

LA HIDROGRAFÍA, ESA DESCONOCIDA

Francisco J. PÉREZ CARRILLO DE ALBORNOZ



...relató su viaje y lo dibujó legua a legua en cartas de marear para mostrarlo a los ojos del rey serenísimo...

Ymago Mundi, cap. VIII.

Pierre d'Ailly (1410).



IDROGRAPHIA fue una palabra usada durante el siglo XVII por los escritores españoles y portugueses para abarcar todos los conceptos ligados a la navegación. El jesuita Georges Fournier usó *Hidrographie* como título de un imponente trabajo publicado en París en 1643, que cubría todos los aspectos del estudio de la mar, buques y navegación; sólo un capítulo muy pequeño entre los veinte estuvo dedicado a «La Carte Marine».

Con el paso de los años este término fue ganando en precisión y exactitud. Así, hoy en día, la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) la define de la forma siguiente:

«La Hidrografía es una rama de las ciencias aplicadas que se preocupa de la medición y descripción de las características del mar y de las áreas costeras con el propósito primario de la navegación y otros propósitos relacionados con actividades marinas, incluyendo la investigación, protección del medio ambiente y servicios de predicción.»

Antecedentes históricos

Para encontrar los orígenes de la actividad hidrográfica y de la cartografía española hay que remontarse a los siglos XIII, XIV y XV. Esta actividad está íntimamente relacionada con las singladuras de las marinas de Aragón y

TEMAS PROFESIONALES

Castilla y el incremento de la actividad comercial en el mar Mediterráneo. Es en esta época cuando nace la escuela mallorquina o catalano-mallorquina, en su mayor parte formada por mallorquines, que ostenta la primacía mundial del progreso cartográfico.

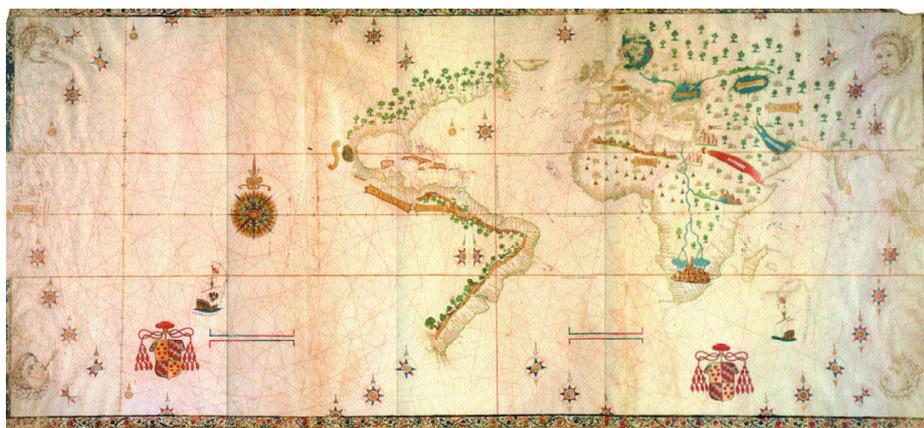
Hacia finales del siglo XIV aparecen dos figuras fundamentales de esta escuela: Abraham y Jafuda Cresques. Abraham Cresques es el autor del *Gran Atlas Catalán* (1), publicado en 1375, que comprende desde las costas españolas y africanas hasta el litoral de China.

La paulatina decadencia de esta escuela está ligada a dos acontecimientos que tienen lugar en 1492: la expulsión de los judíos y el descubrimiento del Nuevo Mundo.

La mayor parte de los cartógrafos eran judíos, por lo que la escuela experimentó un serio debilitamiento tras la expulsión de los mismos por los Reyes Católicos. Por otro lado, la actividad hidrográfica y cartográfica se intensifica con el descubrimiento del Nuevo Mundo por la necesidad de reflejar en las cartas los nuevos descubrimientos y por el cambio de la forma de navegar, que pasa de una navegación de cabotaje y costera a otra de altura y oceanográfica. Al polarizarse el interés de la corona en el Atlántico, el Mediterráneo será desplazado. La nueva «aduana» serán las Canarias, como en su día lo fueran las Baleares.

Esta intensificación de la actividad cartográfica queda patente en la primera carta de navegación del Nuevo Mundo, levantada por Juan de la Cosa en el segundo viaje de Colón y terminada en 1500 para presentarla a los Reyes Católicos (2).

La publicación de esta carta marca un hito en la historia de la cartografía española. A partir de este momento se sucederán importantes acontecimientos que marcarán la evolución de la actividad cartográfica en España y que



Carta planisferia anónima de 1525, copia del Patrón Real (Servicio Histórico. Instituto Hidrográfico).

desembocarán en el nacimiento de una institución clave: la Casa de Contratación.

En 1503 se funda la Casa de Contratación en Sevilla, convirtiéndose en centro de todos los estudios geográficos y náuticos.

Algunos años más tarde, en 1508, se crea el cargo de piloto mayor, que pronto se verá desbordado en sus atribuciones, y ante el continuo desarrollo de sus actividades en 1523 se complementa con el cargo de cosmógrafo mayor como máximo responsable de las cuestiones relativas a las cartas y a los instrumentos de marear. También en este año, Fernando el Católico ordena la creación del Padrón Real, especie de carta patrón para uso de todos los pilotos, donde se habían de registrar todos los nuevos descubrimientos y rutas marítimas (3).

La Casa de Contratación, por su organización, funciones y actividades puede ser considerada como el primer instituto hidrográfico del mundo. En un principio, como ya hemos visto, fue establecida en Sevilla, pero tras un largo pleito entre ésta y Cádiz se decidió finalmente trasladar la sede a la ciudad gaditana (4).

En esta época se publicaron muchas obras que contribuyeron al avance científico en el campo de la navegación. Algunas se editaron varias veces en el extranjero. Valgan de ejemplo: *Arte de navegar* de Pedro de Medina (1545), *Suma de Geographia* de Martín Fernández de Enciso (1546), *Regimiento de Navegación* de Pedro de Medina (1552), *Itinerario de Navegación* de Juan Escalante de Mendoza (1575), *Arte de navegar* de Rodrigo de Zamorano (1581) o *Hidrografía* de Andrés de Poza (1585).

En el siglo XVI se dio un gran paso en la Cartografía con el estudio de los nuevos sistemas de proyección, gracias a un mejor conocimiento de nuestro planeta y sus medidas (5).

Felipe II pensaba que la necesidad de un estudio geográfico de España era evidente, por lo que concibió el proyecto de realizar una descripción completa y general de la Península. Era su voluntad llegar a disponer de un mapa y una descripción detallada del territorio peninsular; sin embargo, un cúmulo de desgraciadas circunstancias lo impidió. Fue necesario que pasara mucho tiempo, como veremos más adelante, antes de reiniciarse el proyecto con éxito.

El siglo XVI fue muy fecundo para las navegaciones españolas en el Pacífico. La aportación científica española se pone de manifiesto en la importancia que cobraron las publicaciones que fueron apareciendo después de los descubrimientos y que fueron traducidas de inmediato a todos los idiomas.

No obstante, a finales del siglo XVI se había empezado a notar una falta alarmante de navegantes con preparación científica adecuada. Eran necesarios más cartógrafos y cosmógrafos; al no haber españoles formados en estas disciplinas se recurrió a extranjeros, por lo que llegaron a España varios científicos portugueses. Por consejo de Juan de Herrera, Felipe II había creado en

1582 una Academia de Ciencias y nombró al portugués Juan Bautista Labaña para explicar matemáticas, cosmografía y topografía.

Comenzando el siglo XVII Labaña recibirá el encargo de los diputados del Reino de Aragón de la formación del mapa de Aragón; trabajo que finalizaría en 1615 con gran precisión y perfección. Otro cartógrafo portugués establecido en España en esas fechas fue Pedro Teixeira, muy conocido por el mapa de Madrid a escala 1:1.800 publicado en 1656, aunque hay que decir que su obra más importante fue la *Descripción de España y de las costas y puertos de sus reynos* (6).

En 1688 se publica en Madrid el *Teatro Naval Hydrográfico*, del que es autor Francisco de Seixas y Lovera, al que se puede incluir dentro del movimiento científico renovador que se desarrolló en España en las postrimerías del siglo XVII. En su trabajo, este navegante gallego recoge los datos conocidos sobre hidrografía y navegación, enumerados por regiones.

Con esta obra finaliza un siglo que había sido muy prolífico en cuanto a la publicación de obras de cartografía y navegación, y nos adentramos en el siglo XVIII, en el que se producen en España importantes cambios de toda índole.

El siglo XVIII

Con el aumento de los viajes de exploración, la palabra hidrografía comenzó a ser usada en Europa durante el siglo XVIII para referirse específicamente al levantamiento de las costas y la obtención de sondas en lugares próximos a las mismas con escandallo, con la intención de producir cartas náuticas para la seguridad de la navegación.

A lo largo del siglo empezarán a nacer iniciativas en distintos países europeos para crear establecimientos que custodien y emitan cartografía marítima.

Así, en 1720, se crea en Francia el Depot des cartes et Plans (7), en Dinamarca el Sokort-Arkivet (1784), el Hydrographic Office en el Reino Unido (1795) y, por último (1797), la Dirección de Trabajos Hidrográficos en España.

A continuación analizaremos el caso español.

El reformismo iniciado con el advenimiento de la Casa Borbón a España, llevado a cabo por figuras como Patiño, Ensenada o Valdés, consiguió la reorganización del poder naval español.

La Real Armada, en general, y la Hidrografía, en particular, se verán muy beneficiadas por estos aires de cambio en muchos aspectos fundamentales. De ellos, cuatro son especialmente relevantes para el tema que se está desarrollando:

- La creación de la Academia de Guardias Marinas (1717).
- La fundación del Real Observatorio de Cádiz (1753).

- El levantamiento del Atlas Marítimo de España, proyecto cartográfico más importante acometido durante el reinado de Carlos III.
- Las expediciones científico-marítimas a ultramar.

A partir de ahora nos vamos a centrar en los dos últimos puntos citados, aunque volveremos a hablar del Real Observatorio dado el importantísimo papel desempeñado en el desarrollo de nuestra hidrografía.

El Atlas Marítimo de España

Es por excelencia la obra cumbre de la cartografía española del siglo XVIII, y fue dirigido por Vicente Tofiño (8) entre 1783 y 1788. Durante el desarrollo de los trabajos se formó una auténtica escuela para los oficiales, que realizarían las más importantes misiones hidrográficas de las dos últimas décadas del siglo y los primeros años del siguiente.

¿Por qué se encarga a la Marina una empresa como ésta? La falta de instituciones civiles y privadas que existían en otros países europeos, como las academias de ciencias y las compañías de comercio y navegación, obligó a los gobiernos ilustrados españoles a utilizar a la Marina y el Ejército como principales instrumentos del proceso de institucionalización y desarrollo de importantes disciplinas científicas y técnicas.

Por tanto, la renovación comenzó, antes que en ninguna parte, en el seno de los instrumentos elegidos, uno de los cuales era, como ya se ha dicho, la Marina.

Por ello, el 1 de mayo de 1783 Vicente Tofiño de San Miguel, de cincuenta y un años de edad, director de la Academia de Guardias Marinas desde hacía quince años, y que se encontraba dirigiendo un curso de Astronomía, recibió el encargo real de llevar a cabo el proyecto que Antonio Valdés y Bauzá, secretario de Estado y del Despacho Universal de Marina, había preparado. Se trataba de que, al igual que se hacía en otros países europeos, se hidrografiase todas las costas de España.

El 1 de julio del mismo año 1783 embarcan en el Arsenal de La Carraca, en la fragata *Santa Magdalena* (9), el capitán de navío Tofiño como comandante y el capitán de fragata Baltasar Mexias como segundo, con varios oficiales más (10).

El 24 de julio arriba el barco a Cartagena, lugar donde debían comenzar los trabajos. Desde esa fecha, hasta julio de 1784 en que el barco llega a Cádiz, se hidrografiaron las costas de levante y las islas Baleares.

Con la fragata *Santa Lucía* y el bergantín *Vivo* se finalizan dos cartas (11) que abarcan desde cabo San Vicente a Trafalgar y desde cabo Espartel a Cabo Verde con las islas Canarias. A continuación se levantó desde Gibraltar hasta Cataluña y desde Ceuta a Argel. El 6 de octubre de 1785 se finalizan los trabajos para la primera parte del Atlas.

TEMAS PROFESIONALES

En el verano de 1786 comienzan los trabajos de la segunda parte, que comprende Portugal, el Cantábrico y las Azores, finalizando en 1788. Paralelamente a las dos partes que componían la edición príncipe del Atlas, se publicaron sus correspondientes derroteros. El *Atlas Marítimo de España* fue una obra con una gran resonancia en toda Europa.

Las expediciones marítimas

Durante el reinado de Carlos III, después de haberse comprobado en varios conflictos bélicos la debilidad defensiva del Imperio (hay que recordar la toma de La Habana y Manila por los ingleses en 1761), se inició una necesaria política de rearme de la Marina. Se emprendieron medidas encaminadas a mejorar la defensa y comunicación de los distintos dominios españoles, la navegación y los levantamientos hidrográficos.

A lo largo de su extenso reinado (1759-1788) se inicia un fructífero periodo caracterizado por la abundancia de expediciones, en las que se mezclan diversos objetivos. El desarrollo de estas expediciones supuso la puesta en práctica de los conocimientos introducidos en la enseñanza de la navegación, y con las nuevas técnicas en hidrografía y cartografía nuestros hombres exploraron e incorporaron a la Corona territorios no controlados anteriormente.

Es éste un momento en el que la nueva política de Estado demanda, cada vez con más urgencia, nueva y moderna cartografía levantada por españoles que evite la dependencia de la cartografía elaborada por extranjeros. Era imprescindible al Estado retomar y reforzar el control marítimo del área desde Magallanes hasta Alaska, reorganizar las rutas comerciales alternativas y sentar nuevos puertos de abastecimiento. España se encontraba nuevamente amenazada por mar: la presencia en el Pacífico de rusos, franceses e ingleses hacía necesario reforzar la presencia española. De ahí la prioridad que el Estado otorga, en estos años, a los levantamientos cartográficos, que pondrá en marcha mediante importantes comisiones hidrográficas, organizadas unas desde la Península y otras desde las propias posesiones ultramarinas.

Se trata de lograr el control marítimo del Pacífico, y para ello no se reparará en esfuerzos; de ello son buena prueba las numerosas expediciones que se acometieron, protagonizadas exclusivamente por marinos, como las de Bodega y Quadra, Córdoba, Lángara o Boenechea... por citar algunas.

La Expedición Malaspina

Sin embargo, donde sin duda se pone de manifiesto el esfuerzo del Estado borbónico por lograr ese control ultramarino es en la expedición dirigida por Alejandro Malaspina entre 1789 y 1794, que representa y reúne como ninguna

otra expedición realizada en este siglo los ideales intelectuales, políticos y científicos de nuestra tardía ilustración. Con ella culmina la gran expansión marítima española de la edad moderna.

Esta expedición tenía objetivos de carácter político, por un lado (comprobar la situación de las posesiones ultramarinas, así como los recursos que se podrían articular para asegurar la hegemonía en el Pacífico y el control administrativo del imperio), y científicos por otro (paralelamente habría que realizar estudios en todos los campos: astronomía, hidrografía, demografía, zoolo-gía, flora, fauna, minerales...).

La expedición sale de Cádiz a bordo de la *Descubierta* y la *Atrevida*, siguiendo una derrota a lo largo de las costas americanas hasta el sur de Montevideo, pasa por el cabo de Hornos y baraja las costas americanas del Pacífico, llegando casi hasta los 60° de latitud norte.

Tocarán después las islas Sandwich, las Filipinas, las islas Marianas, las costas de Nueva Holanda y, después de fondear en Sydney, regresan al continente americano y vuelven a España atravesando por segunda vez el cabo de Hornos.

La expedición supuso, entre otros logros, mejorar la cartografía de todas las posesiones españolas, reportando un total de 27 cartas publicadas y numerosas cartas manuscritas en distintas fases de acabado.

Toda esta actividad cartográfica, a la que hay que añadir la llevada a cabo en el estrecho de Magallanes y la desarrollada en la zona del Caribe, planteó la necesidad de la creación de un centro científico que atendiera a la conservación de estos trabajos originales, a su reproducción y los diera a conocer a los navegantes.

Esta ineludible necesidad condujo al nacimiento de la Dirección Hidrográ-fica en 1797, en Madrid.

Los siglos XIX y XX

En 1770, Jorge Juan había aconsejado al entonces ministro de Marina la conveniencia de guardar los resultados de las expediciones en un depósito. Pero fue la publicación del *Atlas Marítimo de España* lo que puso en marcha el alquiler de un cuarto en la calle de la Ballesta de Madrid, inicialmente para depositar las planchas de las cartas, guardar los ejemplares estampados, llevar la contabilidad de las ventas, etcétera.

Andando el tiempo, este establecimiento evolucionaría de un mero depósi-to a un centro productor de cartografía. Y así, en 1797 (R. O. de 18 de diciem-bre) se creará la Dirección de Trabajos Hidrográficos, más tarde denominada simplemente Dirección de Hidrografía, de la que fuera primer director José Espinosa y Tello (que había participado en la expedición Malaspina).

El comienzo de siglo supone un momento muy difícil para España, que se ve reflejado en la Armada, y por ende, en la Hidrografía. La Guerra de la

Independencia supone un parón dramático para toda la actividad científica. Tras años de gran penuria económica, a mediados de siglo se empieza a apreciar cierto resurgir en la Hidrografía, con la formación de tres comisiones hidrográficas para desarrollar simultáneamente trabajos en Antillas, Filipinas y la Península. Su actividad será incesante hasta el comienzo del siguiente siglo.

En 1908, la llamada Ley Ferrándiz, en su artículo 9, disuelve la Dirección General de Hidrografía, pasando sus servicios a depender del Observatorio de Marina, de la Dirección General de Navegación y del Estado Mayor Central, perdiéndose la unidad de mando y doctrina logradas en el siglo anterior. La Ley Ferrándiz (12) supuso una profunda reforma administrativa que marcará el principio del siglo, con la reorganización de la Dirección de Hidrografía y, por ende, de la actividad cartográfica.

La comisión hidrográfica de la Península sigue trabajando en las costas gallegas (13) y vascongadas, cuyos levantamientos requerían renovación.

En 1933 y 1935 fueron entregados a la Armada los buques planeros *Tofiño* y *Malaspina*, que resultaron dos magníficos buques, con cascos muy duros y excelente comportamiento marineramente. Rindieron muy buenos servicios a la hidrografía moderna, teniendo como única limitación su escaso andar (14).

El Instituto Hidrográfico de la Marina

Durante años, la actividad hidrográfica siguió fragmentada y deslavazada. Así, una R. O. de 28 de julio de 1908 establece en el vapor *Urania* la escuela para enseñanza de oficiales afectos al servicio hidrográfico en vez de la Academia de Ampliación de Estudios de la Marina, antes existente. En dicha fecha se crea la especialidad de Hidrografía para los jefes y oficiales de la Armada tal y como la conocemos hoy día, aunque de hecho existía desde el siglo XVIII, mas no reconocida y sancionada de modo oficial.

Por un R. D. de 7 de diciembre de 1927 se crea en el Observatorio la sección titulada: Servicio Hidrográfico de la Armada, y se traslada al mismo la Escuela de Hidrografía.

Finalmente, en diciembre de 1943 se crea en Cádiz el Instituto Hidrográfico de la Marina como organismo científico, dependiente del Estado Mayor de la Armada, con personalidad propia, es decir, separándose del Observatorio de Marina. Será un centro dedicado a la Hidrografía, la Cartografía y la Navegación, en sus aspectos científicos y de aplicación. Con la creación de este nuevo centro la Hidrografía española experimenta un gran impulso, que se traduce en una producción cartográfica moderna, acorde con las necesidades de los navegantes, y con un prestigio mundialmente reconocido por la Organización Hidrográfica Internacional y los Servicios Hidrográficos más importantes.

Después de este breve repaso histórico, vamos a describir los trabajos más importantes que se llevan a cabo dentro del marco de la Hidrografía.

El levantamiento hidrográfico

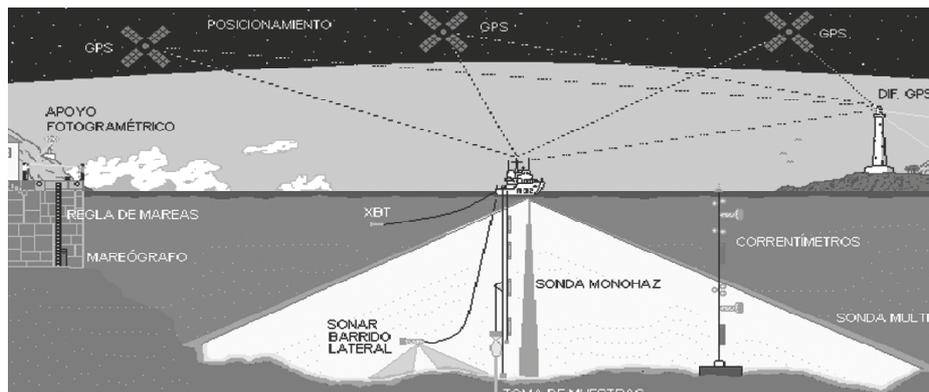
Llamamos levantamiento hidrográfico al conjunto de acciones que tienen como fin la obtención de datos que van a dar como resultado, después de su procesado, las cartas náuticas, derroteros, libros de faros y demás información náutica al navegante.

Todo comienza cuando el buque hidrográfico recibe un documento llamado Instrucción Normativa, que se origina en el Instituto Hidrográfico y en el que se especifica al buque:

- a) La misión u objetivo.
- b) Las normas para la realización de la misión, tales como la densidad de sondas, escala de los parcelarios, datos de mareas, localización del mareógrafo y regla de mareas, etcétera.

Los trabajos que comprende un levantamiento los podemos dividir en:

- Trabajos de tierra.
- Trabajos de mar.
- Trabajos complementarios.
- Trabajos de gabinete.



Levantamiento hidrográfico (imagen del autor).

TEMAS PROFESIONALES

Dentro de los *trabajos de tierra* podemos citar como más importantes:

- a) Reconocimiento del terreno, necesario, entre otras cosas, para identificar los vértices geodésicos donde han de colocarse los equipos de posicionamiento, bien para su funcionamiento durante la realización de los trabajos o para la comprobación de su funcionamiento.
- b) Trabajos geodésicos y topográficos, como pueden ser el cálculo de puntos de apoyo para la fotogrametría, las taquimetrías para delimitar las líneas de bajamar, líneas de costa, etc.
- c) Materialización del nivel de referencia para la reducción de sondas mediante la instalación de la regla de mareas, fondeo de mareógrafos y la nivelación de ambos instrumentos.

Entre los *trabajos en la mar* podemos destacar:

- a) Obtención de sondas, tanto a bordo de los barcos como de los botes (15).
- b) Medida de la declinación magnética en la mar para su inclusión en las cartas náuticas.
- c) Trabajos con sonar de barrido lateral para obtener una representación completa del fondo (16), donde la profundidad lo permita, para localización de obstrucciones y para determinadas aplicaciones militares.

Como *trabajos complementarios* más importantes podemos citar:

- a) Elaboración o comprobación de derroteros, que son publicaciones en las que se describe, de forma literal, toda la costa, así como los puertos y servicios con que cuentan.
- b) Obtención de vistas de costas para su inclusión en los Derroteros.
- c) Comprobación de características de faros y radioseñales de la zona de trabajo, para la actualización de las correspondientes publicaciones.

Dentro de lo que llamamos *trabajos de gabinete*, siempre a bordo del barco, podemos destacar:

- a) Proceso previo de datos, al objeto de comprobar que se han cubierto las zonas proyectadas y para detección de posibles peligros a la navegación.
- b) Elaboración del documento a remitir al Instituto Hidrográfico de Marina con toda la información obtenida.

La carta náutica

La obtención de sondas no es otra cosa que medir las profundidades de la zona cuyo fondo queremos conocer. El trabajo consiste en efectuar una especie de barrido de la zona a hidrografiar, siguiendo unas líneas de rumbo proyectadas con una separación entre ellas que variará, generalmente, en función de la escala de la carta o del recubrimiento obtenido (17). Estas líneas son recorridas por una embarcación que va midiendo, a lo largo de ellas, la profundidad o sonda, y a la vez registrará la posición geográfica y la hora.

La medida de las profundidades, o sondas, se hace mediante sondadores acústicos o ecosondas que, como su nombre indica, operan mediante ondas de sonido que se propagan muy bien en el medio marino y que son emitidas por elementos mecánicos en vibración que se llaman transductores. Estos equipos permiten, asimismo, obtener un registro analógico, y digital, con el que se puede efectuar el estudio continuo del fondo que yace bajo la línea navegada.

Se llaman monohaz cuando transmiten un solo haz de sonido, y multihaz cuando transmiten una serie de ellos. La diferencia fundamental entre unos y otros es que los sondadores monohaz efectúan un barrido muy estrecho del fondo, a banda y banda de la derrota seguida por la embarcación, mientras que los sondadores multihaz proporcionan cobertura total.

Para la medida de sondas se están empezando a utilizar, con carácter experimental, sistemas láser embarcados en aviones. De momento, se emplean únicamente en zonas costeras de difícil acceso y para pequeñas profundidades.

Como complemento de los sondadores se puede utilizar el sónar de barrido lateral, cuyo principio de funcionamiento es el mismo. Presenta la particularidad de que el transductor se lleva remolcado. Con él se obtiene una imagen completa del fondo submarino.

Para que tengan validez, todas las medidas de profundidades necesitan ser situadas con exactitud, siendo hoy día el GPS diferencial el sistema de posicionamiento utilizado para los levantamientos hidrográficos. Con él se consiguen altas precisiones con un mínimo de limitaciones y servidumbres. Las correcciones diferenciales se obtienen a partir de una estación en tierra instalada sobre un vértice geodésico conocido, a través de redes distribuidas a lo largo de la costa o por medio de satélite.

El sondador y el sistema de posicionamiento proporcionan las tres coordenadas que nos permiten situar con exactitud cualquier punto del fondo submarino, con su elevación. Han de estar correlacionadas entre sí y con el tiempo, necesario para la reducción de la sonda por marea.

El resultado de un levantamiento batimétrico es el parcelario de sondas.

En el parcelario monohaz quedan, entre líneas, zonas sin cubrir en las que pueden existir peligros para la navegación no detectados, mientras que en el parcelario multihaz no existen huecos, con lo cual se elimina esa incertidumbre.

TEMAS PROFESIONALES

Una vez que se ha finalizado el levantamiento hidrográfico, se inicia la compilación de la carta.

Actualmente, el sistema cartográfico de representación de todas las cartas náuticas españolas es la proyección cilíndrica directa modificada de Mercator.

El motivo fundamental de haber sido elegida esta proyección es porque en ella la loxodrómica —o curva que sobre la superficie terrestre corta a todos los meridianos con ángulos iguales— queda representada por una línea recta; de ahí su importancia para la cartografía náutica. Navegar por loxodrómica supone ir a un rumbo constante, que es la forma de navegar más indicada para navegaciones cortas y medias.

Desde principios del año 2000 se ha adoptado como Sistema de Referencia el WGS-84.

La información topográfica, es decir, la parte de tierra de la carta náutica desde la línea de costa hacia el interior, se obtiene, de igual manera que para una carta topográfica, a partir de fotografías aéreas tomadas desde un avión que sobrevuela la zona que queremos cubrir. El avión efectúa un barrido de forma similar a como se hace para obtener la parte de mar.

Las fotografías obtenidas componen una especie de mosaico del terreno, a partir del cual, en los restituidores fotogramétricos, se obtiene una visualización tridimensional del terreno, de la que se pueden extraer todas las características topográficas que nos interesen (línea de costa, curvas de nivel...). El resultado final es la minuta fotogramétrica.

Habíamos visto que con la información obtenida en el levantamiento batimétrico se obtenía un parcelario de sondas cuya información es excesiva para que pueda ser representada en la carta. Es necesario, por tanto, hacer una selección de aquellas sondas que el cartógrafo considere más importantes para que el navegante pueda conocer, de la manera más clara posible, la configuración del fondo. La información de la parte de mar que va a figurar en la carta se completa incluyendo los veriles o isobatas.

Con la información de la parte de tierra, la de la parte de mar y con toda la información complementaria de que se dispone, se obtiene un documento llamado «minuta», que constituye el borrador de la carta.

Una vez finalizado el proceso de compilación cartográfica, la minuta pasa a formar parte de la base de datos cartográfica, a partir de la cual se obtendrán los originales que van a servir para estampar la carta de papel.

Las cartas náuticas se imprimen en cuatro colores fundamentales: negro, magenta, azul y amarillo, que representan todos los elementos que la constituyen.

Desde hace algunos años ha irrumpido con extraordinaria fuerza la carta náutica electrónica, conocida como ENC, que es, en realidad, un subconjunto de datos de una base de datos cartográfica que contiene en forma digital toda la información geográfica que necesita el navegante. Esto incluye toda la que figura en la carta de papel, aumentada con la existente en otras publicaciones como, libros de faros, derroteros, anuarios, etcétera.

Esta información contenida en la ENC, así como la información de posición de un equipo de navegación, generalmente GPS diferencial, se presentan en un equipo llamado ECDIS, siglas en inglés de Sistema de Información y Presentación de la Carta Electrónica, que no es otra cosa que un sistema de información geográfico.

El equipo permite tres presentaciones diferentes que son: base, estándar y completa, conteniendo estas dos últimos elementos adicionales a la base, que son:

- La línea de costa.
- El veril de seguridad que es fijado por el navegante.
- Peligros aislados dentro de los límites seguros de la derrota.
- Dispositivos de separación de tráfico.

La carta náutica es un elemento vivo que está sujeto a continua variación y por tanto es necesario su mantenimiento al día, lo cual se hace mediante la emisión sistemática y periódica de correcciones que se agrupan en una publicación, de frecuencia semanal, conocida como Grupo de Avisos a los Navegantes. Esta publicación empezó a editarse en 1851 y se ha seguido haciendo de manera ininterrumpida.

Pero, además, cuando hay alguna información que por su importancia pueda representar un peligro para la navegación y deba ser conocida de manera inmediata por el navegante, se recurre a una difusión rápida mediante el sistema de radioavisos.

Los radioavisos se clasifican en tres clases: NAVAREA, costeros y locales.

Los avisos NAVAREA son avisos de larga distancia y se estructuran a nivel internacional, dividiendo el mundo en dieciséis áreas, cada una de las cuales es responsabilidad de un país determinado. España, a través del Instituto Hidrográfico, es el coordinador de la Navarea III, que comprende los mares Mediterráneo y Negro.

La información remitida por los países ribereños, o buques que navegan por la zona, es evaluada y difundida vía Inmarsat.

Los avisos costeros son avisos de medio alcance y se difunden a través de las estaciones NAVTEX, situadas en Finisterre, Tarifa, cabo de la Nao y Las Palmas, o de la Red de Estaciones costeras de la Compañía Telefónica. El coordinador nacional de avisos costeros es también el Instituto Hidrográfico.

Por último, los avisos locales son aquellos emitidos por las autoridades portuarias. Generalmente se difunden por emisoras radio en VHF.

Y ya para finalizar, y a modo de resumen, podemos decir que la carta náutica ha tenido una gran importancia en el pasado, la tiene en el presente y la tendrá en el futuro, no solamente desde el punto de vista de la seguridad de la navegación, consecuencia de una legislación cada vez más exigente para la

conservación del medio marino, sino también porque el mar cubre la mayor parte del planeta y bajo él se encuentran los mayores recursos naturales de la Tierra y para su obtención se necesita el más completo hidrografiado y cartografiado de los fondos submarinos.

La Organización Hidrográfica Internacional (OHI)

A principios del siglo xx, y como resultado de sendas conversaciones celebradas en San Petersburgo en 1908 y 1912, la Conferencia Hidrográfica realizada en Londres en 1919 decidió crear una Oficina Hidrográfica Internacional, con el objeto de hacer más fácil y segura la navegación por las aguas del mundo. Es así como en 1921, y gracias a la invitación del príncipe Alberto I que había servido en la Armada Española como el oficial Alberto Grimaldi, se establece en el Principado de Mónaco la sede oficial de la oficina, comenzando sus actividades con 18 estados miembros, entre ellos España.

En el año 1970 se cambió el nombre y la personalidad jurídica de la oficina, naciendo así la Organización Hidrográfica Internacional, la cual a su vez comprende la Conferencia Hidrográfica Internacional y el Bureau Hidrográfico Internacional.

Su misión principal es coordinar los trabajos ejecutados por todos los países para facilitar y asegurar la navegación, armonizando y unificando todos aquellos documentos relativos al progreso de la teoría y la práctica de la ciencia hidrográfica.

Los hidrógrafos

Desde los inicios de la hidrografía en nuestro país, los valores de profesionalismo y calidad humana se convierten en el principal bastión para la consecución de levantamientos cada vez más precisos.

Un Servicio Hidrográfico es como una «mesa de cuatro patas» (18), a saber: la infraestructura, la tecnología, el presupuesto y la capacidad humana: el Personal. Siendo importantes las cuatro, existe una que a lo largo de la historia siempre ha sido la principal: el Personal.

Los hidrógrafos constituyen un conjunto de hombres que se conocen a sí mismos y que tienen tal grado de cohesión que son capaces de mantenerse unidos ante cualquier eventualidad, realizando levantamientos en zonas particularmente extremas y poco exploradas, y con la capacidad de tomar decisiones acertadas ante las súbitas variaciones climatológicas.

Podemos retroceder en el tiempo e imaginarnos las condiciones en que fueron efectuados los levantamientos hidrográficos de la antigüedad, y así valorar como se merecen a los pioneros de esta especialidad.

El tiempo ha pasado y la tecnología ha cambiado el quehacer hidrográfico. Sin embargo, el espíritu de aquellos hombres que levantaron gran parte del mundo aún está presente.

Quizá por eso, a instancias de la XVI Conferencia Internacional (abril 2002), la Organización de las Naciones Unidas (ONU) por la Resolución A/60/30, de 29 de noviembre de 2005, declara el día 21 de junio como «Día Internacional de la Hidrografía», con el objetivo de dar un apropiado reconocimiento mundial a la ciencia hidrográfica y a su contribución a la seguridad de la navegación y, por ende, al desarrollo económico de los países.

-
- (1) Se conserva en la Biblioteca Nacional de París. Incluye, como innovación, un calendario perpetuo y la aparición de las rosas de los vientos.
 - (2) Esta carta se conserva en el Museo Naval de Madrid.
 - (3) Era una información «clasificada» dado su alto valor comercial y político.
 - (4) Real decreto de 8 de mayo de 1717, por el que se trasladó a Cádiz la Casa de Contratación y el Consulado. (Archivo General de Indias, Contratación, leg. 5070 A).
 - (5) Durante este siglo y el siguiente llegaron a conocerse la mayor parte de los sistemas de proyección utilizados hoy en día.
 - (6) Atlas encontrado en el año 2000 en la Biblioteca Nacional de Viena.
 - (7) Es el antecesor del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Marina (SHOM).
 - (8) Vicente Tofiño fue ascendido a jefe de Escuadra como reconocimiento a esta gran empresa.
 - (9) En julio de 1784 se cambia el equipo a la *Santa Lucía*.
 - (10) Bernardo de Orta, Salvador Fidalgo, José de Espinosa y Tello, Julian Ortiz Canales y José de Vargas Ponce.
 - (11) Se habían iniciado las cartas en 1776 por José Varela y Ulloa en una colaboración con el reino de Francia.
 - (12) Ley de 7 de enero de 1908 reformando los institutos, organismos y servicios de la Marina y creando nuevos elementos de fuerza naval. Esta ley fue un verdadero revulsivo. (DE LA GUARDIA, R.: *Cronicón*. Pág. 379)
 - (13) El crucero *Cardenal Cisneros* se hundió el 28 de octubre de 1905, dos horas después de salir de Muros, rumbo a Ferrol. Más tarde, el 14 de junio de 1932, le ocurriría lo mismo al crucero *Blas de Lezo*.
 - (14) Su velocidad máxima era de 8,5 nudos, pero en la práctica significaba de 5 a 6 nudos.
 - (15) El bote se utiliza en zonas donde no es posible utilizar el barco debido a las restricciones en su maniobra o en su calado.
 - (16) Cuando se trabaja con sondadores multihaz no es necesario.
 - (17) Cuando se trabaja con sondador multihaz.
 - (18) GORZIGLIA, Hugo M.: *Administración moderna de un Servicio Hidrográfico*. Academia Marítima Internacional. Trieste.

BIBLIOGRAFÍA

- RITCHIE, G. S.: *No day too long. An hydrographer's tale*. The Petland Pren Ltd. Durham, 1994.
- Las políticas marítimas nacionales y los Servicios Hidrográficos*. Bureau Hidrográfico Internacional. Mónaco, 1999.
- PÉREZ CARRILLO DE ALBORNOZ, Francisco J.: *El Instituto Hidrográfico de la Marina*. Revista *Arbor*. Madrid, octubre 2002.
- GORZIGLIA, Hugo M.: *Administración moderna de un Servicio Hidrográfico*. Academia Marítima Internacional. Trieste.