

EVOLUCION DE LA PROPULSION MECANICA EN LA ARMADA ESPAÑOLA

Jesús LEIRA PLACER
Capitán de Corbeta

Introducción de las máquinas en España. Los primeros vapores

La revolución industrial fue tardía en España. Al morir Fernando VII en 1833, era un país subdesarrollado. Los recursos humanos, económicos y energéticos eran insuficientes y la base social inadecuada para lograr la acuciante evolución industrial. A lo largo del siglo XIX se suceden los esfuerzos por modernizar el país mediante cambios políticos que incidieron positivamente, a veces, en la capa social con leyes adecuadas.

Favorecida por una Real Orden que prohibía la importación de barcos de vapor, se funda en Barcelona en 1836 el primer astillero de buques de vapor: *Talleres Nuevo Vulcano*. Ese mismo año botan al DELFIN.

A lo largo de estos años surgen los Altos Hornos para la producción del hierro y la industria siderometalúrgica va concentrándose en Vizcaya y Asturias. Asimismo y como complemento industrial nacen los ferrocarriles y en 1848 entran en servicio las líneas Barcelona-Mataró y Madrid-Aranjuez.

Por entonces las calderas de los barcos todavía usaban agua de mar y la lucha contra las corrosiones e incrustaciones era ímproba. Los riesgos de explosiones eran enormes por los accesorios de control disponibles y se trataban de evitar con constantes pruebas a presión de los cascos.

Las máquinas eran alternativas, de cilindro vertical, balancín lateral y condensador de inyección. Con el balancín y un mecanismo de biela-manivela se transformaba el movimiento alternativo del pistón en rotativo sobre el eje donde estaban situadas las ruedas de paletas. Las bombas auxiliares eran también movidas por el balancín.

En los años sesenta se impuso el *nuevo tipo de condensador* de tubos. El vapor que pasaba por el interior era refrigerado por el agua de mar que rodeaba al haz tabular. Esto permitió alimentar las calderas con agua pura reduciéndose las incrustaciones y las presiones pudieron aumentarse.

En 1833 el estado de la Armada era pésimo, los Oficiales estaban desmoralizados y en la indigencia y el personal de reemplazo era escaso. Los Arsenales estaban vacíos y el corto Presupuesto llegaba con retraso.

En 1834 y debido a la guerra carlista se preparó un plan de bloqueo de la

costa Cantábrica que exigía la presencia de dos vapores que por no disponer la Armada de ellos hubo que adquirir. Por ello a finales del mes de septiembre arriba a Ferrol para armarse el *primer vapor utilizado en España con fines militares*, el Isabel II. El buque construido en Canadá por Bennet & Henderson contaba con dos máquinas de balancín lateral que desarrollaban una potencia de 200 caballos nominales, alimentadas por tres calderas rectangulares de doble horno que producían vapor a 4 lbs/pulg². Con las ruedas propulsoras, de 5,63 m. de diámetro, girando a 20 r.p.m. alcanzaba los 8 nudos. Tenía 49 m. de eslora y 13,5 de manga.

Dos meses después que el anterior se incorporó al bloqueo el Reina Gobernadora, algo más potente, 260 CV., y estilizado, 47 m. de eslora y 8,5 de manga. El 5 de mayo de 1835 fue relevado por otro vapor de igual nombre cuya maquinaria era similar a la del Isabel II.

A estos tres primeros vapores hay que sumar el Mazeppa, que llegó a Santander el 28 de octubre de 1835 transportando a los artilleros de la Legión Auxiliar inglesa.

Nuevas adquisiciones

En 1840 se adquieren dos nuevos vapores: Regente y Congreso. Habían sido construidos en Nueva York. Su máquina era de 150 CV. y contaban con dos calderas. Por supuesto ambos llevaban todavía aparejo bélico.

En 1841, Pedro Zulueta y Cía. de Cádiz le ofrecen al Regente del Reino dos vapores que aparte de servir para reprimir el contrabando de Gibraltar y Orán se podrían utilizar como escuela de maquinistas, aportando además un Taller de composición de máquinas que poseían en Puntales. Los buques eran: el Andaluz, construido en el Guadalquivir en 1841 con pino del país para el transporte de personas de Sevilla a Cádiz y el Península, nacido en 1836 en Aberdeen, Reino Unido, era de casco de roble forrado de cobre y preparado para transporte de personal. El primero era pequeño, 5 m. de manga y 31 de eslora, su máquina era vertical de condensación y doble efecto de Watt de 40 CV. y sus ruedas medían 4,7 m. de diámetro. El segundo montaba una máquina similar al anterior pero de 70 CV. y sus ruedas medían 5,32 m. Alcanzaba los 9,5 nudos.

En 1845 se adquieren otras cuatro unidades: Blasco de Garay, Vulcano, Alerta y Vigilante. El primero con una máquina de cilindros oscilantes alcanza los 350 CV. Fue construido en los Astilleros Whigram de Blackwall, y contaba en su armazón con madera de roble, teca, pino de Dantzing, caoba y olmo. Medía 56,5 m. de eslora, 10 de manga y 4 de calado. Sus cuatro calderas producía vapor a 1 kg/cm² y daba los 12,4 nudos con unas ruedas de 7,2 m. de diámetro.

El Vulcano fue nuestro primer barco de vapor con casco de hierro. Fue construido por Ditchburn & Mare en Londres. Máquina Penn oscilante de 200

CV. Las calderas tubulares trabajaban a más de 1 kg/cm² y tenía 50 m. de eslora, 8,6 de manga y 2,8 de calado.

El Alerta de 366 Tm., construido en Pasajes con roble y pino, estaba forrado de cobre. Las máquinas se montaron en Londres. Eran dos oscilantes de 60 CV. cada una. La caldera era tubular. Medía 44,5 m. de eslora, 8 de manga y 4 de puntal. Las ruedas tenían 4,4 m. de diámetro y daba 10 nudos.

El Vigilante, construido en Londres, daba con facilidad los 12 nudos y llegó a Cádiz con tripulación inglesa. Desplazaba 318 Tm. y medía 50,3 m. de eslora, 6,4 m. de manga y 2,2 m. de puntal. Su máquina era oscilante de 120 CV. y contaba con tres calderas de hierro fabricadas por Kent.

En 1846 se compran 7 vapores más, tres a Méjico (Castilla, León y Satélite), tres a Inglaterra (Elcano, Magallanes y Reina de Castilla) y uno de producción nacional el Lepanto.

El León fue el *primer barco de guerra construido como tal con casco de hierro*. Era de 800 Tm. y fue botado en Birkenhead en 1842. Daba 9 n.

El Satélite, primer vapor perdido por la Armada, en octubre de 1846, durante un huracán en Cuba.

El Reina de Castilla desplazaba 746 Tm. y su máquina de 280 CV. le permitía alcanzar los 9 n. Primer vapor español que cruzó el Atlántico.

Los tres ingleses eran pequeños y fueron construidos en Orchard Yard, Blackwall. El Reina de Castilla tenía 425 Tm. y los otros dos 302. Los tres contaban con máquinas Penn de 160 CV. el primero y 100 CV. los otros dos.

La quilla del Lepanto se puso en enero del 46 en La Carraca, tras 54 años de inactividad constructora y se botó en noviembre. Desplazaba 750 Tm. y montaba una máquina Penn, traída de Inglaterra, de cilindros oscilantes de 200 CV. y dos calderas tubulares.

Durante la Década Moderada destaca la figura de D. Mariano Roca de Togores, Marqués de Molins, Ministro de Marina en tres ocasiones y que impulsó la renovación de la Armada tanto orgánica como logísticamente. Modificó la Dirección de la Institución, reconstituyó los Cuerpos de Ingenieros y Sanidad y a los arsenales los dotó de medios materiales y humanos.

En 1850 se ordena la construcción de una Escuela Taller en el Arsenal de Ferrol con la idea de que allí se formasen los futuros Cuerpos de ingenieros mecánicos y maquinistas de vapor. Asimismo se pretendía contar en todos los arsenales con una Fábrica de máquinas así como Talleres de reparación.

Debido a la gestión del Marqués de Molins la Armada adquiere unidades que van a ser la parte fundamental de la fuerza. En 1849 Colón, Juan de Austria, Pizarro y Cortés. En 1850 ocho más, cuatro de ellas iguales: Isabel II, Francisco de Asís, Isabel la Católica, Fernando el Católico, y los Condes de Regla, Velasco, Jorge Juan y Ulloa.

El Colón era un magnífico barco de 1.000 Tm., 350 CV. que alcanzaba los 11 nudos. Los otros tres eran de menor porte.

Los cuatro gemelos, de dos chimeneas y tres palos, fueron los mayores y más potentes de la Armada durante largo tiempo. Tenían 1.500 Tm., 500 CV. y

su casco era de madera. Su eslora eran 77 m., manga 11,5 m. y calado 5 m.. Fueron construidos en Blackwall Yard por Money Wigram Sons. Sus máquinas eran del tipo de doble cilindro o siamesas. Sus calderas eran tubulares y trabajaban a 81b/pg2. Las ruedas eran de 9,3 m.ø. y conseguían los 10 nudos. Llevaban 750 Tm. de carbón y la dotación de maquinistas era de 30 hombres.

La pareja Jorge Juan y Ulloa son los *primeros vapores de guerra que se construyeron en Ferrol* (Esteiro). Ambos botados en 1851 y su maquinaria procedente de Inglaterra era una Penn de cilindros oscilantes. El Ulloa llevó a bordo al General Prim en su expedición a Méjico en 1861.

En abril de 1856 se prueba en Cartagena el General Liniers, que es histórico por el ser primero de la Armada en contar con una *máquina hecha íntegramente en España*. Alcanzó los 11 nudos y tenía 120 CV. Fue construida en los talleres Nuevo Vulcano de Barcelona. Desplazaba 550 Tm. y su eslora eran 45,5 m., manga 7,2 y calado 2,6. Fue dado de baja en 1875.

La hélice

En 1850, después de numerosas pruebas efectuadas tanto en Inglaterra como en los EE. UU. entre buques con los dos tipos de propulsión conocidos, quedó patente la bondad de la hélice sobre las paletas. Aparte de su mejor rendimiento, iba sumergida por entero en el agua, su movimiento es más regular, permite aumentar la manga del barco, mejora la estabilidad y las baterías de cañones pueden ir a lo largo de todo el costado.

Con el nuevo tipo de propulsión surgen los engranajes, las máquinas de biela de retorno (Return connecting rod) y la de tronco (Trunk).

El primer buque de hélice español fue la goleta Isabel Francisca que se botó en marzo de 1856 en Cartagena, pasando al Arsenal de Ferrol donde se le instaló su máquina Penn de Tronco allí construida. En su dotación de máquinas además del primer maquinista, el inglés Took, había dos Ayudantes españoles, D. Antonio Rodríguez y D. Eliseo Maldonado. En noviembre de 1856 se botó en Ferrol la goleta Santa Teresa de máquina similar a la anterior. Su hélice medía 2,05 m.

Con tres palos, aparejo de bergantín goleta y máquinas de cilindros horizontales, dos calderas de cajón y hélice fueron botándose por aquellos años las conocidas goletas que tanto servicios prestaron a la Armada. De poco porte y calado estaban pensadas para la lucha costera. Estas fueron: Consuelo (1858), Diana (1858), Covadonga, Edetana, Ceres, Constancia y Santa Filomena (1859), Animoso, Circe y Caridad (1860).

Las fragatas de hélice fueron la columna vertebral de la Armada esos años y la primera se botó en 1857: Princesa de Asturias. Su máquina era de dos cilindros horizontales de 360 CV. y cuatro calderas de tres hornos.

De casco idénticas características en sus máquinas son la Berenguela (Ferrol 1857), Petronila (Cartagena 1857) y Blanca (Ferrol 1859). De casco de

madera y 2.000 Tm., máquina de dos cilindros horizontales, tipo tronco, 4 calderas prismáticas de 4 hornos, presión de vapor de 0,91 kg/cm², hélice de dos palas y 4,8 m.Ø y 360 CV.

Las potencias van en aumento pero el tipo de máquina y caldera es el mismo. La maquinaria se va decantando hacia un modelo único cuyas bondades tanto en fiabilidad como consumo estaban hartas probadas.

En la década de los sesenta se construyen en los arsenales nacionales más fragatas: Concepción y Lealtad en 1860 y Carmen, Triunfo y Resolución en 1861. Desplazaban 3.000 Tm. y su eslora eran 70 m., manga 13,5 m. La máquina era la clásica ya descrita. Sus potencias estaban entre 600 y 450 CV.

Asimismo y como muestra de despegue de la industria nacional por esa época, se contruyeron en astilleros particulares otras diez goletas: Vad-Ras, Guadiana, Huelva y Andalucía (Huelva-1863-130 CV) y en Barcelona Sirena (1865) y Santa Lucía (1861) en Nuevo Vulcano, y Vencedora (1861), Africa (1862), Favorita y Ligera (1864) en la Maquinista Terrestre y Marítima. Esta fábrica fue visitada por Isabel II en Octubre de 1860.

Las máquinas de las fragatas blindadas

En España se seguía con atención la evolución de este nuevo tipo de barco ideado por Dupuy de Lome, en Francia, evitaba los destrozos que en los cascos provocaban las nuevas granadas cónico-rompedoras. La primera que diseñó fue botada en noviembre de 1859, la Glorie. La coraza tenía 120 mm. de espesor. En pruebas obtuvo los 13,2 nudos. Desplazaba 5.600 Tm. y su potencia era de 2.537 CV.

Ante las importantes ventajas tácticas que suponía se decidió blindar las fragatas de hélice que se estaban construyendo: en Ferrol las Tetuán (1861) y Sagunto (1863), en Cartagena la Zaragoza (1861) y la Arapiles en Blackwall, Inglaterra (1864).

Todas tenían 6 u 8 calderas rectangulares, máquina horizontal de dos cilindros de expansión simple, hélice de dos palas y de 800 a 1.000 CV. Su construcción fue larga y problemática.

La más conocida de nuestras fragatas blindadas, la Numancia, se construyó en La Seyne-Tolón y fue botada en septiembre de 1863. La máquina había sido diseñada por Dupuy de Lome y era de dos cilindros horizontales, movía una sola hélice y con 1.100 CV. movía las 7.300 Tm. a 8 nudos. Contaba con diez calderas de frente rectangular. Entregada en diciembre de 1864, pasó directamente a combatir en el Pacífico.

La Victoria, construida en Blackwall, llegó a Ferrol en septiembre de 1868. Su máquina era la clásica Penn de 4.500 CV., 8 calderas. Dio 11 nudos.

A partir de la Gloriosa, las fuerzas navales se quedan estancadas, y todos los esfuerzos se pierden en la lucha interna política y militar. Sin sufrir crisis económica, España se estanca industrialmente y su voz es cada vez menos

importante en el mundo. Los avisos de insurrección en Cuba y Filipinas no alertaron a los responsables de que además de reformas políticas era imprescindible el disponer de una Armada numerosa y moderna si se deseaba mantener las colonias. También las leyes antiproteccionistas en cuanto al tráfico mercante quebraron la construcción nacional.

Cañoneros

Para la vigilancia de las costas de Cuba y de Filipinas se compraron las series de cañoneros. Eran de escaso calado y ligeramente armados. En 1860 se contrata en Inglaterra la serie Mindanao, 8 unidades de 79 Tm. y 30 CV. Se enviaron despiezados a Cavite donde fueron armados, lo que forzó la modernización de el Arsenal. Más pequeños eran los diez tipo Bulusan.

Gracias a la gestión del Comandante General del Apostadero de La Habana, en 1869, se adquiere *la serie más larga de unidades que jamás ha tenido la Armada*: los 30 cañoneros tipo Activo, fabricados en los EE.UU. y diseñados por Ericsson. Se construyeron a la vez en varios astilleros y como índice sólo decir que el primero estaba listo en siete meses. *Toda la serie se construyó entre el 19 de mayo y el 27 de diciembre de 1869.*

Medían 32,6 m. de eslora, manga 6,85 m. y calado 1,5 m. Su potencia era 40 CV. y desplazaban 179,1 Tm. El equipo propulsor eran dos hélices de bronce movidas cada una por una máquina de dos cilindros calados a 190°. Los cuatro cilindros evacuaban a un condensador de superficie que servía de soporte a máquinas. Su única caldera trabajaba a 1,89 kg/cm². Las máquinas se podían manejar desde cubierta por el Oficial de guardia.

Los carbones nacionales

Al llegar los primeros vapores en 1835, su primera dificultad era el abastecimiento del carbón. El carbón escaso ya sea por la demanda o debido a la especulación de los almacenistas, en general se adquiría por contratos anuales con los ingleses.

Los primeros ensayos serios con carbones esañoles se efectuaron en abril de 1871, bajo la dirección del Ingeniero Don Benito de Alzola, sobre carbones procedentes de varias cuencas.

Se pudo descubrir que no siempre se consumían carbones ingleses de buena calidad y a veces eran peores que los nacionales

La evolución de la propulsión

Hasta la fecha se fue evolucionando las ruedas de paletas a las hélices, de las máquinas oscilantes a las de cilindros horizontales y el paso de las calderas

paralelepípedas a las ovales y cilíndricas permitió el aumento de las presiones de trabajo. El empleo de las *dos hélices* aparece en Inglaterra en 1870 mejorando maniobrabilidad y seguridad. *Su llegada originó la desaparición de la vela*. El mayor espacio ocupado por las máquinas obliga a ponerlas contiguas y se vuelve a introducir la máquina de acción directa.

A mitad de los setenta aparecen las máquinas verticales, que ocupan menos espacio, facilitan el mantenimiento y disminuyen las temperaturas de las cámaras y los desgastes mecánicos. El avance de este tipo de máquina se provocó con los torpederos que necesitaban grandes potencias a lograr con máquinas muy ligeras. La máquina llegó a imponerse a finales de los ochenta.

La presión del vapor fue subiendo de las 60 lb/p2 hasta las 90 lb/p2 en 1880 con el acero maleable en la base de las calderas. Con el acero corrugado en las paredes de las calderas y la mejora de los evaporadores se llegaron a alcanzar las 155 lb/p2, máxima presión hasta la llegada de calderas acuatubulares, cuyos primeros modelos alcanzaban 300 lb/p2.

Otro factor influyente fue la adopción de la *ventilación forzada* que envía al aire a presión al horno para acelerar la combustión del carbón, que permitió reducir el tamaño de las plantas de las calderas.

El incremento de las presiones de trabajo y el consecuente aumento de las relaciones de expansión origina la *máquina de triple expansión* que aparece en 1882 en el Aberdeen. El éxito tanto mecánico como de economía determinaron la introducción de estas máquinas en toda clase de buques.

Las nuevas construcciones de la época no aportan avances tecnológicos notables hasta 1878, fecha en que se adquiere el cañonero Martín Álvarez en los EE.UU., 1^{er} *buque con caldera acuatubular de la Armada Española*, construido por su inventor Sr. Herreshoff. Las ventajas de estas calderas eran su poco peso y volumen, bajo precio y minutos para subir presión.

Entre 1878 y 1879 aparecen los torpederos Castor y Pollux. Construido el primero en Tolon y el segundo en Londres, tenían una caldera locomotora que alimentaba una máquina alternativa vertical de doble expansión. El peso total de la máquina del primero era de 12,485 Tm., más de la mitad de su desplazamiento total, y su potencia 265 CV. Alcanzó los 18,4 nudos. El segundo, construido por Yarrow, desplazaba 25 Tm., y como originalidad, además del timón normal tenía uno bajo crujía en la zona de proa. El humo de la caldera no salía por la clásica chimenea sino por unos conductos que estaban en los costados a unos 4,5 m. de la proa. Su potencia era de 350 CV. y alcanzó los 19,5 nudos, velocidad elevada por entonces y en la que se basaba la táctica de estos buques para intentar torpedear con éxito a un acorazado.

En 1860 se decidió construir en cada Departamento Marítimo una corbeta o fragata blindada que, con la demora habida en su construcción, terminaron denominándose cruceros. Se botó el primero en 1879 y los otros dos en 1881. Se llamaron Aragón, Navarra y Castilla. Desplazaban 3.300 Tm. y su máquina, fabricada por Penn e hijos, era del tipo de Alta y Baja presión, de acción directa émbolo anular (Trunk), tres cilindros (Alta y 2 de Baja) en el mismo plano y

con los puntos muertos a 120°. Su potencia era de 4.400 CV. Los tres cilindros eran de 1,86 m.Ø y carrera de 0,99 m. El diámetro del Trunk era de 0,91 m. y la barra de conexión medía 2,41 m.

Esta máquina podía funcionar de dos formas: que el vapor trabajase en los tres cilindros a la vez o bien en el de Alta primero y luego evacuar a los dos de Baja.

El vapor lo producían ocho calderas a una presión de 3,5 kg/cm². De fabricación nacional, tenían 299 tubos y superficie de calefacción 222 m² y parrilla 8 m². Pesaba cada una 24 Tm.

En las pruebas, el Navarra alcanzó los 13 nudos.

El ariete

En 1887, contruidos por Thornycroft, se botan los gemelos Ariete y Rayo. El primero fue el barco más rápido del mundo superando en sus pruebas los 26 nudos. Desplazaban 120 Tm. y en su estructura disponían de diez mamparos transversales estancos.

Sus máquinas eran dos verticales Compound de dos cilindros, puntos muertos a 90° y de 1.300 CV. Sus calderas causaron sensación en la época por su tecnología patentada por Thornycroft. Eran dos acuotubulares, de tres colectores, dos bajos y uno alto en el sentido de la quilla, unidos cada bajo con el alto por 459 tubos con curvatura. El colector alto o de vapor medía 0,67 m.Ø y tenía 9 cm. de espesor, los bajos 0,36 m.Ø y el espesor de los tubos 3 mm.

En sus famosas y notables pruebas de mar alcanzó una velocidad media de 26,01 nudos. Sus consumos de carbón a 11,6 nudos con los dos grupos fue de 115 kg/h y a 10,2 nudos con una máquina y una caldera 94,2 kg/h.

Por aquellos años salvo dos parejas, los torpederos son diferentes y de varias procedencias; Yarrow, Thornycroft, Normand, Germania. Situación que se repite con frecuencia en nuestra Marina conllevando complicaciones en el apoyo logístico, mantenimiento y manejo.

El destructor

Con unas especificaciones preparadas por el TN. de 1.ª Clase Villamil, la casa Thompsom de Clydebank construyó, a mediados de los ochenta, un buque cuyas características eran:

Eslora 58,7 m., manga 7,6 m. y calado medio 1,1 m.

Desplazamiento normal 385 Tm. y a plena carga 458 Tm.

Tenía como maquinaria principal dos máquinas alternativas verticales de triple expansión con una potencia total de 3.800 CV. que pesaban 73 Tm. y como auxiliares 6 de alimentación principal, 4 para los ventiladores de aire de las calderas, 2 de circulación de condensadores, 2 de alimentación de destila-

dores, 2 para el cambio de marcha de las principales, 2 para el aire comprimido de torpedos, 1 para el generador de electricidad y 1 para los cabrestantes de las anclas y timones.

Por lo expuesto se ve que ya ha desaparecido el concepto de máquina única y se vislumbra el nacimiento del completo Servicio de Máquinas.

Las máximas revoluciones eran 300 y el cambio de marchas pertenecía al conocido Stephenson. Cargaban 110 Tm. de carbón.

Cada cámara de calderas y máquinas ocupaba un compartimento estanco, existiendo 39 en total en el barco.

Las cuatro calderas eran del tipo locomotora o sea, de llama directa; cada dos eran adyacentes longitudinalmente y compartían chimenea. Tenían una superficie de calefacción de 137,4 m² y presión de trabajo 10,1 kg/cm².

Sus hélices, tras varios experimentos, fueron de tres palas y 2, 2 m.Ø.

El primer Destructor fue botado en 1886 y en todas sus pruebas se superó los 20 nudos de velocidad media. Fue entregado en enero de 1887 y a los ingleses les llamó mucho la atención pues su Armada no disponía por entonces de barcos de ese porte que fuesen tan veloces y potentes.

Cruceros

Entre 1886 y 1887 se botaron el Reina Cristina y Alfonso XII en El Ferrol y el Reina Mercedes en Cartagena. En relación a las cualidades anteriormente definidas para este tipo de buque tan sólo respondían en el aspecto de la autonomía, 4.500 millas. Su nula protección y su armamento escaso iban unidos a una velocidad que no superó en pruebas los 17 nudos.

El proyecto lo firmó el Ingeniero de la Armada D. Tomás Tallerie, desplazaban 3090 Tm. y medían 84,8 m. de eslora, 13,2 m. de manga, puntal de 7,83 m. y 5 m. de calado medio. La máquina horizontal era compound tipo Penn de tronco, con tres cilindros, uno de Alta y dos de Baja. La máquina del Alfonso XII se construyó en el Arsenal de El Ferrol y las otras en Inglaterra-Greenwich por Penn e hijos; éstas tenían 4.800 CV.

Cada buque llevaba diez calderas cilíndricas de llama de retorno, de acero Siemens-Martin. Tenían un diámetro de 3,7 m. y su presión de trabajo era de 4,9 kg/cm² con tres hornos por caldera. Hornos, placas de tubos y cajas de fuego eran de hierro Lowmoor.

Tras los mal llamados cruceros Isla de Cuba e Isla de Luzón, ambos de 1.030 Tm. y 2.200 CV., botados en 1886 en Newcastle, llegamos al tristemente célebre Reina Regente, botado el 23 de febrero de 1887 en Clydebank. Fue construido por Thompson y tuvo como progenitor nada menos que a Sir Nathaniel Barnaby, ex-Director de Construcciones del Almirantazgo inglés.

Desplazaba 5.600 Tm. y medía 97,3 m. de eslora, 15,43 de manga, 8,9 de puntal y 5,9 de calado. Su cubierta tenía una protección de 5 a 7,6 cm. y las cámaras de máquinas y calderas de 8,8 a 12,7 cm. Muestra de la gradual com-

plicación de los servicios es que este buque *contaba con 45 máquinas de vapor auxiliares* para los distintos circuitos.

Llevaba dos máquinas principales, gemelas, de acción directa y de triple expansión, horizontales que desarrollaban 6.000 CV. con tiro forzado y 4.000 CV. con tiro natural. El diámetro de los tres cilindros era 1,016, 1,574 y 2,336 m. y la carrera de los pistones 1,143 m.

Las cuatro calderas cilíndricas y de llama de retorno iban en dos cámaras. Tenían cuatro hornos, 252 tubos y presión de trabajo 9,8 kg/cm².

Su hélice era de tres palas y medía 5,63 m.Ø.

En sus pruebas con un desplazamiento de 4.662 Tm. mantuvo los 20,5 nudos con una potencia de 11.598 CV. y a 105,7 rpm. La velocidad económica era de 11,5 nudos con un consumo de 0,616 kg./CV. h. y una autonomía de 12.000 millas. Como es sabido se hundió durante una navegación entre Tánger y Cádiz durante un temporal, perdiéndose cuerpos y bienes.

Años más tarde se hicieron en España dos versiones del Reina Regente en Ferrol y Cartagena, el Alfonso XIII y Lepanto, botados respectivamente en 1891 y 1893. Las máquinas y calderas de estos buques fueron fabricadas por la Maquinista Terrestre y Marítima a lo largo de 1889 y dieron mal resultado.

El acorazado Pelayo

En 1884 se contrató el Pelayo, que iba a ser el primer acorazado español con la empresa francesa Forges et Chantiers de la Méditerranée. Fue botado en 1887 en presencia del Ministro de la Marina Español. Desplazaba 9.900 Tm. y medía 105 m. de eslora, 20,2 m. de manga en la cubierta baja y 15 m. en la cubierta alta, puntal de 15 m. y 7,35 m. de calado medio.

Las máquinas principales eran dos grupos independientes que movían cada cual su hélice. A su vez las dos máquinas de cada grupo, entre sí, eran independientes, pudiendo mover el eje ambas a la vez o tan sólo una y verticales, de las llamadas de Pilón, de doble expansión y carrera de 1 m. Esta carrera permitía montarlas bajo la cubierta blindada. Evacuaban a un condensador de 340 m² de superficie de refrigeración.

Las calderas cilíndricas de llama de retorno iban de tres en tres en cuatro compartimentos independientes. La envuelta exterior y los frentes estaban formados de acero, los tres hornos y cajas de fuego de hierro y los tubos de latón. Presión de trabajo de 5,75 kg/cm². Con el tiro natural la potencia era de 6.800 CV. y con tiro forzado 8.500 CV.

Las hélices de cuatro palas medían 5,1 m.Ø y 6,38 m. de paso.

El resultado de las tres pruebas previstas en el contrato fueron:

Con el tiro natural una velocidad media de 16,214 nudos y potencia 8.000 CV.

Con el tiro forzado una velocidad media de 16,7 nudos y potencia 9.600 CV.

Con 9 calderas y a 60 r.p.m. una velocidad media de 12 nudos, consumo 44,2 Tm./día y una autonomía, por tanto, de 5.100 millas.

La plantilla del Servicio de Máquinas era de 19 maquinistas, entre ellos tres maquinistas mayores y *a cargo del maquinista Jefe estaba* no sólo la propulsión sino también otros servicios como el servomotor del timón, máquinas de los botes, toda la electricidad y todos los aparatos lanzatorpedos y los hidráulicos de artillería.

El submarino de Isaac Peral

El “Peral” fue botado en septiembre de 1888 y con él se *iniciaba la propulsión eléctrica en nuestra Armada*. La electricidad para alumbrado y señales se estrenó en la fragata Numancia en 1877, tan sólo diez años antes de que Peral botase el submarino gracias a su ingenio y tesón.

La propulsión de este submarino era exclusivamente eléctrica y estaba formada por dos ejes acoplados cada uno a un motor eléctrico de 30 CV. mediante un engranaje helicoidal de doble reducción. Cada motor se alimentaba de un grupo de acumuladores de 248 unidades. Aparte de los dedicados a la propulsión había acumuladores para los auxiliares y el alumbrado. Todos ellos fueron adquiridos personalmente por Peral en Bélgica y eran de plomo del tipo “Joulien”. En una memoria fechada el 15 de febrero de 1890, tras las pruebas, el propio Peral decía:

“La menor velocidad es de 4,3 nudos que corresponde a la disposición de cuatro series de 62 elementos en tensión para cada uno de los dos motores. Como cada motor consume 20 amperios y cada elemento tiene una capacidad de 330 amperios hora se disponen de *66 horas de autonomía que da un radio de acción de 284 millas.*”

Tras las pruebas oficiales llegará la división de opiniones y el vacío. Tan sólo apuntar que en 1898 la Armada no disponía de sumergibles ni en la Habana ni en Filipinas.

El programa Rodríguez de Arias

La Ley de Fuerzas Navales aprobada el 12 de enero de 1887 autorizaba la construcción de varias series de buques entre los que no se incluía, que fue su grave error, acorazado alguno. Tan sólo en su artículo 5.º se apuntaba que se podrían construir buques acorazados si su conveniencia resultase demostrada.

La serie de mayor porte serían 6 cruceros de 6.500 Tm. De ellos tres fueron construidos por la industria privada, los llamados del Nervión, y al contrario de los que se construyeron en los arsenales del estado, estuvieron listos en su fecha. Los cruceros bilbaínos se llamaron Infanta María Teresa (1890), Vizcaya (1891), y Almirante Oquendo (1891). Desplazaban 7.000 Tm. y tenían una potencia de 9.000 CV. con tiro natural y 13.400 CV. con tiro forzado, producidos por dos máquinas verticales de triple expansión que movían cada una

un eje y una hélice de tres alas y 5 m.ϕ. Las calderas cilíndricas eran de dos tipos, cuatro con doble frente y dos de simple frente. Cada frente presentaba cuatro hornos. Sus superficies de calefacción eran de 456 m² y 254 m² respectivamente.

El mejor crucero de esta época fue el Cristobal Colón, construido en Sestri-Ponenti por Ansaldo para la Marina Italiana y comprado por España poco antes de su botadura. Era un gran crucero acorazado de equilibradas características. Sus dos máquinas eran de triple expansión, verticales y con una potencia de 13.000 CV. Montaba 12 calderas del tipo Niclausse que trabajaban a una presión de 12,6 kg/cm². Cada una tenía dos hornos y su superficie de calefacción era de 2.877 m². Las hélices eran de cuatro alas y 4,87 m.ϕ. En abril de 1897 alcanzó los 19,56 nudos durante las pruebas con tiro natural.

Dando un pequeño salto en la Historia hablaremos del pequeño crucero Río de la Plata. Pagado con fondos aportados por los emigrantes españoles de Argentina y Uruguay a raíz de la insurrección cubana fue el último buque construido por la conocida Forgest et Chantiers en el Havre.

Se botó en 1898, desplazaba 1.750 Tm., y medía 76,8 m. de eslora, 10,8 m. de manga y 4,5 m. de calado. Tenía dos ejes movidos cada uno por una máquina vertical de triple expansión. Las cuatro calderas eran Normand Sigaudy, de tres colectores, el alto de vapor y los dos bajos de agua que se unían al anterior por medio de haces tubulares.

Su potencia era de 7.000 CV. con tiro forzado y velocidad máxima 18 n.

Durante quince meses, entre 1900 y 1901, el crucero navegó por el Atlántico Sur y el Pacífico, recorriendo 24.000 millas y consumiendo 3.500 Tm. de carbón sin que las calderas presentasen averías ni sufriesen rotura alguno de tubos. La calidad del material se unía a un buen mantenimiento.

Entre las unidades menores de esta época están los seis *Destructores de Torpederos* tipo Terror. Construidos en Inglaterra, de 380 Tm., dotados de dos hélices movidas cada una una por una máquina de triple expansión de cuatro cilindros. Las cuatro calderas eran Normand y la potencia de 6.000 CV. Sobrepasaron en sus pruebas los 28 nudos. Se incorporaron en 1897 y 1898.

El combustible líquido

La combustión del petróleo en las calderas marinas se resolvió en 1890 con el quemador especial inventado por Cuniverti. Este tuvo mucha aceptación al no producir humo, factor táctico muy importante. *Con la llegada del nuevo siglo se empezó a extender el uso del nuevo combustible en principio usado en calderas mixtas combinado con carbón.*

Las ventajas del petróleo sobre el carbón las expresaba en 1914 el CC. Fernando de Carranza por este orden: Superioridad de poder evaporador, Economía, Ausencia de humos, Economía de espacio, Limpieza, Facilidad de dirección y gobierno y economía de trabajo.

Motores

Los *primeros motores* que se utilizaron en la Armada fueron los de los botes auxiliares del crucero Cataluña y del aviso Giralda. Ambos eran de explosión. Los primeros fueron construidos por Thornycroft en 1907, de 11 m. de eslora y 9,5 nudos de velocidad. El motor de cuatro cilindros, tenía una potencia de 45 CV. y 900 rpm. máximas. La mezcla de combustible se calentaba con los gases de escape.

Las turbinas del España

Gracias a la importante Ley de enero de 1908 se construyeron en España 3 acorazados de 15.700 Tm., 3 destructores de 370, 4 cañoneros de 800, 22 torpederos de 180 y 3 buques de vigilancia de 160. Se intentó con este programa fomentar la Industria nacional en general. El programa se desarrolló por contratos, previo concurso público con empresas civiles domiciliadas en España.

El concurso fue ganado por la Sociedad Española de Construcciones Navales creada el 18 de agosto de 1908. De acuerdo con lo previsto en la Ley esta Empresa se hizo cargo de los Astilleros del Estado de Ferrol y Cartagena en 1909. El Consejo de Administración de esta Sociedad reunía a la Banca, la Aristocracia y la alta burguesía industrial y económica de la época.

Llegamos a los acorazados tipo España construidos por el contrato anterior. Con ellos, además de las turbinas de vapor, llegaron innovaciones como las *calderas Yarrow* y los *cuatro ejes*, sin embargo se continuó usando carbón como combustible.

Tenían 140 m. de eslora, 24 de manga y 7,7 de calado. Desplazaban 15.700 Tm. y sus nombres fueron: España (1912), Alfonso XIII (1913) y el Jaime I (1914).

Montaban 12 calderas Yarrow dispuestas en dos cámaras y dos Cámaras de máquinas separadas por un mamparo longitudinal, en estribor estaban las turbinas de Alta presión (avante y atrás), trabajando sobre el eje central y una de Baja (avante y atrás) que lo hacía sobre el eje exterior; en babor estaban las de Media presión (avante) y una de Alta (atrás) trabajando sobre el central y una de Baja (avante y atrás) sobre el exterior. Por ello se podía maniobrar avante con los cuatro ejes o con los dos exteriores; ciar con los cuatro ejes y dar dos avante y dos atrás de distinta banda. Las hélices de tres alas medían 2,4 m.Ø.

Las calderas Yarrow tenían una superficie de calefacción de 375 m², trabajaban a una presión de 16,5 kg/cm² y tenían cuatro hogares. Las 12 del España se elaboraron en La Maquinista y las siguientes en los propios talleres de la S.E.C.N. en Ferrol. Este modelo de caldera se instalaría en el futuro en muchos buques de la Armada.

La potencia de los acorazados era de 11.500 CV. con tiro natural y 20.000 CV. con tiro forzado.

El España se probó en 1913 y alcanzó una velocidad de 20,55 nudos.

El arma submarina española

Tras el trifulco espectacular de los submarinos alemanes en la primera guerra mundial renació en interés por esta arma en nuestra Armada.

Gracias a la Ley Miranda de febrero de 1915 se adquirieron por compra directa en el extranjero cuatro unidades. La primera de ellas fue el Isaac Peral construido en los EE.UU.; pertenecía al tipo Holland y fue botado en julio de 1916. De 492 Tm. en superficie y 653 Tm. en inmersión llegó a España (Las Palmas) el 12 de marzo de 1917.

La propulsión consistía en dos motores Diesel para ir en superficie y dos motores eléctricos para navegar en inmersión, alimentados por baterías de plomo. Los primeros fabricados por la Compañía New London Ship & Engine Co. en Groton eran de 4 tiempos, simple efecto, reversibles, 450 rpm., 8 cilindros y una potencia máxima de 600 CV. Los eléctricos de 340 CV. eran dinamos de corriente continua, reversibles, es decir que podían funcionar como generadores cuando eran movidos por los diesel o producir energía mecánica si se alimentaban de una batería. Los acumuladores eran de electrolito ácido, fabricados por la Chloride Storage Syndicate.

En superficie llegaban a 15 nudos con una autonomía de 2.400 millas y 70 millas en inmersión a 4,5 nudos. Llevaban 11.000 litros de Fuel-Oil. La primera dotación de Maquinistas era 1 Primero, 3 Segundos y 2 Terceros. Es decir, 8 de una dotación de 24 hombres.

Luego llegó la *serie A*, que fueron tres construidos en Italia por la colaboración de las empresas Laurenti y Fiat San Giogio. Llegaron a Tarragona en septiembre de 1917. De menor tamaño que el anterior, 265/316 Tm., medían 45,6 m. de eslora, 4,2 de manga y 2,8 de calado. La profundidad máxima de inversión era de 45 m. Llevaban 21.000 litros de combustible.

Los motores térmicos fueron construidos por Fiat, de 2 tiempos, 6 cilindros, 520 rpm. y 350 CV. Cada motor montaba bombas de combustibles, a refrigeración y lubricación, Compresor de aire y Arranque por Aire.

Los motores eléctricos de 250 CV. fueron construidos por Savigliano en Turín y trabajaban entre 100 y 120 Voltios. Su batería era Tudor, con un sistema de ventilación automático, tenía 232 elementos de 180 kg. cada uno. En superficie a 400 r.p.m. alcanzaba los 9 nudos. Su autonomía a 8,5 nudos era de 3.800 millas en superficie y a 4 nudos 75 en inmersión.

Los destructores, galgos de la mar

Gracias a la precitada Ley Miranda fueron construidos por la S.E.C.N. en

Cartagena, los que, por su tamaño y velocidad, se podrían considerar como primeros destructores: Alsedo (1922), Velasco (1923) y Lazaga (1924).

Estos buques tenían una potencia de 33.000 CV. De 1.164/1.346 Tm., sus dimensiones eran 86,2 m. de eslora, 8,23 de manga, 4,4 de calado y 5,18 de puntal. Fueron los *primeros buques de la Armada española que usaron sólo Fuel-Oil en las Calderas* y los primeros y únicos que tuvieron cuatro chimeneas, una por cada caldera. Cargaban 272 Tm. de petróleo.

Poseían dos ejes, turbinas de vapor Parsons de Alta y Baja presión y cuatro calderas Yarrow. Todo ello así como el resto de la maquinaria auxiliar fue construido en las diversas factorías de la Empresa.

Su bondad y solidez fueron ampliamente demostradas ya que, a pesar de sus múltiples servicios, alcanzaron la década de los sesenta. Su velocidad oficial era 33 nudos aunque en pruebas alcanzaron 37 nudos.

Llegamos ahora a los soberbios destructores tipo Sánchez Barcaiztegui orgullo de nuestra Armada y de la empresa constructora.

Se construyeron 18 unidades, todos en Cartagena, entre los años 1922 a 1936, dos de las cuales se vendieron a Argentina. Dieron un resultado excelente y el diseño de la planta propulsora fue sólido y económico.

De inspiración inglesa, como casi todo lo de la Construcción Naval, esta vez incluso mejoraron el original. El contrato para los tres primeros se firmó en julio de 1922. El que le da nombre a la serie fue botado en julio de 1926, tras ocupar la grada que había dejado libre el Lazaga.

Las máquinas eran dos iguales e independientes con turbinas del tipo Brown Parsons, cada grupo lo formaban tres turbinas, Alta, Baja y dentro de ésta a proa una de criar. La potencia se transmitía a los ejes por medio de un acoplamiento flexible y engranajes de reducción.

Las cuatro calderas Yarrow de combustible líquido, estaban ubicadas en tres cámaras. Trabajaban a 17,57 kg/cm² de presión, doce mecheros, 3.320 tubos y una superficie de calefacción de 848 m². El aire lo suministraban dos turboventiladores por caldera y había siete Bbas. Weir de alimentación y cuatro más para el servicio de petróleo, más ocho calentadores. El agua de alimentación se calentaba previamente en un intercambiador de calor tipo Compactum Admixture con el vapor de evacuación.

De 1.650/1.914 Tm., sus dimensiones eran 101,9 m. de eslora, 9,67 de manga y 3 de calado. Potencia de 42.000 CV. Transportaban 540 Tm. de petróleo y la velocidad en pruebas llegó a los 40 nudos.

Su autonomía a 13 nudos era de 2.924 millas y a 33 nudos 782 millas.

Los cruceros y el aumento de las potencias

De los 25.000 CV. del crucero Reina Victoria Eugenia probado con éxito en 1922 pasamos a los 43.000 CV. de los cruceros Blas de Lezo y Méndez Nuñez y a los 80.000 CV. de los magníficos cruceros de la serie Príncipe

Alfonso. Este y el Almirante Cervera fueron botados en 1925 y el Miguel de Cervantes en 1928. De 7.975 Tm. de desplazamiento, sus dimensiones eran 176,6 m. de eslora, 16,61 de manga y 5,03 de calado.

Contaban con ocho calderas Yarrow de combustible líquido, de 5.910 m² de superficie de calefacción y 17,5 kg/cm² de presión de trabajo. Las máquinas consistían en cuatro grupos independientes de turbinas, contando cada una con una turbina de Alta y otra de Baja dispuestas en serie y acopladas a cada eje a través de engranajes de simple reducción de tipo helicoidal doble.

Los equipos auxiliares eran 4 turbocentrífugas de circulación del condensador de 100 Tns/minuto, 6 de C.I. y achique de 50 Tns/h., 2 de agua potable, 4 de aire, 16 de alimentación principal y auxiliar, 8 de petróleo y 2 para trasiego de combustible.

Las pruebas del Príncipe Alfonso pusieron de manifiesto la perfección alcanzada por la Constructora Naval en sus productos gracias al *control de calidad* que imponía el asesoramiento inglés. Alcanzó 33 nudos y a 15 nudos su autonomía era de 5.000 millas.

Llegamos ahora a dos cruceros que hicieron Historia en nuestra Armada: Canarias (1931) y Baleares (1932). De 10.275/13.280 Tm. de desplazamiento, sus dimensiones eran 193,9 m. de eslora y 19,51 de manga. Al igual que los de la serie anterior contaban con cuatro ejes independientes, movidos por turbinas de vapor Parsons a través de engranajes de reducción. Llevaban 8 calderas de vapor recalentado a 360°C. Tenía dos recalentadores del tipo Admiralty con 53 tubos, en cada caldera. Durante las minuciosas pruebas efectuadas en septiembre de 1934 *el Canarias alcanzó los 34 nudos* y una potencia de 94.617 CV.

Otras unidades

Entre las unidades menores de esta época merece especial atención el Artabro, el primer buque de la Armada de *propulsión Diesel-Eléctrica*.

Con la aparición de la turbina se pensó en la electricidad como método para compaginar la alta velocidad de aquella con la baja velocidad de la hélice y tratar de eliminar a la vez el ruidoso, caro y voluminoso engranaje reductor. Además de su buen rendimiento a cualquier velocidad era un medio sencillo y práctico para efectuar la reducción de velocidad y para cambiar la marcha sin mecanismos complicados. Se disponía de un potente par de fuerzas en la marcha atrás y además al trabajar varias unidades en el mismo eje, el fallo de una de ellas no lo inmovilizaba.

El Artabro, más tarde llamado Juan de la Cosa, fue construido por la Unión Naval de Levante y fue botado en febrero de 1935. Medía 57 m. de eslora, 10,5 de manga y 2,25 de calado medio. Desplazaba 770 Tm. y su potencia era de 500 CV. Velocidad 9 nudos y autonomía 3.000 millas.

La maquinaria eran dos motores eléctricos Diesel Burmeister & Wain, de cuatro cilindros, dos tiempos, simple efecto, inyección sólida, 350 CV.

y 650 rpm. Dos generadores Westinghouse, de corriente continua, excitación independiente 205 kw. y 250 V. directamente acoplados a los motores Diesel y construidos en Reinos por la Constructora Nacional de Material Eléctrico. Dos excitatrices Westinghouse-Constructora Nacional de 50 kw. y 220 V. que se acoplaban a los generadores en cuyo eje iban montadas. Un motor de propulsión de doble inducido, 500 CV., 300 rpm. y 250 V. por inducido.

Los Audaz

El primero de la serie fue botado en enero de 1951 y entregado a la Armada en junio de 1953. Además de las dificultades propias del momento, por estar recién finalizada la Guerra, estaba el avance técnico que representaban las calderas La Seyne de vapor recalentado a 35 kg/cm²., las turbinas Rateau y el cambio de la clásica tecnología inglesa a la francesa más compleja. Estos buques se modernizaron gracias a los acuerdos con los EE.UU. y su construcción se alargó demasiado. El último fue botado en septiembre de 1961, el Relámpago.

El peso de su instalación propulsora era de 363 Tm. para 30.800 CV. frente a las 520 Tm., 33.000 CV., de los Destruyores Alsedo.

Desplazaban 1.100/1.549 Tm. y medían 93,93 m. de eslora, 9,48 de manga y 2,9 de calado medio. Su velocidad económica era de 10 nudos con una autonomía de 3.917 millas. Su capacidad de petróleo era 300,48 Tm.

Tenían dos cámaras de calderas y dos de máquinas alternadas. En la cámara de proa existían dos calderas, cada una de 251 m² de superficie de calefacción y en la cámara de calderas popa una de 530 m². En cada cámara de máquinas había un grupo de turbinas de acción tipo Rateau compuesto por las clásicas de Alta, Media y Baja. En ésta iba la turbina de Ciar.

Las calderas de proa, simétricas, respecto a crujía, eran de tres colectores y tenían cuatro mecheros. La temperatura máxima del vapor era de 375°C, con un grado de recalentamiento de 132°C. El recalentador se encontraba situado entre los haces tubulares vaporizadores del colector inferior y los del colector intermedio.

La caldera de popa tenía cinco colectores y ocho mecheros. El agua de alimentación se controlaba automáticamente con los reguladores Weir-Robot.

La ayuda americana

Entre 1954 y 1959 fueron entregados a la Armada los 12 Dragaminas costeros tipo Nalón, excelentes unidades cuya bondad ha sido bien probada en múltiples marinas de todo el mundo. Fueron adquiridos nuevos en los EE.UU. y destaca en ellos el hecho de que su casco es de madera para lograr una firma

magnética mínima. Desplazan 378,4 Tm. y miden 43,7 m. de eslora, 8,18 de manga y 2,55 de calado.

Disponen, para la propulsión, de dos motores Diesel, General Motors, de 8 cilindros y 450 CV. por unidad que les permiten alcanzar más de 13 nudos. Su arranque es por aire y las máximas rpm. 1.200.

Estos motores son idénticos a los dos que mueven los generadores de corriente para alimentación de rastra magnética, lo que motivó más de una canibalización a favor de los propulsores para salir de algún apuro.

Su sistema de desmagnetización o Degaussing era muy sofisticado y se controlaba cada seis meses pasando por la estación de calibración donde se verificaba si su firma estaba dentro de los límites establecidos.

El Destructor Lepanto fue entregado a la Armada de mayo de 1957 en San Francisco. Tenía entonces 15 años de servicio. Fue el primero de los famosos *cinco latinos* de la 21 Escuadrilla. Barcos muy bien concebidos, fueron auténticas escuelas flotantes de varias generaciones de marinos.

Aportaron avances técnicos desconocidos por entonces en la Armada y nuevos conceptos aplicados, p.e., a la Seguridad Interior, todavía hoy en vigor, que hicieron de la Armada punta de lanza en las técnicas de la lucha contra incendios y control de averías, pasando por sus CASI no sólo personal propio sino compañeros de la Marina Mercante, etc.

Desplazaban 3.750 Tm. y medían 114 m. de eslora, 12,09 de manga y 5,4 de calado. Alcanzaban los 36 nudos y sus 500 Tm. de fuel-oil les proporcionaban una autonomía de 4.112 millas a 16 nudos, con un consumo de 1.850 kg/h y 159 rpm. de las hélices. A 34 nudos, máxima sostenida podían recorrer 904 millas con un consumo de 17.900 Kg/h. Las hélices de tres palas medían 5,9 m.Ø.

De todo apagado a Listos de Máquinas se tardaba 3H50M y si se partía de Servicio de Puerto, con una caldera encendida, 2H30M.

Su potencia propulsora era de 60.000 CV. producidos por 4 calderas Babcock & Wilcox, cada dos alimentando un grupo de turbinas, formado por una de Crucero, una de Alta, una Baja y una de Ciar, acoplado a un eje por medio de un engranaje de reducción General Electric.

Las calderas, tipo express, de vaso cerrado y dos hogares, saturado y recalentado, tenían una superficie de calefacción, en el primero, de 368 m² y 92 m² en el de recalentado. La presión de trabajo era de 565 lb/pg², unos 40 kg/cm², y la temperatura del vapor recalentado 850°F. Contaban con un economizador ubicado en los conductos de salida de gases, donde se volvía a calentar el agua de alimentación, previamente desaireada y calentada en el tanque desaireador.

Dando un pequeño salto en la historia nos encontramos en 1967 con otra nueva escuela flotante gracias a la cual se pudo forjar el Arma Aérea de la Armada, el Dédalo. Modificado en el Philadelphia Naval Shipyard ya era un veterano cuando fue entregado a España. Botado en 1943, había participado en la Segunda Guerra Mundial. Nació como crucero y durante la construcción fue modificado para convertirse en un portaaviones.

Desplazaba 13.000 Tm. y medía 190 m. de eslora, 21,8 de manga y 7,9 de

calado. Llevaba instalada en su planta propulsora la máxima potencia de nuestra historia: 100.000 CV.

Montaba cuatro calderas Babcock & Wilcox tipo express, doble envuelta, muy similares a las descritas para los latinos, aunque de mayor capacidad de producción de vapor. La presión de trabajo y temperatura del vapor recalentado, como en aquellos, también era de 565 lb/pg² y 850°F.

Cada dos calderas alimentaban a una cámara de máquinas con dos grupos de turbinas, situada a popa de su cámara de calderas. Cada grupo movía un eje. Los engranajes eran de doble reducción y el grupo lo formaba una turbina de Alta y una Baja con las dos partes de la turbina de Ciar en sus extremos.

En 1945, en sus pruebas alcanzó los 31,4 nudos durante 4 horas, con un desplazamiento de 15.000 Tm., a 336,5 rpm. de hélices, el vapor a 786 °F y consumos de 32.373 l/h de fuel-oil y 2.383 l/h de agua de alimentación.

El entonces Cabot alcanzó los 14 nudos con una sola caldera y un consumo de 4.714 kg/h. Con dos calderas llegó a los 25 nudos con un consumo de 12.745 kg/h.

El portaaviones Dédalo fue dado de baja en 1989, cediéndose a los EE.UU. donde lo utilizan como Museo Naval flotante.

Otra importante ayuda, dada la escasez de escoltas en nuestra Armada, fueron los cinco destructores de la clase FRAM-1 llegados a España en los años 1972 (2) y 1973 (3). Pertenecen al tipo *Gearing* modernizados según el plan Fleet Rehabilitation And Modernization, de donde proceden las siglas de su clase.

Su desplazamiento máximo es de 3.525 Tm. y miden 119 m. de eslora, 12,4 de manga y 5,6 de calado. La Planta Propulsora de 60.000 CV. está formada por dos grupos de turbinas que se componen de los tres clásicos elementos de Alta, Baja y Crucero.

El vapor lo producen cuatro calderas B & Wilcox de hogares divididos similares a las ya descritas para los latinos y el Dédalo. Su presión de trabajo es de 615 Lb/pg² y temperatura del vapor recalentado de 850 °F.

Una muestra del rendimiento de estos buques en cuanto a propulsión es que no hace mucho se navegaba en alguno con un consumo de agua destilada muy próximo al de proyecto. Por supuesto que en ello incidía de forma especial al equipo de profesionales que mantenían por entonces estos buques, donde, en general, el personal del Servicio de Máquinas se encontraba muy a gusto por la fiabilidad y múltiples alternativas que ofrecía su instalación.

Otro dato confirmado por el que escribe estas líneas, testigo del hecho, es que a la llegada conjunta a Las Palmas de un FRAM y un latino, el primero había consumido 160 Tm. de Fuel desde el Ferrol y el latino, tras navegar 200 millas menos desde Cartagena, había consumido 240 Tm. Póngase a estos datos los baremos correctores pertinentes, pero ahí quedan esos guarismos como muestra del rendimiento de estas unidades todavía hoy operativas en nuestra Armada.

Su velocidad económica es de 12 nudos con dos calderas, vapor a 850°F y con la turbina de crucero acoplada.

La armada actual

El plan de construcciones navales, cuya primera fase aprobó la Junta de Defensa Nacional en noviembre de 1964, provocó, por su entidad, la renovación de los astilleros de la E.N. BAZAN tanto en su material como en la cualificación técnica del personal.

El objetivo era construir cinco fragatas lanzamisiles derivadas del tipo Knox americano, dos submarinos de la clase francesa Daphne y a la vez modernizar los destructores Roger de Lauria y Marqués de la Ensenada.

El desplazamiento de las *fragatas* es de 4.175 Tm. y miden 135,5 m. de eslora, 14,3 de manga y 4,6 de calado medio a plena carga.

Su propulsión está constituida por un grupo de turbinas de vapor Westinghouse de 35.000 CV. con una Alta de acción de simple flujo y una de Baja de reacción de doble flujo con la conocida disposición de tener en sus extremos los elementos de la de Ciar. Ubicadas en paralelo se unen al reductor mediante acoplamientos flexibles. El engranaje reductor de doble hélice y doble reducción, transmite la potencia al eje propulsor que mueve una hélice de cinco palas de 4,57 m.Ø y un paso de 4,6 m.

El vapor es producido por dos calderas Combustion Engineering Co., tipo V2M. Cada una lleva cuatro mecheros tipo Todd con una singularidad innovadora en la Armada: atomizan el combustible con vapor. La presión del vapor recalentado a 510°C es de 84 kg/cm² y su producción de 54.200 kg/h, que se reduce a 8.400 kg/h con vapor desrecalentado a 345 °C y 82 kg/cm².

La Baleares, que da nombre a la serie, fue botada en agosto de 1970 y la última serie, Extremadura, fue entregada a la Armada en noviembre de 1976. Las restantes son las ya sabidas Andalucía, Cataluña y Asturias.

En 1967 se ordenó la construcción de los dos *submarinos tipo Daphne* ya mencionados y en 1970 se decidió construir dos más. Cuatro años antes se había firmado un contrato en cooperación y ayuda técnica con la marina francesa.

Su desplazamiento es de 870/1.040 Tm. y miden 57,8 m. de eslora, 6,75 de manga y 4,56 de calado. Su propulsión es Diesel-Eléctrica, en la cual es siempre el motor eléctrico el que acciona la hélice, bien alimentado por la batería, bien por el generador de corriente acoplado al motor diesel correspondiente. Los dos motores eléctricos son Jeumont-Schneider tipo CM de 588 KW cada uno. Los dos grupos de baterías tipo L están formados cada uno por 80 elementos conectados normalmente en serie. Los motores diesel, SEMT-Pielstick del tipo 8 PA4 185, tienen 8 cilindros en V a 90°. Son de cuatro tiempos, simple efecto, de inyección mecánica y sobrealimentados.

Su autonomía en superficie a 11,2 nudos es de 2.646 millas. Navegando con Snorkel a 6,3 nudos, 557 horas o 3.509 millas.

Estos submarinos son el Delfín, Tonina, Marsopa y Narval, el último de los cuales fue entregado en noviembre de 1975. En 1988 finalizaron las primeras obras de modernización de los mismos.

Los Ministros de Marina y Comercio firmaron un acuerdo en 1974 por el cual, financiados por el segundo el primero se comprometió a armar, dotar y mantener una serie de *patrulleros* que se dedicarían prioritariamente a la protección, vigilancia y salvamento de nuestros pesqueros.

Una vez más se acudió a la ya mencionada casa alemana Lurssen. Los dos prototipos de las dos series se construyeron en Vegesack (Bremen). El Lazaga, de 400 Tm. se botó en septiembre de 1974 y el Barceló, de 145 Tm. en octubre de 1975. Los restantes, cinco de cada serie, se construyeron en San Fernando, en los astilleros de la E. N. Bazán.

La propulsión de los pesados está formada por dos motores MTU tipo 956 TB 91 de 4.000 CV. de potencia continua a 1.515 rpm. y máxima de 4.500 CV. durante media hora cada seis a 1.575 rpm. Son de cuatro tiempos, doble efecto, inyección directa, turboalimentados, refrigerados por agua, tienen 16 cilindros en V a 50°. Cilindros y culatas refrigerados por agua dulce y pistones por aceite.

El peso del motor con los circuitos de lubricación y refrigeración vacíos es de 13.000 kg. Su consumo de 158 grs/CV/h. La temperatura de los gases de escape 650 °C.

El Lazaga en sus pruebas de mar sostuvo los 29 nudos a toda fuerza pero con un desplazamiento de tan sólo 360 Tm.

Las corbetas tipo Descubierta, popularmente conocidas a raíz del conflicto del Golfo, salen de un proyecto desarrollado íntegramente por la E.N. BAZAN. Son unos buques de escolta para mares interiores de magníficas características y muy equilibrados en sus 1.500 Tm. de desplazamiento. Sus medidas son 88,8 m. de eslora, 10,4 de manga y 3,4 de calado.

Sus cuatro motores BAZAN-MTU modelo 956, ya descritos, instalados en dos cámaras de motores, cada dos por banda van acoplados a un reductor de velocidad acoplado a su vez a un eje que mueve una hélice de paso variable Escher Wyss.

La corbeta Descubierta fue probada a mediados de 1978 alcanzando los 25,4 nudos a toda fuerza, con un consumo de 190 gr/CV/h y los 18 nudos a velocidad sostenida con un consumo de 157 gr/CV/h. Las autonomías en ambas resultó ser de 5.026 y 1.960 millas.

El submarino tipo Galerna es un desarrollo de los Daphne, efectuado por la Direction Technique des Constructions Navales de Cherbourg en 1970.

Tienen un solo eje con una hélice de cinco palas. Su propulsión Diesel Eléctrica está formada por dos motores Diesel Smet-Pielstick 16PA-4-185, sobrealimentados que mueven sendos generadores JEUMONT-SCHNEIDE de 850 kw.

Un motor eléctrico principal (MEP), de doble inducido, se alimenta de los generadores o de la batería principal, formada por 320 elementos de plomo-ácido sulfúrico, divididos en dos grupos iguales. Cada semibatería tiene una tensión mínima de 240 V., media de 320 V. y máxima del final de carga de 440 V. Tiene un sistema de agitado de electrolito y refrigeración de los acumuladores por agua dulce que aumenta el rendimiento y duración de la batería.

El MEP desarrolla 3.000 CV. a régimen continuo de 300 rpm. y 4.600 CV puntuales durante 5 minutos. Tiene un sistema de refrigeración por agua.

Las velocidades son: máxima de 20,5 nudos de inmersión durante cinco minutos y 17,5 nudos durante una hora. Con el Snorkel, máxima con un Diesel de 10,5 nudos. Las autonomías, en inmersión a 3,5 nudos 178 millas y con el Snorkel a 10,5 nudos 7.000 millas.

Los motores Diesel Smet-Pielstick, diseñados para submarinos, son ligeros y compactos, su peso por unidad de potencia en la versión de serie son 3,2 kg/kw pero pueden reducirse a 2,7 kg/kw.

El grupo de combate. La turbina de gas LM-2500

El Grupo de Combate es el resultado del esfuerzo que especialmente en los últimos 6 años ha sido realizado por la Armada. Con la entrega de la Princesa Sofía, a comienzos del año 1991, se finaliza esta fase.

Lo componen el Portaaviones Príncipe de Asturias y las fragatas tipo Oliver Hazard Perry o clase Santa María. Las tres primeras unidades FFG han entrado en servicio a partir de 1986 y la cuarta entrará en 1991.

Las turbinas de gas LM-2500 instaladas en estas unidades son la segunda generación de un prototipo desarrollado para la marina de los EE.UU. un derivado del famoso y muy probado J79 de la General Electric que fue el primer motor del mundo que permitió sobrepasar los Match 2.

Está desarrollada a partir del turborreactor de doble flujo TF39, creado especialmente para el avión gigante de transporte C5 Galaxy y más tarde usado en los famosos DC-10 y Airbus A300B.

El grupo propulsor lo forman la turbina de alta presión, que es uno de los mayores logros del grupo por las altas temperaturas que soporta, y la turbina de baja que deriva el turborreactor de doble flujo ya citado TF39, con seis etapas. Entre las dos desarrollan una potencia entre 20.000 y 27.000 CV. Su peso es de 4.670 CV. y su eje gira a 3.600 rpm.

Las aleaciones de titanio, nique, cobalto son frecuentes en sus elementos para evitar la corrosión.

En España *las primeras turbinas de gas* para la propulsión naval son las instaladas en el Príncipe de Asturias y en las fragatas Santa María.

El Príncipe de Asturias tiene un desplazamiento de 14.700 Tm. y mide 195,1 m. de eslora, 24,7 de manga y 9,1 de calado. Su propulsión se la proporcionan dos turbinas de gas de 23.000 CV. cada una, acopladas a un solo eje. La velocidad de proyecto es de 26 nudos.

Las FFG son de 3.600 Tm. y miden 135,6 m. de eslora, 13,7 de manga y 5,7 (sonar) ó 4,5 (casco) de calado. Dos grupos de 20.500 CV, cada uno, le proporcionan una velocidad de 29 nudos.

La turbina de gas LM-2500 es hoy la máquina propulsora más moderna de la Armada muy alejada de la que montaba el Isabel II, primer vapor que sirvió a la Armada hace más de 150 años.

Colofón

El único sistema que no había sido manejado hasta la fecha por los profesionales responsables de la utilización y mantenimiento de las instalaciones propulsoras de los buques de la Armada es el *nuclear*, aunque es justo recordar que en su día se contó con el personal preparado para ello.

El Cuerpo de Máquinas, en paz y en guerra, con bonanza o tempestad, ha manejado con eficiencia y eficacia todo el material que le han dejado bajo su responsabilidad: Máquinas alternativas, Motores Diesel y Eléctricos, Aparatos Auxiliares Eléctricos y de Vapor, Calderas y Turbinas de Vapor y, finalmente, también Turbinas de Gas.

Madrid, noviembre de 1990