No obstante, esta idea de utilizar el vapor ya había surgido antes de la Revolución Industrial de mano de algunos soñadores como Blasco de Garay, Denis Papin, Joseph Hulls o el Marqués de Jouffroy, entre otros.

Si bien todos estos intentos fueron anecdóticos, popularmente se acepta la premisa de que el primer viaje comercial de una nave a vapor fue llevado a cabo por el *Barco de Vapor del Río del Norte* de Robert Fulton, más comúnmente conocido como el *Clermont*. Esta embarcación medía 40 metros de eslora y poseía una máquina de vapor, construida por el propio James Watt, que impulsaba dos ruedas de palas. *La locura de Fulton*, otro de los nombres con el que se le conoció, comenzó su viaje inaugural el 12 de septiembre de 1807, con el objetivo de recorrer los 240 kilómetros que separan Nueva York de Albany. Este logro lo consiguió en tan sólo 32 horas, mientras que los veleros tardaban casi 4 días. La noticia sobre el barco de Fulton, y los buenos resultados que tuvo en su primera travesía, pronto corrió como la pólvora, abriendo una nueva era en la historia naval.

Al principio, estos buques fueron utilizados en ámbitos fluviales y costeros, pues sus pequeñas dimensiones y calado les permitían maniobrar en los ríos y puertos como transportes o remolcadores. Su uso para travesías en alta mar era imposible y venía determinado por la ingente cantidad de carbón que su maquinaria consumía, por lo que sólo podían realizar viajes costeros o de cabotaje. Por otra parte, también influyeron de gran manera las constantes averías que sufrían estos navíos. Para evitar que pudiesen quedarse a la deriva debido a un fallo de la maquinaria, estos buques siguieron incorporando mástiles y aparejo de vela.

No obstante, las ventajas de estas embarcaciones eran mayores que sus inconvenientes, lo que explica que tan sólo cinco años después de la botadura del *Clermont*, ya existiesen cerca de 50 barcos de este tipo en Europa y Estados Unidos. Inglaterra, aunque todavía reticente en

los primeros años, pronto cambiaría de opinión, sobre todo a partir de la aparición del *Comet*. Este navío, construido por Henry Bell y John Wood, navegó por primera vez en el río Clyde en enero de 1812, demostrando a los escoceses las ventajas de los vapores, por lo que tan sólo un año después ya se podían ver varios vapores de ruedas en aguas inglesas [KUCZYNSKI, 2010, p. 216]. Comenzó entonces una etapa marcada por el interés común de las grandes potencias en adquirir este tipo de naves, que de lo contrario se arriesgaban a quedar relegadas en la carrera por el poder, tanto económico como militar. Consecuencia de ello es la reestructuración de los astilleros y arsenales de Estados Unidos, Inglaterra e Italia, para la construcción y mantenimiento de los vapores. Francia, Alemania y los países del este de Europa entrarían más tarde en dicha “carrera tecnológica”.

En el caso de España, la Guerra de Independencia (1808–1814) y la penosa situación de la Real Hacienda tras el conflicto, retrasaron la implantación de este tipo de transportes hasta la década de los años 1840 [ORTIZ-VILLAJOS, 2005, p. 5]. No obstante, hubo algunos intentos o actuaciones particulares anteriores a esta década. En el ámbito civil, la navegación a vapor se inició con el *Real Fernando*, un buque construido por los *Astilleros Remedios* para la Compañía del Guadalquivir, y que fue botado el 8 de julio de 1817¹. Este buque tenía unas dimensiones de 21,43 metros de eslora, 6,76 metros de manga y 8,8 metros de calado. Fue dotado con una máquina importada de la compañía de Boulton y Watt, con calderas ovoidales, y se le destinó al transporte de pasajeros desde Sevilla hasta Sanlúcar de Barrameda. La vida del *Betis*, como popularmente fue conocido, ha sido extensamente descrita por José Ramón García Martínez². Aunque el servicio de este barco fue muy corto, pues apenas estuvo en funcionamiento un año, abrió un mundo de posibilidades a la navegación a vapor en el sur de Europa. Tanto es así, que tras su baja y desguace en noviembre de 1818, la Compañía del Guadalquivir lo sustituyó por el *Infante D. Carlos*, otro buque equipado con una máquina Boulton y Watt de doble inyección y calderas ovoidales [ANCA ALAMILLO, 2010, pp. 614-615]. Igualmente, esta sociedad ampliaría su dotación de embarcaciones con el pontón-draga a vapor *Reina Isabel*, alias *El Sevillano*, que al igual que en el caso de los otros dos vapores de la Real Compañía del Guadalquivir, fue equipado con una máquina Watt de doble efecto y 20 caballos de potencia, procedente de los talleres Watt y Boulton [AMENGUAL MATAS y SAIZ GONZÁLEZ, 2007, p. 102].

En cuanto a la Armada española, ha sido comúnmente aceptada la afirmación de que la inclusión del vapor como método de propulsión se dio durante la Guerra Carlista (1836-1840), ya que la ofensiva lanzada por las tropas carlistas en el norte de la Península Ibérica tenía como fin lograr la ocupación de la costa del País Vasco, permitiendo la llegada por mar de armas que nutriesen a este ejército, por no ser suficientes las que se traían a través de los Pirineos y las que obtuvieron en terreno nacional [CERVERA PERY, 1996, p. 55; LEIRA PLACER, 1999, pp. 65-66]. Ante la necesidad de defender Bilbao, que estaba siendo sitiada por el general carlista Tomás de Zumalacárregui y de Imaz, y además realizar operaciones en la escarpada costa cantábrica, el Gobierno de Madrid se planteó la adquisición de varios barcos a vapor, ya que la falta de tecnología y conocimientos en España impedían la construcción de los mismos. Finalmente, a lo largo del conflicto se acabarían comprando cuatro vapores,

todos ellos importados del extranjero³. No obstante, Alejandro Anca Alamillo [2010, pp. 617-618] establece que la primera unidad de este tipo para la Marina de Guerra española fue la draga *Cristina*, adquirida en 1832 por el teniente de avío Juan José Martínez en Estados Unidos, y destinada al puerto de La Habana, como se verá posteriormente.

2. VIDA PROFESIONAL DE JOAQUÍN MONTESINOS⁴

2.1. Los orígenes

Joaquín Montesinos de la Lanza nació en algún momento de 1776 en la ciudad de Cartagena de Levante⁵, hijo de Fulgencio Montesinos, siendo el primero de los dos vástagos de este capataz de carpinteros del Arsenal⁶.

A la edad de 12 años, el 7 de marzo de 1788, comenzó su servicio en la Real Armada como operario aprendiz carpintero de ribera, siguiendo así los pasos de su padre. Nada más empezar la singladura de su larga carrera profesional, que duraría más de 56 años, sucedió un punto de inflexión que marcaría su vida laboral: tras recibir su nombramiento, fue comisionado para desarrollar los planos de los diques de carenas del Arsenal de Cartagena, y de las dos máquinas de vapor empleadas en accionar las bombas de achique de aquellos⁷, así como realizar dos modelos de estos ingenios. Las máquinas a vapor del Arsenal de Cartagena se dividían en dos clases: las originales, del tipo Newcomen, que habían sido instaladas en 1774 por Fulgencio Montesinos, padre de nuestro protagonista, y Antonio Delgado, ambos elegidos por Jorge Juan, bajo la dirección de Julián Sánchez Bort; y una de nuevo diseño, desarrollada por Delgado entre 1785 y 1787⁸. Los modelos realizados por Montesinos fueron trasladados a Madrid para presentarlos al Rey. Comenzaría aquí su interés y afición por este tipo de ingenios movidos por la acción del fuego, que tanta influencia tendrían en él durante los años venideros.

Tras concluir las obras de los diques, Montesinos pasaría, en enero de 1789, a la sala de gálipos del Arsenal para aprender los principios fundamentales de la delineación de planos y la formación de plantillas o gálipos para la construcción de buques. El encargado de transmitirle estos conocimientos sería José de Echegaray, capataz de la sala, con quien Montesinos mantuvo una buena relación hasta la muerte del primero, el 27 de noviembre de 1842⁹. Tras apenas mes y medio de aprendizaje, Montesinos recibiría el nombramiento como delineador naval, y a finales del mes siguiente fue comisionado junto a su padre para encargarse de las obras de composición del dique grande de carenas, bajo las órdenes del ingeniero segundo y capitán de fragata Juan Smith. Finalizando los trabajos en agosto, volvió a su anterior destino en la sala de gálipos, y por recomendación del ingeniero director Miguel de la Puente, y del ingeniero del detall Manuel Salomón, compaginó estos trabajos con los del ramo del Ingenieros del Arsenal, a fin de que adquiriese los conocimientos prácticos exigibles a un facultativo de su clase. A finales de 1793 obtendría el mismo rango que su padre, al ser nombrado capataz de carpinteros de ribera.

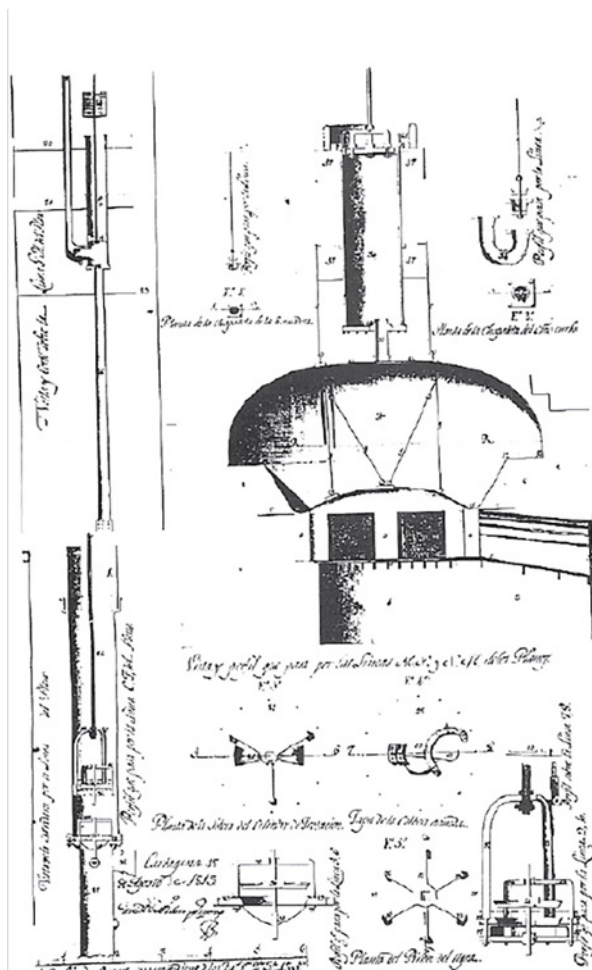


Figura 1. Máquina Newcomen del Arsenal de Cartagena. Plano del horno y bomba a vapor.
Fuente: RODA, 2007, p. 432.

El afán de Montesinos por aumentar sus conocimientos quedó ampliamente demostrado a lo largo de su vida, y durante su destino en la citada sala de gálbos, aprovechando que estaba comisionado en el Arsenal Pedro Dubrul, maestro de matemáticas y dibujo de la Academia de Artillería de Marina, Montesinos se aplicó al estudio de la geometría elemental, trigonometría plana, geometría práctica y álgebra con aplicación a la geometría. Su buen desempeño en las comisiones que se le encomendaron, así como su probada inteligencia¹⁰, le valieron el nombramiento de delineador de número de la Armada el 21 de noviembre de 1800, y su inclusión en la lista de Oficiales mayores.

2.2. En la defensa de Cádiz durante la Guerra de Independencia

En algún momento entre 1800 y 1805, del cual no se ha encontrado referencia, Montesinos fue destinado a desarrollar su empleo en el Arsenal de la Carraca (San Fernando, Cádiz), ya que el 21 de febrero de este último año, el comandante de ingenieros, Honorato Bouyon, le ordenó formar junto a su hermano Juan Montesinos, los planos de los montajes giratorios y obra muerta del bergantín inglés *HMS Raven*, del porte de 22 carronadas, que se encontraba varado entre Rota y el castillo de Santa Catalina (El Puerto de Santa María). Queda patente su traslado cuando, en julio de 1809, fue nombrado Teniente de la 2ª compañía del Cuerpo de Milicias destinado a la defensa de la Carraca, y más tarde, al presentarse las tropas francesas frente al Arsenal, se le encomendó la tarea de observar desde el Penal de las Cuatro Torres, los movimientos de tropas y sus puestos de avanzada. No sería el único destino que desempeñó durante la Guerra, ya que también pasó, en 1810, a delinear las obras de defensa, así como a formar un proyecto de fragata de 40 cañones.

La alta estima que tenían de él sus jefes, provocó que, en junio de 1810, se le ascendiese a Segundo Delineador¹¹, y medio año más tarde fue elegido para el puesto de Maestro de delineación de planos de la Academia de Maestranza. No obstante, la acuciante situación de indigencia en que se encontraba por falta de pagas y por el aumento de su familia, Joaquín Montesinos se vio obligado a pedir, en 1812, una Real Licencia para pasar a Cádiz, con medio sueldo, a encargarse de trabajos particulares de su profesión, gracia que se le concedió el 15 de julio¹². Durante su permiso, pasó a emplearse en la delineación de los planos del nuevo canal de Dos Hermanas, comunicable con el Río San Pedro, Mar del Sur y Río Arillo¹³. Igualmente, bajo las instrucciones del Comisario de Ingenieros de Caminos y Canales Isidoro Sortorio, llevó a cabo varias obras relativas a la línea de defensa de San Fernando. Una vez que las tropas francesas se retiraron de la Provincia, se dedicó, junto a Sortorio, a comprobar y mejorar el estado de la carretera general de Andalucía.

Sin embargo, Montesinos no disfrutaría de la totalidad de su licencia, pues apenas un año después, el 4 de octubre de 1813, el comandante José López Llanos le mandó llamar para que delinease tres planos iguales de una corbeta de guerra. Terminado este proyecto, la satisfacción de sus Jefes y de la Superioridad finalmente le valió el ascenso a la clase de Primer Delineador.

2.3. Tras la Guerra

Al terminar el conflicto con el francés, Montesinos siguió empleado a sus tareas en la Carraca. No obstante su acuciante situación económica no mejoró y, en enero de 1817, se vio obligado a solicitar otra Real Licencia como la que se le había otorgado en 1812, aunque no duró mucho. El 7 de marzo el comandante Diego de Parra le ordenó pasar a Chiclana a dirigir la delineación práctica y la formación de plantillas para la construcción de 26 lanchas cañoneras destinadas a la “Expedición grande de Ultramar”¹⁴. Posteriormente, sería reclamado por Isidoro Sortorio para dirigir las obras del puente de madera de Chiclana. Debido al ruinoso estado del mismo, Montesinos decidió reedificarlo, con una estructura más sólida y

estética, costando todo ello un tercio menos de la cantidad que habían solicitado los facultativos de esta villa para llevarlo a cabo.

Finalizada esta comisión, Montesinos volvería al Arsenal gaditano, donde continuaría desempeñando su empleo. Al mismo tiempo, fue comisionado, en septiembre de 1820, para desarrollar los planos y cálculos del proyecto de una fragata de 50 cañones, así como otros trazados para mejorar la configuración, estiba y alojamientos de los buques. Igualmente, se dedicó a la perfección de otras máquinas de uso a bordo y en tierra, hasta el 23 de febrero de 1824, momento en que pasó con licencia a Sevilla, para reconocer el barco a vapor de la Real Compañía del Guadalquivir. Finalizada esta encomienda, continuó con la revisión del estado y la formación de planos para la reedificación de la carretera transversal de Sevilla a Badajoz y del puente de Zafra.

Durante estos años, “deseoso de concurrir con sus tareas al mejor servicio de S.M. y no dejar oscurecidos los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos con su interesante aplicación”, Montesinos empleó sus horas libres en la invención de tres máquinas de vapor, aplicables a diferentes usos¹⁵. Sin embargo, su objetivo siempre fue que se montasen en diferentes embarcaciones, para lo que también desarrolló los planos y cálculos de tres naves, adaptadas para la navegación por medio de máquinas a vapor y del impulso del viento¹⁶.

3. PROYECTO DE UNA FALÚA PROPULSADA A VAPOR (1825)

Semejante al animal, en quien el primer movimiento que le imprime el autor de la naturaleza se conserva por el auxilio de un constante calor, y aspirando y respirando el corazón la sangre alternativamente mantiene la circulación y la vida, en todas las partes del individuo; así las máquinas de fuego, una vez que el conductor las ha puesto en acción, continúan mediante el fuego todos sus movimientos sin interrupción por solo el fuego de un émbolo, que repara sus pérdidas y entretiene en todas sus partes una circulación que las hace obrar sus efectos sin ningún extraño socorro, y todo por medios tan simples é ingeniosos, que es difícil evitar la admiración al aspecto de esta producción de la industria humana¹⁷.

Con estas líneas, a modo de prolegómeno, se inicia el proyecto de una máquina a vapor, de doble efecto, inventada por Montesinos, firmado por él en el arsenal de la Carraca con fecha 10 de abril de 1825. Este ingenio que presenta, aplicable “á utilísimos usos, agregándole las piezas necesarias que pida la diversidad de ellos” según el autor, también serviría para conducir un vapor correo a América o a otros países del extranjero, de la forma más económica, segura y ligera.

Esta máquina, “sencilla, poco costosa, y de reducido volumen”, se compondría de las siguientes piezas o partes:

1. Hornilla portátil, que serviría de motor de la embarcación.
2. Un alambique con su caldera, repleta de agua y colocada sobre el fuego.
3. Tubo que conecta el alambique y la recámara en que se encuentra el émbolo, cuyo fin sería conducir el vapor para que el émbolo juegue por la fuerza alternativa de dilatación y condensación del vapor.

4. Tubo guarnecido con una válvula que indica la presión del vapor. Este también serviría para evacuar el vapor, una vez apagada la maquinaria.
5. Un tubo para reemplazar la pérdida de agua que sufra la caldera debido a la evaporación.
6. Una abertura por la que introducir el combustible en la hornilla.
7. Otra abertura por la que ventilar el fuego y permitir que salgan las cenizas.
8. Caño o chimenea de la hornilla, a moderada altura, que permitiría la expulsión del humo de la hoguera.
9. Caja portátil en forma de armario, en la cual se colocaría y resguardaría el cuerpo central de la máquina, su regulador, los tubos transmisores y de conducción, y otras piezas que contribuyan al funcionamiento general.
10. Brazo o palanca para aplicar la fuerza de la máquina. Según el autor, cada brazo podía salir por uno, o por ambos costados de la máquina, e igualmente por la parte superior o inferior, en función del uso y aplicación que quisiera hacerse de ella.

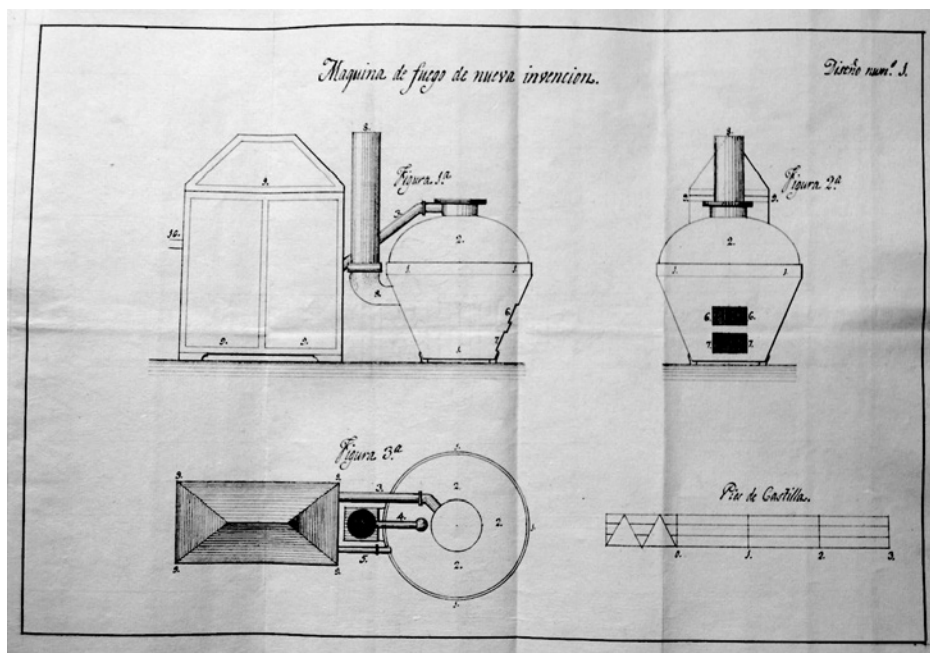


Figura 2. Propuesta de máquina a vapor (1825). Fuente: España. Ministerio de Defensa. Archivo General de la Marina "Álvaro de Bazán", Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Fotografía: Sergio José López Martín.

La idea que proponía Montesinos en su proyecto era montar este ingenio en una falúa¹⁸ con unas dimensiones de 12,5 metros de eslora, 3,2 metros de manga y 1,25 metros de puntal, situándose la línea de flotación a 97,5 cm del fondo del casco¹⁹. El desplazamiento total de la nave sería de 19 toneladas y 556 libras. No obstante, este delineador del arsenal de la Carraca tenía preparados los planos o proyecciones de otras clases de embarcaciones, con

los correspondientes cálculos de sus desplazamientos, capacidades y estabilidad, “a fin de que pueda elegirse la que se estime mas apropiado para los efectos que hubiere de producir”.

La potencia necesaria para hacer funcionar este barco a vapor se correspondería con el equivalente a un peso de 2.532 libras, y la velocidad de movimiento del émbolo sería de 3.000 pies/hora. Sin embargo, a esta fuerza nominal habría que restarle 472 libras que la máquina necesitaría para mantener su funcionamiento, por lo que la potencia real que se podría emplear en mover la falúa sería equivalente a un peso de 2.060 libras. Atendiendo a la obra de Thomas Tredgold de 1827 sobre máquinas de vapor, que se citará en apartados posteriores, la fuerza de 1 caballo es equivalente a un peso de 75 kg/segundo. Si se utilizan las unidades de medida que aporta, 1 libra es igual a 460,093 g. Por lo tanto, la potencia nominal de esta máquina sería de 15,53 caballos, mientras que la real se reduciría a 12,63 caballos.

Tabla 1. Dimensiones relativas al volumen de la máquina (1825). Fuente: Elaboración propia a partir de la documentación conservada en el Archivo General de la Marina 'Álvaro de Bazán', Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos, *Máquinas movidas por la acción del fuego inventadas por Joaquín Montesinos de la Lanza, primer Delineador naval del Departamento de Cádiz*.

Fecha: 10.04.1825

	MEDIDAS ORIGINALES		MEDIDAS (cm)
	Pies	Pulgadas	
Diámetro mayor de la hornilla	5	7	155,57 cm
Altura desde el fondo del cenicero hasta la parte inferior del capitel del alambique	3	11	109,13 cm
Altura de este capitel	0	4 ½	10,45 cm
Largura de la caja en que se monte la máquina a vapor	5	10	162,54 cm
Ancho de la caja	2	4	65 cm
Alto de ídem	5	0	139,32 cm
Alto del prisma que sirve de tapa	2	3	62,7 cm

La disposición de los distintos elementos de la maquinaria en el casco de la falúa sería la que sigue (Figura 3):

1. Una caja portátil a modo de armario, para la colocación y resguardo de la máquina.
2. Una caldera con cobertera o alambique.
3. Un tubo para conducir el vapor desde el alambique al cuerpo central, y así hacer funcionar la máquina.
4. Varios tubos con válvulas, destinados a extraer el humo producido por la caldera y expulsarlo por uno de los costados de la embarcación.
5. Brazos de palanca, que comunicarían la fuerza de la máquina al barrón giratorio que pone en marcha los canaletes.
6. Un tabladillo levadizo que podría servir de piso.
7. Pernetes a modo de toletes, para facilitar el giro de los canaletes de primera suerte²⁰.

Además, Montesinos propuso que la falúa portase mástiles (n.º 8, Figura 3), para hacer uso de las velas cuando se estimase oportuno. Esta idea fue una práctica muy común durante las primeras décadas del vapor, ya que tanto la ingente cantidad de carbón que su maquinaria consumía, como las constantes averías que sufrían estos navíos, que llegaban a provocar incendios en muchos casos, podían dejar un barco a la deriva en alta mar.

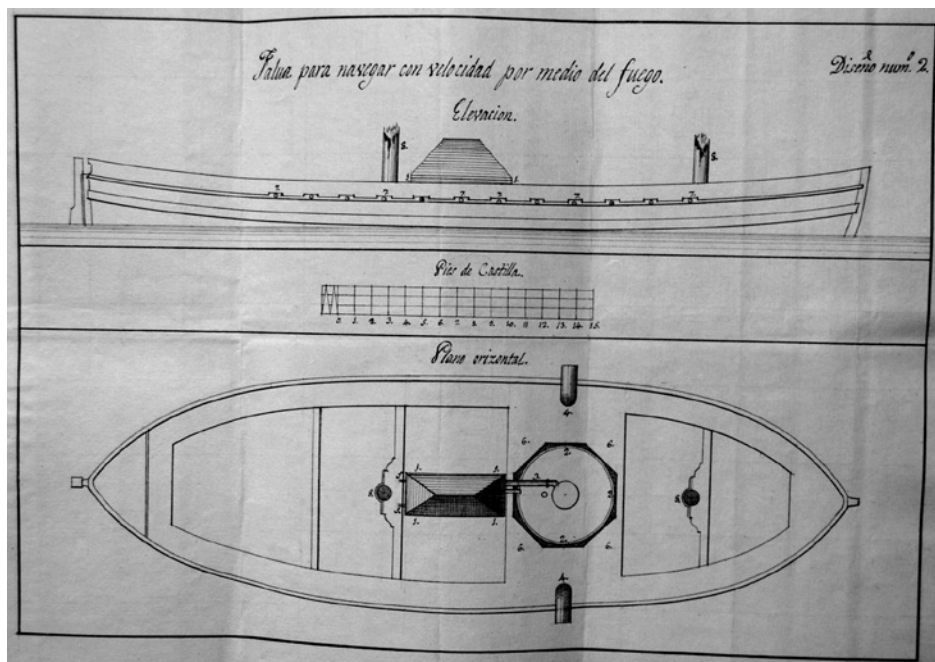


Figura 3. Proyecto de falúa a vapor (1825). Fuente: España. Ministerio de Defensa. Archivo General de la Marina “Álvaro de Bazán”, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Fotografía: Sergio José López Martín.

A su parecer, la mejor manera para asegurar el óptimo grado de ejecución en la construcción de esta máquina, así como la reducción de costes, sería establecer un laboratorio “económico” provisto de obreros bien pagados, surtido del instrumental necesario para estas obras y abastecido de buenos materiales que se comprarían al por mayor a precios equitativos.

En una carta que envió a Antonio Gómez Calderón, Secretario de Estado y del Despacho universal de Estado, y que va anexada al proyecto, Joaquín Montesinos manifestó que como sus conocimientos sobre este tipo de máquinas estaban eminentemente basados en la experiencia, “no puedo exponer mi conducta a que mañana se me pueda reconvenir de no salir ayroso, pues he de trabajar a la par de los operarios necesarios hasta la conclusión de la que propongo”²¹. Con el fin de comprobar la sencillez, movimientos, fuerza y efectos de la máquina, este delineador naval propuso la construcción de un modelo a escala de su ingenio a vapor²². La potencia de esta máquina se correspondería con el equivalente a un peso de 353

libras, y la velocidad de movimiento del émbolo sería de 1.350 pies/hora. Restándole 80 libras que el artefacto necesitaría para mantener su funcionamiento, la potencia real que se podría emplear para su uso sería equivalente a un peso de 275 libras²³.

Para ejecutar este diseño, solicitaba a S.M. que tuviese a bien ordenar a la Tesorería que le entregasen 8.840 reales de vellón. Por otro lado, recordaba que se le debían más de 45.000 reales de vencimientos (el equivalente a 9 años de jornales), y que disfrutaba de un sueldo de 6.000 reales anuales, para que en caso de que se presentase alguna dificultad en las obras, o la máquina no mostrase las cualidades propuestas, la Real Hacienda pudiese descontarle el presupuesto expresado. En el caso de que S.M. no estimase conveniente concederle dicha gracia, solicitaba Montesinos que se le comunicase cuanto antes, para poder buscar fondos privados que le financiasen, aunque fuese a costa de mayores sacrificios. Así pues, señala que el verdadero motivo de presentar este proyecto no era sólo dar a luz sus conocimientos, sino aliviar la situación económica de su familia, y estimular a otros a seguir sus pasos:

a que el abandono se destierre de entre los españoles, que por falta de protección en sus habilidades se les ve mendigando, obscureciendo al mismo tiempo la gloria a que puedan hacer acreedores en los diversos ramos por donde se facilite a la Nación elevarla a la mayor opulencia, ya que la naturaleza la enriqueció con todas las producciones necesarias, y que por desgracia no nos hemos aprovechado hasta ahora de ellas.

Sin embargo, la idea de Montesinos de una falúa a vapor nunca llegó a buen puerto, pues este expediente se mandó archivar. Entre los legajos referentes a este ingeniero, no se ha logrado encontrar ningún oficio, carta u otro documento que justifique las razones por las que se decidió desestimar el proyecto. Cabe pensar que fue a causa de un cúmulo de diversos motivos, entre los que encontramos, en primer lugar, la desastrosa coyuntura económica del Erario público del momento. Por otro lado, cabe mencionar la deplorable situación de los arsenales españoles, tanto por su lamentable mantenimiento, como por falta de materiales, y su obsolescencia para producir este nuevo tipo de ingenio. Finalmente, también podría haber influido la incipiente supresión del Cuerpo de Ingenieros de Marina, que llevaba años fraguándose, y que se materializó en la Real Orden del 31 de agosto de 1825, por la que este fue sustituido por el Cuerpo de Constructores e Hidráulicos²⁴. Por lo tanto, es lógico pensar que ante la falta de capital, y con una importante reestructuración de los Ingenieros de Marina, este proyecto cayera en el olvido, y finalmente se mandase al archivo. Por otro lado, no se debe descartar la idea de que influyese en ello la desidia política, la envidia, o los intereses personales de ciertos individuos relacionados con el Gobierno; algo muy común en la Historia de España (véase Blasco de Garay o Isaac Peral, entre otros)²⁵.

4. PROYECTO DE DRAGA A VAPOR (1830)

Montesinos siguió decidido a ampliar sus conocimientos y desarrollo profesional en el mundo de la arquitectura naval, para lo cual solicitó su ingreso en el nuevo Cuerpo de Constructores e Hidráulicos, gracia que se le concedió el 5 de enero de 1828, cuando se le nombró Ayudante constructor. Su buena dedicación se vería recompensada apenas un mes

después, cuando el Director interino de su Cuerpo, José Echegaray²⁶, le encomendó hacerse cargo de los ramos de arboladura, cureñas y embarcaciones menores.

Lejos de desanimarse, siguió empleando sus horas de descanso en desarrollar una nueva máquina de vapor, y su posible aplicación para mover las cucharas de un pontón ordinario dedicado a la extracción de fango, o lo que es lo mismo, una draga a vapor²⁷. Este tipo de buques no era totalmente desconocido en España pues, como señala Alejandro Anca Alamillo [2010, p. 616], el ingeniero canario Agustín de Betancourt diseñó, ya en 1812, una revolucionaria draga a vapor para los puertos de Cádiz y Algeciras. Sin embargo, este proyecto (como muchos otros), no fue visto con buenos ojos en España, y sí en Rusia, donde finalmente fue construida en el puerto de Kronstad, siendo la más potente de su época. Años más tarde, el 26 de julio de 1817, la Real Compañía del Guadalquivir botaría la draga a vapor *Reina Isabel* que, como se verá posteriormente, fue rentada a la Armada para la limpieza de los caños de la Carraca. No sería hasta 1832 en que la Marina de Guerra adquiriese su primera unidad de este tipo, la draga *Cristina*, que fue comprada en Estados Unidos por el teniente de navío Juan José Martínez, y destinada al puerto de La Habana. De acuerdo a los datos ofrecidos por este autor, la embarcación tenía unas dimensiones de 36,5 metros de eslora, 9,19 metros de manga y 2,78 metros de puntal; y portaba una máquina con una potencia nominal de 15 caballos, que le permitía extraer 150 toneladas de fango de una profundidad de 14 pies ingleses (ca. 13 metros) en una hora [ANCA ALAMILLO, 2010, pp. 615-618].

Así pues, el 26 de julio de 1830, remitía a informe de la Junta del Departamento de Cádiz su proyecto *Máquina movida por la acción del vapor de agua de una perfección no conocida. Projectada por D. Joaquín Montesinos, Ayudante constructor en el Departamento de Cádiz*²⁸. La razón que ofrecía para defender su diseño es que, frente a otras máquinas utilizadas para dragar los puertos, el pontón produce muy buenos resultados, además de ser de sencillo montaje:

Entre las maquinas de que se hace uso para la estraccion del fango, merece la preferencia la del Ponton ordinario, por la sencillez de su mecanismo y los buenos efectos que produce por medio de sus cucharas. Y si á esta maquina en lugar de hombres para darle el impulso, se le aplica el vapor según la nueva y ventajosa perfeccion que le acabo de dar á lo que se practica, como queda indicado, sería cuanto hubiese que desear, para limpiar y profundizar los rios, y los puertos de mar.

La importancia del proyecto de Montesinos radica pues en que se convierte en el primero de su clase realizado por un constructor de la Armada, y que no contempla la importación de la maquinaria del extranjero.

4.1. El proyecto

Al igual que en su bosquejo de 1825, Montesinos empieza su escrito dando una definición de máquina de vapor, pero esta vez dedica dos folios y medio a consignar unos fundamentos del funcionamiento de estos artefactos, suponemos que para causar una mejor impresión, o facilitar la tarea de comprensión a los individuos que se encargasen de valorar el proyecto, a fin de evitar que se archivase sin respuesta.

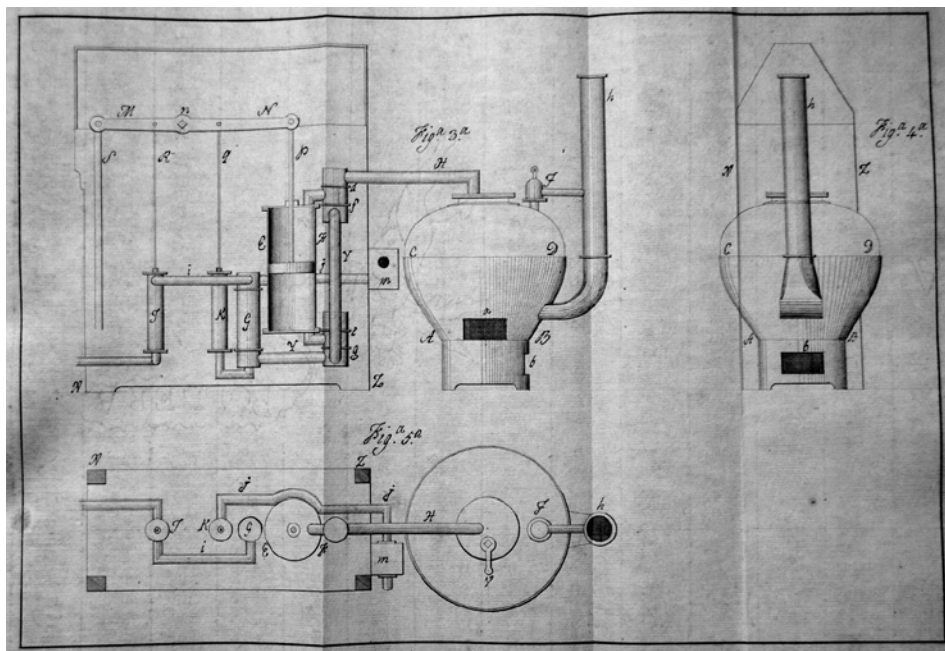


Figura 4. Propuesta de máquina a vapor (1830). Fuente: España. Ministerio de Defensa. Archivo General de la Marina "Álvaro de Bazán", Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Fotografía: Sergio José López Martín.

La máquina que presenta en este nuevo proyecto muestra similitudes con la diseñada para la falúa, aunque se observan ciertas mejoras (Figura 4). El ingenio estaba compuesto por una hornilla portátil (AB), con un caño o chimenea, para evacuar el humo, y con dos aberturas: una para introducir el combustible (a), y otra para ventilar el fuego y desahogar las cenizas (b). Sobre este fogón se sitúa la caldera llena de agua (CD), cubierta con una cobertera o alambique. El émbolo se encuentra en un cilindro hueco con cuerpo de bomba (EF), en el cual juega para mover la máquina, mientras que en el cilindro G, también hueco, se condensa el vapor, "reduciéndose al punto á agua caliente". El tubo H transporta el gas desde el alambique al cuerpo de la bomba, al cual entra por una de las válvulas (d,e) alternativamente. Una vez el vapor abandona el cuerpo de la bomba por una de las válvulas de salida (f,g), pasa al condensador a través del tubo Y. El ingenio cuenta con un bombillo de doble efecto (J) que eleva el agua fría necesaria para refrigerar y condensar el vapor. El agua asciende por un tubo (i), para acabar precipitándose en el condensador. La máquina posee un segundo bombillo de doble efecto (K), que en este caso recibe el agua caliente que, tras atravesar el tubo (j), pasa a un receptáculo (m), donde sustituye a la que se evapora de la caldera. MN es una palanca o balancín que gira con el movimiento que le transmite el asta del émbolo (P). A su vez, este balancín transmite el movimiento vertical a los bombillos (q,R), por medio de un mecanismo que no se representa en el plano. En el extremo de la palanca se encuentra una barra (S) que pone en funcionamiento el barrón giratorio que sirve para aplicar la fuerza de la máquina al

efecto que se haya designado²⁹. El artilugio cuenta con una válvula de presión (F) que indicaría el momento en que la máquina estaría lista para funcionar, y que también serviría para evacuar vapor. Finalmente, Montesinos incluyó una llave (V) para encender o apagar rápidamente el ingenio. También diseñó la caja (XZ) para resguardo de la máquina.

Sobre el modo en que el vapor pone la máquina en marcha, Montesinos apunta lo siguiente:

Supongase el embolo en el punto de mayor ascenso, y su parte inferior llena de vapor. La valvula de vapor del tubo d, y la de educion del tubo g, estarán abiertas por medio de sus varillas; el vapor del alambique entrará por la valvula del tubo d, en el cuerpo de bomba, apoyará sobre el embolo y le hará descender, y el vapor que esté debajo del embolo se verá obligado á salir por la valvula del tubo g, al condensador. Luego que el embolo llegue al punto de su mayor descenso, la valvula de vapor del tubo e, y la educion del tubo f, se abrirán, y las de los tubos d, g, se cerrarán; el vapor saldrá inmediatamente por la valvula del tubo f, del cuerpo de bomba al condensador, y el del alambique entrará en el cuerpo de la bomba por la valvula del tubo e, y elevará el embolo hacia su mayor ascenso. Continuando con la propia alternativa del vapor de agua, el embolo subirá y bajará sin cesar, y por consiguiente la Maquina continuará en su trabajo sin auxilio estraño, con solo entretener el fuego debajo de la caldera del alambique.

Según el autor, las ventajas de esta máquina frente a otras de su misma especie radicaban en que era la más sencilla, de menor volumen y más económica, ya que duraba más que el resto y reducía los costes diarios de mantenimiento. Además, postula que la llave que ideó para abrir y cerrar la válvula principal del motor, permitía encender o apagar la máquina al instante, sin perjuicio ni riesgo, tanto para el artefacto como para los operarios del mismo.

La fuerza del vapor en el cuerpo de la bomba que sería necesaria para poner en marcha el ingenio, sería equivalente a un peso de 7.302 libras, con una velocidad del émbolo de 10.800 pies por hora³⁰.

Tabla 2. Dimensiones relativas al volumen de la máquina (1830). Fuente: Elaboración propia a partir de AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos, *Máquina movida por la acción del vapor de agua de una perfección no conocida. Proyectada por Joaquín Montesinos, Ayudante constructor en el Departamento de Cádiz*. Fecha: 26.07.1830.

	MEDIDAS ORIGINALES		MEDIDAS (cm)
	Pies	Pulgadas	
Diámetro de la recámara de la bomba	2	3	62,7
Juego del émbolo	4	6	125,39
Diámetro del alambique	9	0	250,77

La idea era montarla en un pontón con unas dimensiones de 17,55 metros de eslora, 6,13 metros de manga y 2,04 metros de puntal³¹. Esta embarcación estaría provista de dos cucharas, que, accionadas por medio del vapor, podrían extraer el fango de una profundidad media de 4 brazas (6,7 metros). Cada uno de estos elementos tendría una capacidad de 23,625 metros

cúbicos, pudiéndose llenar y vaciar 20 veces por hora, lo que daría una extracción total de 748 quintales y 35 libras cada hora, o lo que es lo mismo, 34.423 kg³².

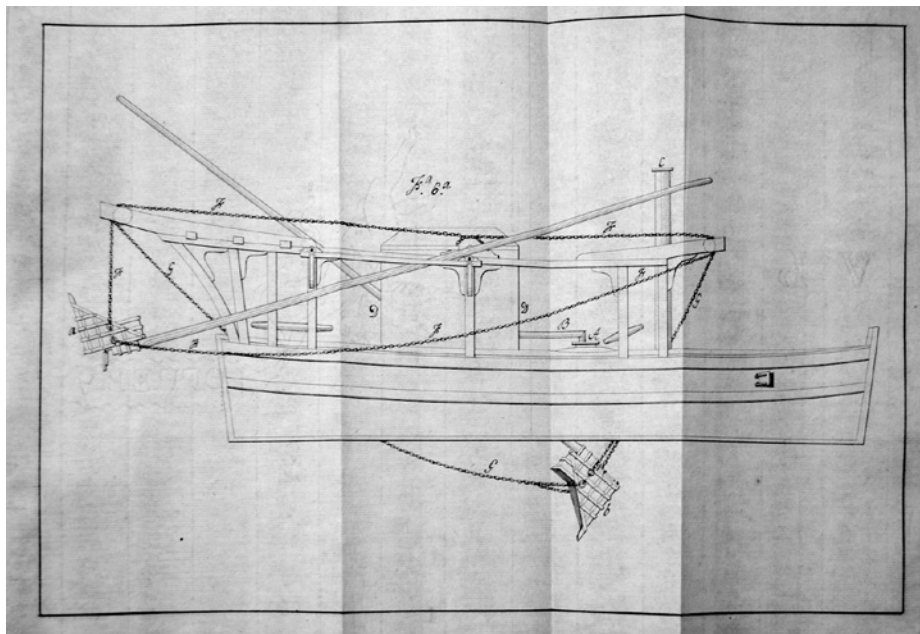


Figura 5. Alzado de la draga a vapor (1830). Fuente: España. Ministerio de Defensa. Archivo General de la Marina "Álvaro de Bazán", Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Fotografía: Sergio José López Martín.

Al igual que en el proyecto de 1825, Montesinos solicitó en su instancia que, para comprobar los efectos de la máquina, se le permitiese construir un modelo a escala de la misma, cuya potencia sería equivalente a un peso de 165 libras, con una velocidad de 500 pies/hora³³. Por ello, rogaba que la Real Hacienda le facilitase 10.000 reales a este fin, y que de no ser posible entregarle tal cantidad en metálico, expone que estaría dispuesto a recibir materiales excluidos del Arsenal, que pudiera utilizar para las obras del modelo o venderse para el pago de jornales. Además, recordaba que, para seguridad del Erario público, se le adeudaban más de 44.000 reales y él disfrutaba de un sueldo de 600 reales mensuales, de cuya cantidad podría descontarse la cuantía que solicitaba en caso de no terminar bien el proyecto. Por otro lado, también mencionaba que sus conocimientos eran experimentales, pero que contaba con más de 40 años de "buenos" servicios³⁴.

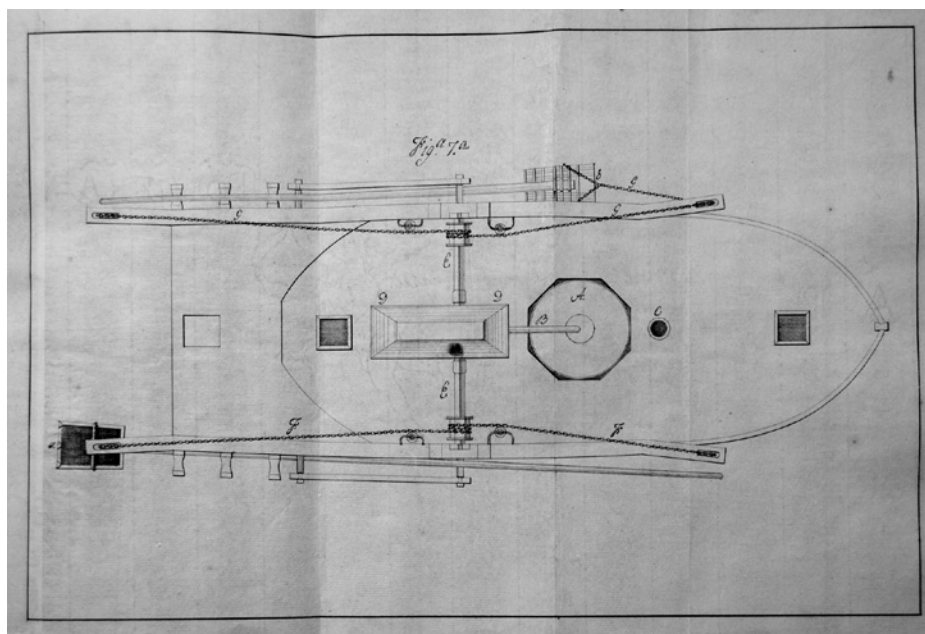


Figura 6. Planta de la draga a vapor (1830). Fuente: España. Ministerio de Defensa. Archivo General de la Marina “Álvaro de Bazán”, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Fotografía: Sergio José López Martín.

4.2. La resolución del expediente

Una vez presentada la instancia de Montesinos ante la Junta del Departamento, este organismo solicitó a José Echegaray un informe del proyecto. El Director interino de Constructores respondió a la Junta que la mejor manera de asegurarse de las cualidades del ingenio sería construir el modelo a escala, “por los ahorros que pudiera producir al Estado si sus efectos se corresponden con las ideas del autor”, y que sin verla funcionar no podía dar un dictamen al mismo. La Junta, en vista de la opinión de Echegaray, decidió también apoyar la resolución favorable, lo que transmitió José Quevedo, el Comandante General del Departamento, a Luis María de Salazar, Secretario de Estado y del Despacho de Marina, para su evaluación³⁵. A su vez, Salazar lo pasó a manos de Gregorio González Azaola para que emitiera un juicio sobre este proyecto.

Azaola, ingeniero civil (entre otras cosas), había publicado en 1815 junto a Alexandro Briarly la obra *Navegación por el Guadalquivir: prospecto del plan y Compañía de Navegación del Guadalquivir, por los comisionados nombrados al efecto, Alexandro Briarly y Gregorio González Azaola*³⁶, que llevó al establecimiento de dicha sociedad, y era uno de sus principales accionistas. ¿Qué razones llevaron a Salazar a solicitar la opinión de este civil, máxime cuando la Armada contaba entre sus filas con Andrés Antelo, uno de los mayores expertos del país en

ingeniería mecánica y máquinas de vapor?³⁷ Se desconoce, pero podría sospecharse. la existencia de intereses personales de algún alto cargo del Gobierno, como ya sucedió en el caso antes citado de la compra de los navíos rusos de 1817.

Azaola remitiría a la Superioridad de Marina un informe “reservado” de carácter desfavorable, en el cual estructuraba sus ideas en torno a tres puntos:

1º. El plan, ó lo que el [Montesinos] llama su invento de bomba. 2º. El empeño de hacer un modelo, cosa que apoya su Gefe. Y 3º. La idea de construirla despues en grande y por privilegio para Ponton de extracción de fango³⁸.

González Azaola comienza su exposición mostrando su complacencia con el hecho de que un individuo como Montesinos, que accedió a la Armada como operario aprendiz de carpintero de ribera, se hubiese aplicado tanto en su carrera, logrando los ascensos y méritos ya mostrados. Igualmente le parecía de gran admiración y digno de ser imitado, la perseverancia de Montesinos en conocer científicamente y delinear el mecanismo de la bomba a vapor, máxime cuando nunca se habían construido barcos a vapor en los arsenales españoles, y este individuo había tenido que aprender a base de observar las ya existentes en los Departamentos de Cádiz y Cartagena. No obstante, según el parecer de Azaola, entender el funcionamiento de estos artilugios, y copiar o delinear una bomba, no era lo mismo que proponerse mejorar su mecanismo, teniendo en cuenta “los maravillosos y casi increíbles adelantamientos que de 30 años à esta parte estan haciendo en Inglaterra y Estados Unidos los hombres más sabios y los Maestros de Mecánica mas experimentados y poderosos”.

Asimismo, observando los diseños de Montesinos, expresa su opinión de que el Ayudante de constructores no ha visto otras máquinas, más que las existentes en los arsenales para achicar diques de carena, que eran de las primeras y más torpes que se hicieron en Europa, y que por tanto, la bomba que diseña Montesinos para el modelo sería muy imperfecta y poco económica, aludiendo al hecho de que ni tanto las calderas, como el pistón o el fuego general de las bombas, se fabricaban ya de esa forma. Sobre las calderas, postula que ya no se diseñaban con una estructura circular y achatada, añadiendo que en las más modernas se incluía el hogar dentro de este elemento, haciendo pasar la llama y el humo alrededor del tanque de agua, para economizar combustible y perder la menor cantidad de calor. Igualmente, que los pistones se fabricaban con un conjunto de piezas que aumentaban de diámetro a medida que se gastaban; y que las cajas, válvulas y demás piezas se construían de un modo admirable y seguro, para prevenir cualquier descuido o accidente imprevisto. Así pues, expresa que si Montesinos viese una de las máquinas más modernas del sistema de Watt o de Woolf, quedaría “estatico de gozo y admiracion, contemplando los pasmosos adelantamientos que ha hecho la Mecanica desde la bomba que el conoce y diseña, hasta la que se usa hoy dia”.

Atendiendo a la obra de Thomas Tredgold sobre máquinas de vapor, publicada en Inglaterra en 1827³⁹, se observa que González Azaola estaba al tanto de los últimos avances en estos inventos, y que sus deliberaciones no se basaban en intereses personales. Acerca de la construcción de calderas para este tipo de barcos, Tredgold especifica, en el artículo 239 de su texto, que cuando estos elementos sean de baja presión (y recomienda encarecidamente que no se empleen en la mar calderas de otro tipo), se dispondrán los fogones y los conductos en

el interior de la caldera, con el fin de economizar espacio y evitar posibles incendios. Aunque sobre el líquido refrigerante, que el tanque de agua rodease el fogón no era para nada ventajoso, por ser un rápido conductor del calor. Por ello, Tredgold propone que las paredes del fogón se recubran con ladrillos refractarios, puesto que “la economía que se obtendría por una combustión mas perfecta, y por la mayor duración de la caldera, compensaría mas que suficientemente los inconvenientes de esta disposición” [TREDGOLD, 1831, pp. 183-185].

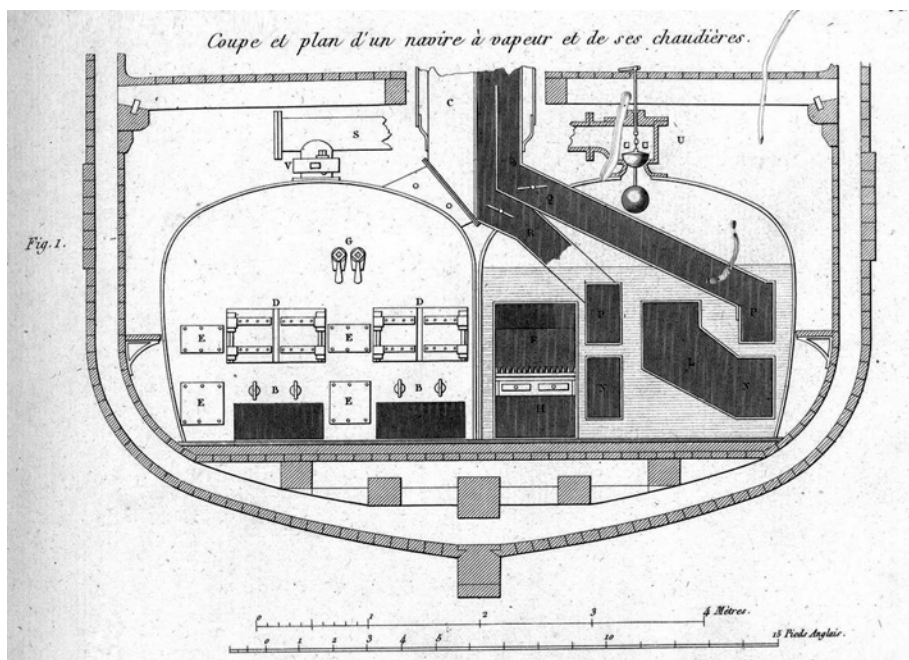


Figura 7. Diseño de una caldera a vapor según Thomas Tredgold. TREDGOLD, 1831, Lámina XXI.

A la vista del texto de Tredgold, según opina Azaola, una vez que se comprueba que la máquina propuesta por Montesinos está superada por el estado de la técnica existente, permitirle exponerse a gastar los 10.000 reales en montar un modelo, sería una verdadera temeridad, mucho más cuando este “infeliz” ofrece la posibilidad de costear el gasto de su propio sueldo, ya sea de los jornales atrasados o del sueldo corriente, incurriendo en la posibilidad de arruinarse “un artista honrado y tan benemerito cargado de familia”. Por ello, le parece extraño que tanto sus Jefes como la Junta del Departamento hayan apoyado esta instancia sin proponer que, en caso de considerarla adecuada, corriese con todos los gastos el Erario público u otros aficionados, o en caso de considerarla inadecuada, disuadirle de tal efecto. Por otro lado, considera totalmente inadecuado el arbitrio de permitir la venta de efectos excluidos del Arsenal para pagar las obras del modelo, ya que podrían inducir a un tráfico poco legal o a abusos por parte de los empleados y guarda-almacenes.

En tercer lugar, y como vino explicando desde el inicio, Azaola sostuvo que la propuesta de Montesinos de construir posteriormente en grande esta máquina en España era casi un delirio, puesto que no se contaba con las infraestructuras necesaria y, por lo tanto, fabricarla como es debido saldría “a peso de plata”. Además, postula que este ingenio, o no serviría de nada por sus imperfecciones, o no habría compradores por su precio. Por ello, considera que es más provechoso traerlas de Inglaterra o Estados Unidos, ya que las máquinas importadas serían de mejor calidad y más baratas. Hay que tener en cuenta que en ese momento todavía no se había establecido ninguna fábrica de este tipo de maquinaria en España. Las primeras serían la fundición de *Bonaplata* y *José Safont* en Madrid (1833), y la *Nueva Vulcano* en Barcelona (1836). Sin embargo, ambos talleres funcionaron en sus primeros años con máquinas importadas del exterior, y por tanto Helguera y Torrejón [2001, p. 252] establecen que el proceso de inclusión de estos ingenios en el país no se dio por concluido hasta la década de 1840 [ORTIZ-VILLAJOS, 2005, p. 5].

En cuanto a su aplicación en pontones, cree que sería otro error, ya que su uso para la limpieza de los ríos y determinados puertos, es “vano y ridículo”. Además, el diseño de Montesinos no sería muy económico. A su parecer, de ser necesario la utilización de dragas, el único artilugio que recomendaría es el pontón de limpieza a vapor que la Compañía del Guadalquivir trajo de Inglaterra, que cree que se vendió a la Marina, capaz de extraer miles de pies cúbicos de fango o arena en muy pocas horas, y que lo demás “es perder el tiempo y tirar el dinero al agua”. Sobre este aspecto, se puede matizar que la información que aporta Azaola es imprecisa, puesto que la Compañía del Guadalquivir (de la cual era accionista) nunca llegó a traspasar la titularidad de la *Reina Isabel* a la Armada, solo se la rentó para la limpieza de los caños de la Carraca. Asimismo, Montesinos había especificado en su proyecto que esta contrata costó a la Real Hacienda una cantidad de 7.000 reales por cada quintal de fango extraído, mientras que con su diseño costaría un máximo de 3.000 reales por quintal, desmontando así la idea de Azaola de que su proyecto era menos económico.

Para terminar sus observaciones, este ingeniero civil pide al Rey que agradezca a Montesinos su interés y afición por estos estudios, y que procurando emplearle en trabajos relacionados con las máquinas de vapor, para ver si despunta por algún otro invento más útil, se le regale un ejemplar traducido al francés de la obra de Thomas Tredgold sobre construcción de bombas a vapor, y un manual del constructor de las mismas, “para que se desengañe y pueda hacer progreso”.

Una vez evacuado este informe a la Junta Superior de Gobierno de la Armada, se decidió que el trabajo de Montesinos no presentaba la utilidad que este prometía, por lo que no existían motivos que indujesen a llevarlo a efecto. El Rey respondió estar de acuerdo con el dictamen final, y aprobaba la compra en Francia de las citadas obras de Tredgold para que se le entregasen a Montesinos.

5. LOS ÚLTIMOS AÑOS DE JOAQUÍN MONTESINOS

El informe desfavorable de Azaola, y la consecuente negativa de la Superioridad de Marina a desarrollar su proyecto, debió suponer un duro golpe para Montesinos pues, aunque seguramente aceptaría de buen grado y disfrutaría de las obras de Tredgold, no volvió a presentar ningún invento relacionado con el vapor. Es más, a partir de 1830 se dedicó única y exclusivamente a las tareas propias de su Cuerpo en los ramos que Echegaray le había encomendado. No hubo grandes cambios ya en su carrera, a excepción de que, a partir del 1 de septiembre de 1834, pasó a encargarse del reconocimiento de los materiales del Almacén General, y que en 1841 se le asignó la dirección de los ramos de diques y de maderas, durante el cual dirigió la entrada y salida en dique seco del bergantín de guerra francés *Voltigeur*, el cual encalló en la Bahía del Mojador debido a una tormenta. Dicho accidente provocó que el navío perdiese “40 pies de quilla desde el médio a popa; 7 id del codaste, los dormidos de popa y toda la zapata, de popa á proa, de 103 pies de longitud; quedando irregular la parte inferior de los fondos”⁴⁰. Alejandro Bouyon dirigió la colocación del buque en dique seco, la construcción de la cama de picaderos⁴¹ y las reparaciones de los daños sufridos hasta el mes de junio, en que entregó sus funciones al constructor supernumerario José Navarro.

En cuanto a recompensas por sus servicios, debido a sus continuados esfuerzos y a haberse restituido la Ordenanza de Arsenales de 1776, que premiaba los buenos servicios con graduaciones militares, Montesinos solicitó la graduación de Alférez de Fragata, ya que consideraba una grave afrenta que fuese el único de su clase del Departamento que no estuviese condecorado. Finalmente, el general Espartero, como Regente del Reino, le concedió el 2 de julio de 1841 la gracia que solicitaba⁴². Seis años más tarde, cuando Montesinos tenía 71 años de edad, se le concedió el ascenso a Constructor supernumerario⁴³. Al año siguiente, en 1848, aparece en el Estado General de la Armada desarrollando este empleo en la Carraca⁴⁴.

Esta es la última referencia que el autor de este artículo tiene sobre el servicio de Montesinos, y por lo tanto es desconocido el momento en que se retiró o falleció. Sí se puede suponer que no murió durante su estancia en la Armada, ya que de ser así habría un expediente informando a la Superioridad de su deceso, y solicitando se cubriese su vacante. En cuanto a su retiro, el autor considera la fecha más plausible diciembre de 1851, puesto que tras el restablecimiento del Cuerpo de Ingenieros en 1848, se ordenó que los miembros del Cuerpo de Constructores e Hidráulicos continuasen en la forma en que estaban organizados, situación que se mantuvo hasta el 7 de mayo de 1851 en que, definitivamente, se suprimió el Cuerpo. Si bien este Real Decreto estipulaba que sus miembros ingresarían en el Cuerpo de Ingenieros como Ingenieros prácticos, formando un escalafón aparte, no creemos que Montesinos, que en ese momento tendría 74 años, estuviese decidido ni en condiciones de continuar sus servicios, ni su nombre aparece en la lista de los nuevos Ingenieros prácticos.

6. CONCLUSIONES

La figura de Joaquín Montesinos, aunque obviada en los estudios historiográficos, al no tratarse de uno de los grandes tratadistas o ingenieros de la Armada, tiene su importancia en

la ingeniería naval del cambio de centuria y primeros años del siglo XIX. Siendo un individuo que empieza su carrera profesional entre los puestos más bajos de los constructores navales de la Armada y, sin tener conocimientos técnicos de las máquinas a vapor, más que los que desarrolla tras delinear los planos de los ingenios ya existentes en los arsenales de Cádiz y Cartagena, logra desarrollar dos proyectos con el fin de incluir la navegación a vapor en España. Además, los presenta en unos momentos en que, desde los altos puestos del Gobierno o la Marina, se escudan en la falta de personal cualificado para estas actividades.

Estos proyectos, independientemente de su comparativa con el desarrollo e innovación que se da en este campo fuera de nuestras fronteras, suponen un avance o un primer intento de incluir este tipo de máquinas para la navegación y funcionamiento en embarcaciones de la Marina de Guerra española. Su importancia radica no sólo en que pretendían acabar con la dependencia exterior, sino que también buscaban fomentar el establecimiento de esta industria a nivel nacional.

Mentes más proliferas y versadas en la ingeniería mecánica, y especialmente en las máquinas a vapor, podrán dilucidar mejor si los proyectos de Joaquín Montesinos estaban realmente tan obsoletos como pronunció Gregorio González Azaola, o si por el contrario, tenían la suficiente innovación como para haber incorporado a España como una de las potencias pioneras en la navegación a vapor. El autor desea que este artículo sirva para poner en valor la figura de un inventor y emprendedor español olvidado por las mareas del tiempo.

NOTAS

1. Para ampliar información sobre la Compañía del Guadalquivir, se recomienda la lectura de MORAL ITUARTE (1989).
2. GARCÍA MARTÍNEZ (2005).
3. Sobre estos primeros vapores puede seguirse con detalle los trabajos de ANCA ALAMILLO [2011], CERVERA PERY [1996], GONZÁLEZ ECHEGARAY [1981], LEIRA PLACER [1999] o VEGA BLASCO [1989].
4. Los datos referentes a este apartado han sido extraídos de las diversas hojas de servicios de este individuo conservadas en los siguientes legajos: AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47 y AGMAB, Oficiales de Guerra, Asuntos Personales, Legajo 620/777.
5. Con esta denominación se definía a la ciudad ubicada en el Reino de Murcia y bañada por el Mediterráneo. La razón de ello era diferenciarla de otros asentamientos en América, como Cartagena de Indias (Nueva Granada, actualmente Colombia).
6. Su hermano Juan también ingresó en la Armada y, en 1805, era ayudante de contramaestre.
7. La idea de utilizar máquinas de vapor con el fin de achicar el agua de los diques fue planteada por Jorge Juan en 1749, durante su estancia en Inglaterra, pero debido a varias vicisitudes, el proyecto quedó sin desarrollar durante más de 20 años. Sobre la inclusión de las máquinas a vapor en los arsenales, es de gran interés el artículo de HELGUERA QUIJADA, J. (2015). También son dignos de mencionar los artículos de Cristina Roda Alcantud, en los cuales elabora un marco general de la Marina en el siglo XIX, especializándose en los arsenales militares españoles y sus trabajadores. Por afinidad a este tema, podemos destacar RODA ALCANTUD (2007).
8. Señala Helguera Quijada que esta máquina proporcionaba el doble de potencia que las de Jorge Juan, y tenía unas dimensiones y consumo parecidos. En 1787, se instalaron dos unidades de este tipo en el Arsenal de la Carraca, y en Ferrol hubo que esperar hasta 1795, en cuya instalación participó su hermano Juan Montesinos [HELGUERA QUIJADA, 2015, pp. 222-223].
9. Referente a la vida y obra de este Ingeniero, es de gran interés el artículo de TEIJEIRO DE LA ROSA (2010).

10. Se examinó ante un tribunal de sus conocimientos en “la delineación práctica y formación de plantillas con el largo, figura, declives, y grosores correspondientes a cada pieza de las principales de que se compone el cuerpo de un buque; así como en representar en planos los proyectos, dándole las ideas, y formar los cálculos usuales como son: el arqueado, desplazamiento, centro de volumen, metacentro, y centro vélico”.
11. En un principio se propuso su ascenso a Primer delineador, pero la grave situación del Erario público, hizo que se desestimase esta opción.
12. Tras finalizar la Guerra de Independencia, la situación de la Armada era muy grave, estando sus barcos en una situación deplorable, sus arsenales vacíos, y sus oficiales en un estado de pobreza absoluta, a los cuales en 1816 se les debían 33 meses de pagas. Incluso fallecieron en abril de ese mismo año, “de extenuación, en virtud de continuada escasez y hambre” el teniente de navío José Lavadores y el capitán de fragata Pedro Quevedo, y señala el Secretario del Despacho de Hacienda que “se hallan próximos á lo mismo, postrados en paja, un Capitán de navío, dos de fragata, un Comisario y otros muchos de las más clases, que me es muy doloroso recordar”. Igualmente perecieron en situaciones de extrema pobreza Enrique Mac Donell, Teniente General y Ministro del Supremo Consejo de Almirantazgo, y José Jordá, Jefe de Escuadra. Pero la situación de miseria era común para todas las clases de la Armada, lo que quedó reflejado en los siguientes versos:

Un soldado de marina / Se puso a pintar el sol, / Y del hambre que tenía / Pintó un pan de Munición.

Esta circunstancia, remanente de la última década del siglo XVIII, se alargó durante años en algunos casos. [FERNÁNDEZ DURO, 1903, tomo IX, pp. 142-144].

13. En la defensa del Arsenal de la Carraca y de San Fernando, aparte de las fortificaciones de fábrica y el medio natural, también se aprovecharon los caños y canales como sistema defensivo, ya que aumentando el nivel del agua, facilitaban el aprovisionamiento y comunicaciones mediante naves. Se llegaron a construir dos grandes canales. El primero, el de San Jorge, conectaba los muelles del Zaporito y Gallineras con Sancti Petri, por el cual las embarcaciones podían navegar con seguridad, ya que quedaban a resguardo del fuego francés. El segundo canal, compuesto por tres brazos, se hallaba al suroeste de Camposoto, y sus ramificaciones conectaban con el Océano, con el caño de Sancti Petri (canal de Dos Hermanas), y con el río Arillo [QUINTERO, 2009, p. 104]
14. Esta expedición, que tenía previsto zarpar en 1820 bajo el mando de Enrique José O'Donnell, conde de la Bisbal, tenía por objetivo sofocar los movimientos independentistas de América, mediante la pacificación del Río de la Plata, capturando Montevideo y Buenos Aires, y posteriormente dirigirse a Chile, desde donde las fuerzas militares auxiliarían a las tropas realistas de Perú. La sublevación, el 1 de enero de 1820, del coronel Rafael de Riego y de las tropas acantonadas en Las Cabezas de San Juan (Sevilla), dio al traste con la partida de la expedición.
15. Este empeño por utilizar las horas extraordinarias de su descanso en aplicar los conocimientos adquiridos a la mejora de sus trabajos, o la invención de nuevos artilugios, ya le venía de familia, puesto que en una carta que envía, en 1805, el ingeniero Tomás Muñoz a fray Francisco Gil de Tobada, Director general de la Armada y Secretario del Despacho de Estado y de Marina, participando la muerte de su padre Fulgencio Montesinos, señala que:

No tan solo era infatigable en el trabajo, sino aun fuera de las horas de el, su celo no le dexaba descansar, reconociendo á desoras de la noche las obras delicadas que teniamos entre manos, particularmente las del malecon del 1^{er} Dique, que por mal principiado nos dio que hacer. Esta constancia y celo estaba acompañada de los mayores conocimientos practicos adquiridos con su mucha aplicación desde las obras del Arsenal de Cartagena á que estuvo destinado [...]. AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos, Copia de la carta enviada por Don Tomás Muñoz a Fray Francisco Gil con fecha 28.05.1805, anexada a la hoja de servicios de Joaquín Montesinos.

Al igual que Joaquín, su hermano Juan también mostró gran interés por este tipo de máquinas, ya que en 1810, bajo la dirección del Jefe de Escuadra y Comandante General Juan Ruiz de Apodaca, realizó los planos y modelo de una máquina de vapor de doble émbolo destinada al achique de los diques. Visto en la Hoja de Servicios de Juan Montesinos, AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47.

16. Aunque se ha encontrado en su hoja de servicios la referencia de que Montesinos inventa tres máquinas a vapor con sus respectivas naves, sólo se han logrado localizar los dos proyectos que se presentan en este escrito.

17. AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos, “*Máquinas movidas por la acción del fuego inventadas por D. Joaquín Montesinos de la Lanza, primer Delineador naval del Departamento de Cádiz*”. Fecha: 10.04.1825.
18. La falúa era un bote grande y sólido, provisto de veinte remos o más, con los costados realzados, y que portaba dos palos y una carroza a popa, para el uso de los generales u otras personas de “carácter” [O’SCANLAN, 1831, p. 271].
19. O lo que es lo mismo, una eslora de 45 pies, una manga de 13 pies, y un puntal de 4 pies y 6 pulgadas. La línea de flotación calaba en popa y proa 3 pies y 6 pulgadas.
20. Debido a la existencia de tres mecanismos diferentes, los canales se distinguían con la denominación de canales de “primera”, “segunda”, o “tercera” suerte.
21. AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos, carta dirigida al Secretario de Estado y del Despacho universal de Estado. Fecha: 22.04.1825
22. Según su parecer, las máquinas podrían construirse de cualquier magnitud, ya que lo importante era el tamaño de la fuerza que se necesitara.
23. La potencia nominal sería de 2,16 caballos, mientras que la real se reduciría a una fuerza de 1,68 caballos.
24. Los miembros del nuevo Cuerpo perdían la consideración de militares, de la que gozaban sus antecesores en el de Ingenieros de Marina, y sus tareas quedaron relegadas a las de “construir, carenar buques y dirigir obras civiles é hidráulicas sin salir nunca à campaña”. Vid. en *Manual de Reales Órdenes de Generalidad para el gobierno de la Armada, que da principio en el año de 1824*, Tomo II, Madrid, Imprenta de Miguel de Burgos, 1831, p. 140.
25. Y con el ejemplo tan cercano en el tiempo de la compra de los navíos rusos de 1817, que Cesáreo Fernández Duro describió de la siguiente manera:

Por raro que parezca, ni se consultó el particular con el Almirantazgo, ni al Ministro del ramo se comunicó el secreto de las negociaciones, en las que se contaba con sumas de dinero que habían de producir conferencias distintas habladas con la Gran Bretaña.

Difícilmente se descubrirá en la historia de la administración negocio que merezca parecidas censuras. Tratado sigilosamente, se procuró que no dejara huella por donde llegara á algún día á rastrearse, haciendo desaparecer los documentos de los archivos de los ministerios en que debieran radicar [FERNÁNDEZ DURO, 1903, tomo IX, pp. 135-136].
26. Debe recordarse que Echegaray fue el tutor de Montesinos en 1789, enseñándole los principios elementales de la delineación de planos y formación de plantillas de construcción naval en la sala de gálibos del Arsenal de Cartagena, y por lo tanto conocía el buen celo y desempeño que mostraba este Ayudante de constructores en todas sus obras.
27. O’Scanlan define las dragas o pontones de limpieza de la siguiente manera:

Barco chato ó de fondo planudo, con la popa y la proa cuadradas y sin lanzamiento alguno que armado de cabestrantes, ruedas ú otras máquinas, sirve para la limpia de canales, puertos y rios [...] Modernamente se han montado con máquinas de vapor, cuando su objeto es el de la limpia de los puertos, tomando en tal caso el nombre de draga [O’SCANLAN, 1831, p. 430].
28. AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos. Fecha: 26.07.1830.
29. Señala el autor que, en función del uso que se desee dar a esta máquina, la situación de este elemento puede estar en la parte inferior del balancín, o en la superior.
30. La potencia nominal de esta máquina sería de 44 caballos, mientras que no señala cual sería la fuerza real.
31. O lo que es lo mismo, una eslora de 63 pies, una manga de 22 pies, y un puntal de 7 pies y 4 pulgadas
32. Montesinos estipula que cada pie cúbico se corresponde con 83 libras de material extraído.
33. En el documento original del proyecto, Montesinos especifica que la velocidad del émbolo sería de 10.500 pies/hora. Esto responde a una errata del autor, pues la fuerza del vapor de este modelo es muy inferior a la del pontón y, posteriormente, en el resto de cartas que acompañan a la instancia se especifica una velocidad de 500 pies. La potencia nominal de esta máquina sería aproximadamente de 1 caballo.
34. AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos, carta dirigida al Presidente y vocales de la Junta del Departamento. Fecha: 26.07.1830.

35. AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos, Oficio n.º 1 de la mesa 3ª de constructores. Fecha: 20.10.1830.
36. Sevilla, Imprenta de Manuel de Aragón y Cía., 1815.
37. Andrés Antelo (1773-1844) entró en la Armada cuando tenía 10 años, agregado al ramo de cerrajería. Participó con Juan Montesinos en la instalación de las máquinas *Newcomen* del Arsenal de Ferrol, y en 1797 fue nombrado Maestro mayor de las bombas de vapor, cargo que ocupó en dos periodos diferentes: 1797-1808, y 1816-1820. En 1825 volvió a solicitar dicho puesto y, aunque se le concedió, quedó anulado por el establecimiento del nuevo Cuerpo de Constructores e Hidráulicos. Sin embargo, debido a su buen desempeño, se le concedería en 1834 la graduación de Teniente de Navío, y cuando el Ministro Vázquez de Figueroa propuso ese mismo año la construcción de una corbeta a vapor de 34 cañones, solicitó el informe de Antelo, ya que según el Ministro este era la máxima autoridad en mecánica del país. Sobre la vida de este individuo, se recomienda ANCA ALAMILLO (2009).
38. AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos, Informe de Gregorio González Azaola. Fecha: 25.08.1830.
39. Existe una edición de esta obra, traducida del francés al español por Gerónimo de la Escosura en 1831, y que ha sido digitalizada por la Biblioteca virtual del Principado de Asturias.
40. Información obtenida de la *Relación de los méritos y servicios de Don Alexandro Bouyón, Caballero de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo, Capitán de Fragata graduado y Primer Constructor de la Armada Naval. Procedente del extinguido Cuerpo de Ingenieros de Marina*. AGMAB, Ingenieros. Asuntos Personales Alfabetizados, Legajo 3408/51, Bouyón Turner, Alejandro. Fecha: 05.10.1847.
41. Cada una de las piezas de maderas cortas y gruesas que se colocan en medio de la anchura y á lo largo de un dique ó grada perpendicularmente á su longitud, y sirven para sostener en la altura conveniente la quilla del buque que se carena ó construye, á fin de poder trabajar en el pantoque y colocar despues la basada en su casco. Úsase mas comunmente en plural; y en lo antiguo se decia estepa, según Clar [O'SCANLAN, 1831, p. 417].
42. AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos.
43. AGMAB, Ingenieros de Marina, Asuntos Personales, Legajo 3408/47. Expediente personal de Joaquín Montesinos. Fecha: 19.06.1847.
44. Véase: *Estado General de la Armada para el año de 1848*. Madrid: Imprenta, librería y depósito de obras de Marina de R. Matute.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

Fuentes documentales

Archivo General de la Marina “Álvaro de Bazán” (AGMAB):

Cuerpo de Ingenieros de Marina:

Asuntos Personales: Serie 3408, expedientes números 47 y 51.

Oficiales de Guerra:

Asuntos Personales: Serie 620, expediente 777.

Bibliografía

- AMENGUAL MATAS, R. R. y SAIZ GONZÁLEZ, J. P. (2007) “Trayectorias tecnológicas de las máquinas térmicas e industria del motor en España”. En: P. Pascual Domènech y P. Fernández Pérez (eds.) *Del metal al motor: innovación y atraso en la historia de la industria metal-mecánica española*. Bilbao, Fundación BBVA, 53-126.

- ANCA ALAMILLO, A. (2009) "Andrés Antelo Lamas: notable operario de la Maestranza ferrolana". *FerrolAnálisis, revista de pensamiento y cultura*, 24, 80-89. <http://www.clubdeprensadeferrol.com/pdf/FA24_09.pdf> [Consulta: 24-agosto-2018].
- ANCA ALAMILLO, A. (2010) "El primer vapor de la Armada Española". *Revista General de Marina*, 259(4, *Noviembre*), 613-618. <<http://www.armada.mde.es/archivo/rgm/2010/11/cap05.pdf>>, [Consulta: 24-agosto-2018].
- ANCA ALAMILLO, A. (2011) *La Armada en la Primera Guerra Carlista*. Gijón, Fundación Alvargonzález.
- CERVERA PERY, J. (1996) "Ferrol, cobertura naval de las Guerras Carlistas". *Cuadernos Monográficos del Instituto de Historia y Cultura Naval*, 29, 53-62.
- DERRY, T. K. y WILLYAMS, T. I. (1992) "El transporte marítimo". En: T. K. Derry y T. I. Willyams *Historia de la Tecnología. Desde 1900 hasta 1950 (II). Volumen 5*. Madrid, Siglo Veintiuno de España Editores, 369-380.
- FERNÁNDEZ DURO, C. (1903) *La Armada Española desde la unión de los reinos de Castilla y Aragón*. Tomo IX. Edición de 1972, Madrid, Editorial Gráfica Romo.
- GARCÍA MARTÍNEZ, J. R. (2005) "Real Fernando (primer vapor español)". *Revista General de Marina*, 248(1-2), 89-100.
- GONZÁLEZ ECHEGARAY, R. (1981) "De la Vela al Vapor". En: E. Manera Regueyra (dir.) *El Buque en la Armada Española*. Bilbao, Sílex, 257-273.
- HELGUERA QUIJADA, J. (2015) "Jorge Juan y las transferencias de tecnología a mediados del siglo XVIII. La máquina de vapor". En: A. Alberola-Romá, C. Mas Galvañ, y R. Die Maculet (Coord.) *Jorge Juan Santacilia en la España de la Ilustración*. Universitat d'Alacant / Universidad de Alicante, Servicio de Publicaciones, 199-226. <<http://www.cervantesvirtual.com/obra/jorge-juan-y-las-transferencias-de-tecnologia-a-mediados-del-siglo-xviii-la-maquina-de-vapor-849127>>. [Consulta: 24-agosto-2018].
- HELGUERA QUIJADA, J. y TORREJÓN CHAVES, J. (2001) "La introducción de la máquina de vapor". En: F. J. Ayala-Carcedo (Dir.) *Historia de la Tecnología en España*. Barcelona, Tomo I, 241-252.
- KUCZYNSKI, S. (2010) "La Revolución del Vapor: su aplicación a los barcos y navíos del Siglo XIX". En: S. Kuczynski. *Del "drakkar" al "Titanic" y del tiempo de la madera al tiempo del acero*. La Plata, Universidad Nacional de la Plata, 191-331.
- LEIRA PLACER, J. (1999) "Evolución de la propulsión mecánica en la Armada Española". *Cuadernos Monográficos del Instituto de Historia y Cultura Naval*, 2. <<http://www.armada.mde.es/archivo/mardigitalrevistas/cuadernosihcn/12cuaderno/evolucionpropulsionmecanica.pdf>>. [Consulta: 24-agosto-2018].
- MORAL ITUARTE, L. del (1989) "Un intento frustrado de acondicionamiento del Guadalquivir: la actuación de la Real Compañía de navegación en la primera mitad del siglo XIX: nuevas aportaciones y replanteamiento geo-histórico de un tema polémico". *Mélanges de la Casa de Velázquez*, XXV, 327-353. <http://www.juntadeandalucia.es/educacion/vscripts/w_bcc1812/w/rec/4145.pdf>. [Consulta: 24-agosto-2018].
- ORTIZ-VILLAJOS, J.M. (2005) "Importancia de las patentes para los primeros fabricantes de máquinas de vapor en España: Nuevo Vulcano, La Maquinista Terrestre y Marítima y Alexander Hermanos". *Comunicación para la sesión B4 - "La industria y el mercado mundial: el cambio de ventaja comparativa en perspectiva histórica" - del VIII Congreso de la AEHE*, Galicia, 13-16 de septiembre de 2005. <http://www.aehe.es/wp-content/uploads/2005/10/b4_ortiz_villajos.pdf>. [Consulta: 24-agosto-2018].

- O'SCANLAN, T. (1831) *Diccionario Marítimo Español, que ademas de las definiciones de las voces con sus equivalentes en frances, ingles e italiano, contiene tres vocabularios de estos idiomas con las correspondencias castellanas*. Edición de 2003, Madrid, Museo Naval.
- PIÑERA Y RIVAS, A. DE LA (1990) “Los diques de carenar del Arsenal de Cartagena en el siglo XVIII”. En J. Fernández Pérez e I. González Tascón. (Ed.) *Ciencia, Técnica y Estado en la España Ilustrada*. Zaragoza, 517-546.
- QUINTERO GONZÁLEZ, J. (2009) “El boqueo de la isla de León, 1810 – 1812”. *Cuadernos monográficos del Instituto de Historia y Cultura Naval*, 59, 91-114. <<http://www.armada.mde.es/archivo/mardigitalrevistas/cuadernosihcn/59cuaderno/CM59.pdf>>. [Consulta: 24-agosto-2018].
- RODA ALCANTUD, C. (2007) “Historia y obras hidráulicas en Cartagena en los siglos XVIII y XIX: Ingeniería naval en el Arsenal militar”. *Revista Murciana de Antropología*, 14, 425-440. <<https://revistas.um.es/rmu/article/view/108081>>. [Consulta: 24-agosto-2018].
- TEIJEIRO DE LA ROSA, J. M. (2010) “Don José de Echegaray (1764–1842), un marino en lucha contracorriente”. *Revista de Historia Naval*, 109, 67-82. <http://bibliotecavirtualdefensa.es/BVMDefensa/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=75229>. [Consulta: 24-agosto-2018].
- TREDGOLD, T. (1831) *Tratado de las máquinas de vapor y de su aplicación a la navegación, minas, manufacturas etc.: contiene la historia de la invención y mejoras sucesivas de estas máquinas [...]*. Madrid, Imprenta de León Amarita. Copia digital, Biblioteca de Asturias “Ramón Pérez de Ayala”, Biblioteca Pública Estatal de Oviedo, 2010. Escrito en inglés por Th. Tredgold; traducido al francés por F.N. Mellet, y de este idioma al castellano por Gerónimo de la Escosura. <<https://bibliotecavirtual.asturias.es/i18n/consulta/registro.cmd?id=2349>>. [Consulta: 24-agosto-2018].
- VEGA BLASCO, A. de la (1989) “De la vela al vapor”. En: *La España marítima del siglo XIX (I) ciclo de conferencias- Abril*. Madrid, Instituto de Historia y Cultura Naval, 61-80. <<http://www.armada.mde.es/archivo/mardigitalrevistas/cuadernosihcn/04cuaderno/04velaalvapor.pdf>>. [Consulta: 24-agosto-2018].