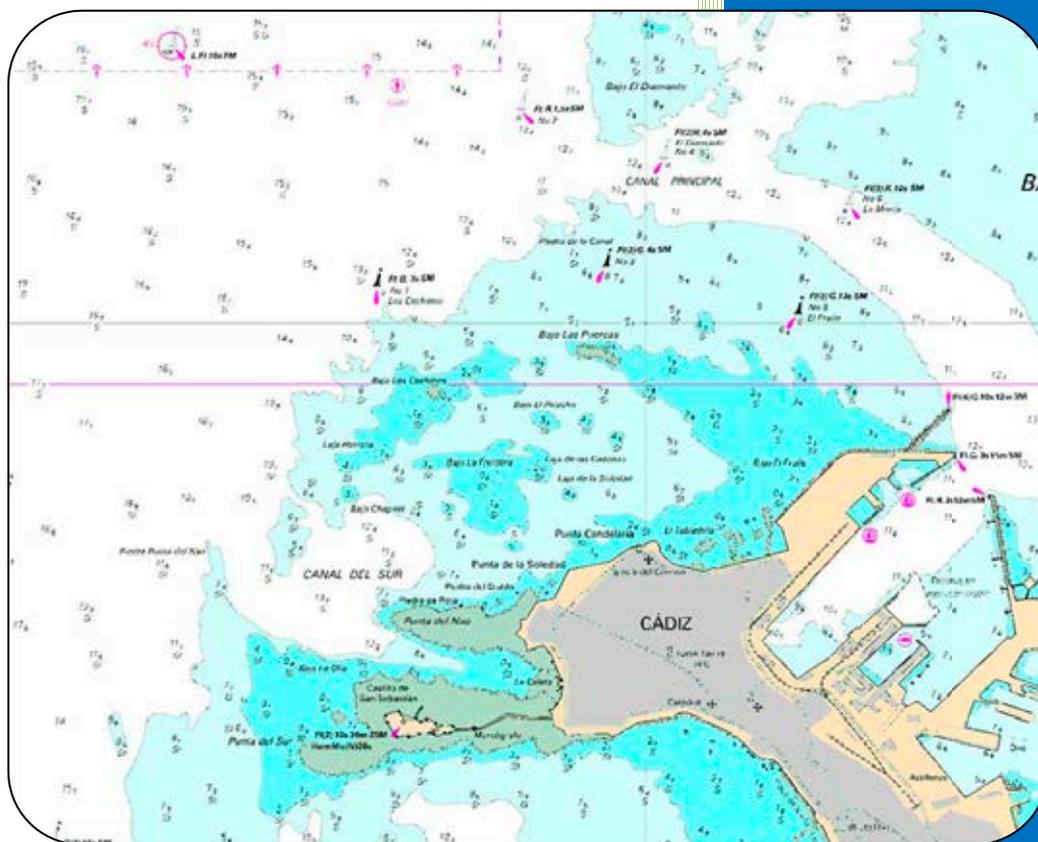




Cartografía Náutica



Constantino Cid Álvarez
Suboficial Hidrógrafo
Profesor de la Escuela de Hidrografía
2011

1. Cartografía Náutica.

1.1. *La carta náutica.*

La carta náutica es un mapa específicamente diseñado para cumplir los requerimientos de la navegación marítima, mostrando la profundidad del agua y la naturaleza del fondo, así como la configuración, características y elevación de la costa y los peligros y ayudas a la navegación.

También llamada carta marina, carta de navegación o simplemente carta.

Las cartas náuticas proporcionan una representación gráfica de aquella información requerida por el navegante para llevar a cabo una navegación segura.

Las cartas náuticas se pueden distribuir en formato analógico, como cartas de papel, o digital, y se pueden conseguir de diversas fuentes, oficiales y privadas.

1.1.1. **Implicaciones legales de las cartas náuticas.**

De todos los convenios internacionales que se ocupan de la seguridad marítima, el más importante es el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS).

Es también uno de los más antiguos, habiéndose adoptado la primera versión del mismo en una conferencia celebrada en Londres en 1914.

El Convenio de 1914, como el título del mismo indica, trataba primordialmente de la seguridad de la vida humana. El periodo de fines del siglo XIX y principios del XX fue el de mayor auge en el transporte de pasajeros por mar, ya que no existían aviones y todavía tenía lugar, en gran escala, la emigración de Europa a América y a otras partes del mundo.

Por lo tanto, los buques de pasaje representaban un medio de locomoción mucho más común de lo que es hoy y, frecuentemente, los accidentes se traducían en gran pérdida de vidas.

El suceso que condujo a la convocatoria de la Conferencia internacional de seguridad marítima de 1914 (SOLAS) fue el hundimiento del trasatlántico Titanic, de la compañía White Star, durante su viaje inaugural en abril de 1912. Más de 1.500 personas perecieron, entre pasajeros y tripulación, y el desastre planteó tantas interrogantes acerca de las normas de seguridad vigentes a la sazón que el Gobierno del Reino Unido propuso la celebración de una conferencia internacional para elaborar nuevos reglamentos.

En el capítulo V del último convenio SOLAS se incluyen las siguientes reglas que afectan a la carta náutica:

- Regla 2: Define las cartas y publicaciones náuticas.
- Regla 9: Define explícitamente que los gobiernos deben:
 - Asegurarse de que los levantamientos hidrográficos se llevan a cabo, en la medida de lo posible, para satisfacer las exigencias de una navegación segura.

- Elaborar y publicar cartas náuticas, derroteros, libros de faros, tablas de mareas y otras publicaciones náuticas, cuando corresponda, que respondan a las necesidades de una navegación segura.
- Difundir los Avisos a los Navegantes para que las cartas y publicaciones náuticas se mantengan actualizadas, en la medida de lo posible.
- Proporcionar acuerdos de administración de datos para apoyar estos servicios.
- Asegurar la mayor uniformidad posible en cartas y publicaciones náuticas.
- Tener en cuenta, siempre que sea posible, las resoluciones y recomendaciones internacionales (y en particular aquellas adoptadas por la OHI).
- Coordinar sus actividades, en la medida de lo posible, para asegurarse de que la información hidrográfica y náutica esté disponible a escala mundial tan puntualmente, fidedignamente y poco ambiguamente como sea posible.
- Regla 19: Especifica el equipo mínimo que deben llevar los distintos tipos de barcos, indicando que todos independientemente de su tamaño deberán llevar cartas y publicaciones náuticas para planificar y presentar visualmente la derrota del barco para el viaje previsto, trazar la derrota y verificar la situación durante el viaje.
- Regla 27 que especifica el requisito de mantener actualizadas las cartas y publicaciones náuticas.

Como vemos el uso de cartas y otras publicaciones náuticas es un imperativo legal para la navegación de los buques por cualquier parte del mundo y subraya aún más si cabe la importancia de la hidrografía y cartografía náutica.

1.2. *Idea general de levantamiento de una carta náutica.*

El origen de los datos empleados para la compilación de una carta náutica puede ser muy diverso y proceder de muy distintas fuentes, pero hemos de considerar que los datos fundamentales proceden de un levantamiento hidrográfico.

Como hidrógrafos a la hora de efectuar un levantamiento hidrográfico enfocado a la realización de una carta náutica habremos de tener en mente siempre que la finalidad última es la seguridad del navegante, lo cual diferencia a este tipo de levantamientos hidrográficos de otros cuya finalidad sea por ejemplo la construcción de infraestructuras costeras, el tendido de cables y tuberías el emplazamiento de plataformas etc...

Así durante la realización de estos levantamientos, tendremos siempre en mente que la medición de la batimetría no es la única misión, sino que se ha de complementar con tareas que son igualmente necesarias para la obtención de datos que serán de importancia para su inclusión en la futura carta náutica, así en nuestros levantamientos realizaremos los siguientes trabajos:

- Trazado de línea de costa y de las líneas de pleamar y bajamar.
- Estudio de las mareas y corrientes en la zona.
- Obtención de datos sobre la naturaleza del fondo, en especial en zonas susceptibles de ser empleadas como fondeadero.
- Identificación y situación de obstrucciones y peligros en el fondo.
- Identificación, descripción y situación de ayudas a la navegación (Boyas, balizas, faros...)
- Identificación, descripción y situación de objetos conspicuos en tierra.

- Comprobación de rutas y derrotas, basadas en marcas fijas o no.
- Descripción textual y gráfica de la costa, con sus peligros, ayudas a la navegación y servicios para facilitar la recalada y acceso a puerto del navegante.

1.3. Componentes de una carta náutica.

A fin de poder suministrar la información necesaria para el navegante la carta náutica ha de incluir los siguientes componentes:

- Línea de costa.
- Batimetría, en forma de sondas y veriles.
- Obstrucciones en el fondo.
- Ayudas a la navegación.
- Rutas y derrotas recomendadas.
- Instalaciones en la mar.
- Zonas y límites en la mar.
- Instalaciones y servicios portuarios.

1.4. La Organización Hidrográfica Internacional. (OHI)



Ilustración 1: Logotipo de la organización hidrográfica internacional.

La Organización Hidrográfica Internacional es una organización intergubernamental consultiva y técnica que se estableció en 1921 para apoyar la seguridad de la navegación y la protección del medio marino.

El objeto de la Organización es lograr:

- La coordinación de las actividades de las oficinas hidrográficas nacionales
- La mayor uniformidad posible en cartas y documentos náuticos
- La adopción de métodos seguros y eficaces para la ejecución y explotación de los levantamientos hidrográficos
- El desarrollo de las ciencias en el campo de la hidrografía y las técnicas empleadas en la oceanografía descriptiva

El representante oficial de cada Gobierno miembro dentro de la OHI es normalmente el Servicio Hidrográfico nacional, o el Director de Hidrografía, que, junto con su personal técnico, se reúnen cada cinco años en Mónaco para una Conferencia Hidrográfica Internacional. En la Conferencia se examinan los progresos logrados por la Organización a

través de sus comités, subcomités y grupos de trabajo, y aprueban los programas que se aplicarán durante el período subsiguiente de 5 años. Un Comité Directivo de tres hidrógrafos es elegido para administrar el trabajo de la Organización durante ese tiempo.

El Comité Directivo, junto con un pequeño equipo internacional de expertos técnicos en hidrografía y cartografía náutica, constituye la Oficina Hidrográfica Internacional (IHB ó BHI) en Mónaco. El BHI es la secretaría de la OHI para la coordinación y promoción de los programas de la OHI y la prestación de asesoramiento y asistencia a los Estados miembros y otros.

1.4.1. ¿Por qué los Estados ribereños deben ser miembros de la OHI?

La Resolución A/RES/58/240 de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre los Océanos y la Ley del Mar ha reconocido el importante trabajo de la OHI y de sus 14 Comisiones Hidrográficas Regionales. La Resolución anima a los Estados a unirse a la OHI, destacando la capacidad de la OHI para proporcionar asistencia técnica, facilitar la formación e identificar posibles fuentes de financiación para el desarrollo o la mejora de los servicios hidrográficos. Asimismo, la Organización Marítima Internacional (OMI) ha animado a sus miembros a unirse a la OHI, como modo de mejorar la seguridad de la navegación y la protección del medio ambiente marino.

Hay 151 Estados en el mundo con importantes líneas de costa, pero hasta ahora sólo 80 de ellos se han convertido en Miembros de la OHI.

Los estudios financieros muestran que la relación coste-beneficio para las inversiones en hidrografía puede ser superior a 1:10 para las naciones marítimas. (Según datos de la propia OHI)

1.4.2. Historia.

La cooperación internacional en el campo de la hidrografía se inició con una conferencia celebrada en Washington en 1899, seguida de otras dos en San Petersburgo, en 1908 y 1912. En 1919, veinticuatro naciones se reunieron en Londres para una Conferencia Hidrográfica, durante la cual se decidió que un órgano permanente debía ser creado. El resultado fue el Buró Hidrográfico Internacional que comenzó su actividad en 1921 con diecinueve Estados miembros (entre los que estaba España). Por invitación del Príncipe Alberto I de Mónaco, un destacado científico marino, la Oficina instaló su sede en el Principado de Mónaco. La Organización se ha mantenido en Mónaco desde entonces.



Ilustración 2: Alberto I de Mónaco.

En 1970 entró en vigor un convenio intergubernamental que cambió el nombre de la Organización y su régimen jurídico, creándose la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), con sede en el Buró Hidrográfico Internacional (BHI) establecido de forma permanente en Mónaco. La Organización cuenta actualmente con ochenta Estados marítimos como miembros, con varios otros en el proceso de convertirse en miembros.

1.4.3. Misiones de la OHI.

La OHI tiene dos misiones clave en la hidrografía global y la cartografía náutica:

- La normalización de la hidrografía y la cartografía náutica, mediante la adopción de normas y directivas internacionales.
- El aumento de la capacidad hidrográfica de los Estados costeros, mediante programas de Creación de Capacidades y cooperación regional y formación.

La OHI colabora muy estrechamente con otras organizaciones internacionales, que incluyen a:

- La Organización Marítima Internacional (OMI),
- La Organización Meteorológica Mundial (OMM),
- La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI), y
- La Asociación Internacional de Ayudas Marinas a la Navegación y Autoridades de Faros (IALA);
- La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI)

Para cumplir con sus misiones, surgen estos objetivos:

- Coordinar las actividades de los Servicios Hidrográficos nacionales.
- Asegurar la mayor uniformidad posible en cartas y documentos náuticos.
- Fomentar la adopción de métodos eficaces y fidedignos para llevar a cabo y explotar los levantamientos hidrográficos.
- Fomentar el desarrollo en las ciencias de la hidrografía y las técnicas empleadas en la oceanografía descriptiva.

1.4.4. Publicaciones de la OHI de aplicación a la cartografía náutica.

Todas las publicaciones de la OHI resultan de interés para los distintos servicios hidrográficos. Pero de especial y directa aplicación a la realización y producción de cartas náuticas resultan la publicación S4 (Especificaciones cartográficas de la OHI) y sus anexos INT1 (Símbolos y abreviaturas) INT2 (Marcos, graduaciones, cuadrículas y escalas gráficas) e INT3 (Empleo de símbolos y abreviaturas).

Una descripción posterior de estas publicaciones se da en los puntos 7.4.3 y 7.8.

1.5. El Instituto Hidrográfico de la Marina. (IHM)

El Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM) es un organismo de la Armada dependiente de la Fuerza de Acción Marítima y a través de esta de la Flota.

Su misión es velar por la seguridad de la navegación en sus aspectos de obtener y difundir información sobre el mar y el litoral y contribuir al progreso de la Ciencia Náutica.



Ilustración 3: Escudo del Instituto Hidrográfico de la Marina.

1.5.1. Antecedentes históricos.

La Casa de Contratación, fue fundada en las Atarazanas de Sevilla a comienzos del siglo XVI, concretamente en 1503, por los Reyes Católicos. A pesar de haberse visto subordinada a partir de 1524 al Consejo Real y Supremo de Indias, dirigió durante mucho tiempo el descubrimiento, colonización y comercio del Nuevo Mundo. Este último aspecto es muy importante, pues allí se confeccionaban las primeras cartas completas de la tierra, pudiendo ser considerada además de la primera universidad náutica, el primer organismo coordinador y productor de cartografía náutica de forma oficial y organizada.

Con la desaparición oficial de la Casa de Contratación en 1790, se hizo patente la necesidad de crear una entidad que llenara el vacío dejado por ésta.

Aunque desde 1770 había existido un Depósito Hidrográfico, con la publicación del "Atlas Marítimo de España" de Vicente Tofiño -obra cumbre de la cartografía española de la época-, urge el crear un organismo que coordine y sistematice los trabajos hidrográficos y la producción cartográfica. Así nacerá por R.O. de 17 de Diciembre de 1797 la Dirección de Trabajos Hidrográficos o Dirección de Hidrografía, entre cuyos primeros trabajos hay que

destacar la publicación de las primeras cartas de la célebre Expedición Malaspina (1789-1794).

La Dirección de Hidrografía organizó a mediados del siglo XIX las Comisiones Hidrográficas de la Península, Antillas y Filipinas para poder renovar los levantamientos de la Península y de Ultramar, en un esfuerzo que dio como resultado una de las colecciones de cartografía náutica más extensa de la época.

Al comienzo del siglo XX la Dirección de Hidrografía quedará disuelta y sus competencias se las repartirán varios organismos.

En 1908, se sanciona y se reconoce de forma oficial la Especialidad de Hidrografía en la Armada, estableciéndose en el Vapor "Urania" la Academia para su enseñanza. En 1942, éste sería sustituido por el que fuera Yate Real "Giralda"

En 1921, España fue uno de los diecinueve estados fundadores del Bureau Hidrográfico Internacional.

En 1927 se creó en el Observatorio de Marina de San Fernando la Sección IV, Servicio Hidrográfico de la Armada.

En 1943 nace el Instituto Hidrográfico de la Marina, por ley de 30 de Diciembre, con sede en Cádiz y como organismo dependiente del Estado Mayor de la Armada, para dar impulso a la cartografía y conseguir una más amplia acción en las funciones relativas a la hidrografía y la navegación.

La Ley 7/1986 de ordenación de la Cartografía dictamina que será competencia de la administración del estado, a través del Instituto Hidrográfico de la Marina la formación y conservación de la Cartografía Náutica Básica.

De esta manera se equipara al Instituto Hidrográfico con el Instituto Geográfico Nacional y a su producción cartográfica se le confiere la categoría de Cartografía de Estado y de Documentación Oficial y de preceptiva utilización para el navegante.

1.5.2. Misiones.

Su misión es velar por la seguridad de la navegación en sus aspectos de obtener y difundir información sobre el mar y el litoral y contribuir al progreso de la Ciencia Náutica.

En cumplimiento de esta misión son de su competencia los siguientes cometidos principales:

- Levantamientos Hidrográficos y estudio del relieve submarino en nuestras costas y zonas marítimas, así como en otras zonas que asume, como consecuencia de su compromiso con la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), donde representa al Estado Español.
- Observación sistemática y estudio de las mareas y corrientes, de la temperatura y propagación acústica y electromagnética en las aguas, de la meteorología y en general de todos aquellos fenómenos físicos que afectan a la navegación.
- Elaboración de Cartas Náuticas y redacción de libros y documentos de ayuda a la navegación, así como la edición y distribución de los mismos.

- Acopio de datos y noticias sobre alteraciones del medio y de ayudas a la navegación y de los peligros a la misma, que difundirá mediante avisos a los navegantes, para la actualización de cartas náuticas y publicaciones.
- La determinación de las características y especificaciones de los instrumentos náuticos de uso a bordo de los buques de La Armada y la expedición de certificados de garantía y homologación de las agujas.
- Ejecución de todos aquellos trabajos geográficos e hidrográficos de interés para La Armada, así como la de aquellos programas de investigación que le asigne la Dirección de Investigación y Desarrollo de La Armada.

Así mismo le compete la formación de todo el personal hidrógrafo de La Armada, en todas sus categorías para lo que cuenta en su seno con una Escuela de Hidrografía cuya dirección ostenta el propio Comandante Director del IHM y cuya formación impartida es reconocida por la propia OHI con los títulos de Hidrógrafo nivel “A” (curso de oficiales) e Hidrógrafo nivel “B” (curso de suboficiales).



Ilustración 4: Escudo de la Escuela de Hidrografía.

Complementarios de los anteriores, serán además de su competencia:

- La representación del Estado Español en la Organización Hidrográfica Internacional (OHI), formando en su seno parte de:
 - Comisión Hidrográfica del Mediterráneo y Mar Negro (CHMMN)
 - Comisión Hidrográfica del Atlántico Oriental (CHATO)
 - Comité Hidrográfico, de la OHI, sobre la Antártida (HCA)
 - Comité sobre Requerimientos Hidrográficos de los Sistemas de Información (CHRIS)
 - Comité para el establecimiento de una base de datos mundial para la Carta Náutica Electrónica (WEND).
- Coordinador de Avisos a los Navegantes en el Mediterráneo y Mar Negro (NAVAREA III)
- La representación del Estado Mayor de la Armada en:
 - Organización Marítima Internacional (OMI) en cuanto a sus relaciones con la Seguridad en la Navegación;
 - Comisión de Faros y Señales Marítimas.

- Consejo Superior Geográfico
- Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica
- Comisión Internacional de Límites con Francia y Portugal

1.6. Base de datos GEBCO.



Ilustración 5: Logotipo de GEBCO.

GEBCO (General Bathymetric chart of the Oceans) es una recopilación de batimetría oceánica, convertida hoy en una base de datos, que surgió entre los siglos XIX y XX de la necesidad de contar con una cartografía mundial que describiese el relieve del fondo marino de la manera más fidedigna que permitiese la tecnología del momento.

En consecuencia, el 7.º Congreso Internacional Geográfico (Berlín, 1899) propone la candidatura de una Comisión para la nomenclatura de los fondos oceánicos, que también fue responsable de la publicación de una carta batimétrica general. La Comisión se reunió en Wiesbaden (15 al 16 abril 1903), presidida por el príncipe Alberto I de Mónaco. Como consecuencia de la misma se imprimieron las 24 hojas de papel de la carta "générale des bathymétrique Océans" en París en 1905, la premura de su preparación hizo que fuera criticada duramente; por lo que de inmediato se decidió reunir una segunda comisión en Mónaco para la realización de una segunda edición que se imprimió de 1912 a 1931 y que se benefició de la mejora de la calidad y cantidad de datos debido al desarrollo de los sondadores ecoicos. La responsabilidad de la carta GEBCO se trasladó a un organismo internacional de reciente creación: el Buró Hidrográfico Internacional.

Las ediciones tercera y cuarta sufrieron graves retrasos debido a la guerra mundial. Para la quinta edición se contó con la colaboración del Comité Científico de Investigaciones Oceánicas y con la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO consiguiéndose un producto de mucha mayor calidad.

En 1994 se produjo la primera versión digital en soporte CD-ROM, y en la actualidad existe como base de datos en dos versiones:

- Cuadrícula de un minuto. (una sonda cada minuto)
- Cuadrícula de 30 segundos. (una sonda cada 30 segundos)

Hoy día estos datos digitales son los principales, si bien se sigue imprimiendo una carta mundial basada en la batimetría de la cuadrícula de un minuto.

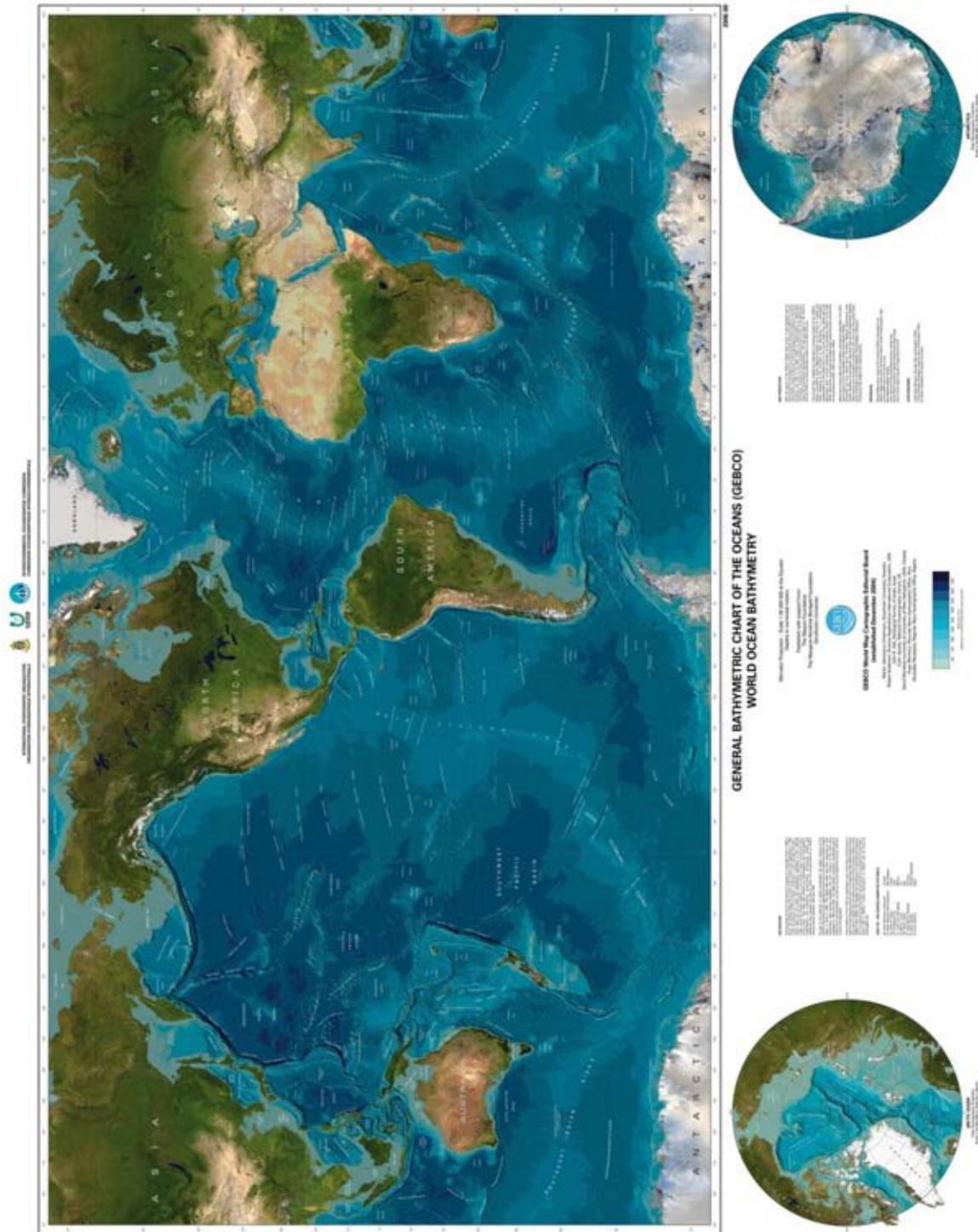


Ilustración 6: Carta GEBCO.

2. Publicaciones.

2.1. Publicaciones del Instituto Hidrográfico de la Marina.

Si bien la razón de ser de los servicios hidrográficos es la producción de las cartas náuticas oficiales, todos producen otras publicaciones que complementan la información de las mismas y que son de uso común por los navegantes.

2.1.1. Anuario de mareas.

Al estar los datos batimétricos reflejados en las cartas reducidos al cero hidrográfico, y ser este la menor bajamar astronómica (LAT: lowest astronomical tide), le resulta imprescindible al navegante conocer en cada momento el valor de la altura de marea con respecto a ese cero hidrográfico a fin de conocer la sonda real en un momento dado. Para dar a conocer este valor el Instituto Hidrográfico publica el anuario de mareas, llamado así por que se realiza cada año una nueva edición con la información del año en curso.

En el anuario encontramos tabulados los datos de altura de marea para las bajamares y pleamares (medidos desde el cero hidrográfico) con su hora correspondiente (UTC) para todos los días del año y para los puertos nacionales, unos cuantos de la costa occidental africana, Lisboa, Tánger, Gibraltar y Antártida.

Para la elaboración de este Anuario buena parte de las series temporales de alturas de mareas han sido obtenidas en el marco del programa RIMA (Red Integrada de Mareógrafos), en el que colaboran Instituto Español de Oceanografía, Instituto Geográfico Nacional, Puertos del Estado e Instituto Hidrográfico de la Marina. Además se han obtenido series temporales de menor longitud durante las campañas hidrográficas de los buques hidrográficos de la Armada a lo largo de todo el litoral nacional.

Esto hace que tengamos que distinguir la categoría de las predicciones de nuestros puertos según la longitud de la serie de datos de alturas de mareas de las que dispongamos. Así hay que diferenciar entre:

- **Puerto Principal:** Tiene tal consideración aquel puerto para el que se ha dispuesto de al menos un año de datos. Al disponer de esta serie de datos se obtiene una onda de mayor calidad y por lo tanto la precisión de la predicción es mayor.
- **Puerto Secundario:** Cuando la serie de datos de la que se dispone para el análisis armónico es inferior a un año hablamos de un Puerto Secundario. Esta serie de datos nunca será inferior a 28 días dado que la onda de mareas así obtenida no tendría la calidad suficiente y por lo tanto la predicción no sería lo suficientemente precisa.



Ilustración 7: Red de mareógrafos.

2.1.1.1. Datos a aportar para el anuario de mareas.

El hidrógrafo será consciente de la importancia que los datos de mareas tienen tanto para nuestros trabajos batimétricos (reducción de la sonda obtenida al cero hidrográfico) como para disponer de datos para la elaboración del anuario de mareas.

Habremos de ser extremadamente cuidadosos en el proceso de instalación y nivelación de la regla de mareas / mareógrafo, cuidando de que el cero de la regla o el sensor del mareógrafo no se vayan a quedar en seco y (en el caso de una estación de mareas previamente monumentada) comparando nuestra nivelación con las anteriores.

Comprobaremos los datos obtenidos del mareógrafo, comparándolos con las lecturas de la regla, para en caso de haber diferencias proceder a una calibración in situ.

Durante la campaña comprobaremos periódicamente los datos obtenidos comparándolos con aquellos que aparecen tabulados en el anuario de mareas.

Al finalizar la campaña entregaremos al Instituto Hidrográfico todos los datos referidos a mareas como son: reseña de instalación, cálculos de nivelación, cálculos de L_c y series temporales de mareas obtenidas y reducidas.

2.1.2. Derroteros.

Los derroteros, llamados “Pilot books” en EEUU y “Sailing directions” en Gran Bretaña son libros en los cuales se suministra información de interés para el navegante que no puede incluirse en las cartas y que en muchas ocasiones no puede encontrarse en otro lugar, como por ejemplo:

- Peligros para la navegación.
- Balizamiento.
- Practicaje.
- Datos meteorológicos.
- Regulaciones locales.
- Servicios portuarios.
- Descripción de los puertos y de los accesos a los mismos.
- Descripción de canales.
- Descripción de fondeaderos.
- Servicios de remolque y de rescate.
- Dispositivos de separación de tráfico.

En la actualidad el Instituto Hidrográfico de la Marina publica cuatro derroteros divididos en seis tomos:

Derrotero N° 1 Costa N de España, desde el río Bidasoa hasta la Estaca de Bares

Derrotero N° 2 Tomo I Costa NW de España, que comprende desde la Estaca de Bares al río Miño.

Derrotero N° 2 Tomo II Costas de Portugal y SW de España, desde el río Miño al cabo Trafalgar.

Derrotero N° 3 Tomo I Costas del Mediterráneo que comprende: Costas N y S del estrecho de Gibraltar y la costa oriental de España, desde punta Europa hasta la frontera con Francia.

Derrotero N° 3 Tomo II Costas del Mediterráneo que comprende las islas Baleares, la costa N de Marruecos y la costa de Argelia.

Derrotero N° 4 Costa W de Africa, de cabo Espartel a cabo Verde, con inclusión de Dakar e islas Azores, Madeira, Salvajes, Canarias y Cabo Verde.

2.1.2.1. Datos a aportar para la elaboración del derrotero.

Para facilitar la redacción del derrotero, el hidrógrafo efectuará en la zona de trabajos una lectura crítica del derrotero en curso y comprobará la veracidad de lo reflejado en el mismo, efectuará una descripción de la costa y de las ayudas a la navegación, así como de las peculiaridades locales (practicaje, balizamiento...), incluyendo en el caso de información referente a elementos nuevos (instalaciones portuarias, balizamiento, piscifactorías...) fotografías y croquis así como toda la información que las autoridades responsables nos puedan suministrar.

2.1.3. Libros de faros.

Los libros de faros y señales de niebla suministran información extensa y detallada sobre faros, boyas y balizas iluminadas y señales de niebla.

La publicación consiste básicamente en un listado ordenado geográficamente tabulado en 8 columnas, a saber:

Nº Columna	Contenido	Descripción
1	Números nacional e internacional.	Identifican a la luz o señal de manera única
2	Nombre y localización	Nombre de la señal y breve referencia de su localización.
3	Situación.	Situación geográfica en latitud y longitud aproximada a la décima de minuto.
4	Características de la luz o señal sonora.	Apariencia y periodo de las luces, número de ellas (si hay más de una) y características de las señales sonoras.
5	Elevación sobre el nivel medio del mar	Elevación del foco luminoso sobre el nivel medio del mar en metros.
6	Alcance nominal	Alcance nominal de la luz en millas.
7	Descripción del soporte y su altura sobre el terreno	Breve descripción del soporte, especificando forma y color. Altura desde el terreno al tope de la estructura.
8	Secuencia completa de la señal e información complementaria	Secuencia completa (destellos y ocultaciones) y otra información: sectores, reflectores radar, luces aéreas....

Adicionalmente se proveen tablas para calcular el alcance geográfico (según la altura de la luz y el observador) y el alcance nominal (según visibilidad meteorológica)

2.1.3.1. Datos a aportar para la elaboración del libro de faros.

Se reseñará todo el balizamiento existente en la zona de trabajos, comprobando que se encuentre fielmente reflejado en el libro de faros y sus características reales coincidan con las indicadas, asimismo recabaremos información de las autoridades encargadas del balizamiento. Realizaremos fotografías del mismo, guardando la posición de cada elemento fotografiado y el número asignado en el libro.

2.1.4.Libros de radioseñales.

El libro de radioseñales proporciona al marino información sobre todos los aspectos relacionados con las telecomunicaciones marítimas y las ayudas radioeléctricas a la navegación.

Incluye la siguiente información:

- Balizas radar. (Racons)
- Estaciones radar (VTS)
- Estaciones DGPS.

- Señales horarias.
- Sistema mundial de socorro y seguridad marítima.
- Servicio de avisos a los navegantes (en voz y datos NAVTEX)
- Radiocomunicaciones marítimas.
- Servicio radiomédico.

2.1.4.1. Datos a aportar para el libro de radioseñales.

El hidrógrafo efectuará en la zona de trabajos una comprobación de todas las ayudas radioeléctricas a la navegación, en especial estaciones DGPS y balizas radar (racons).

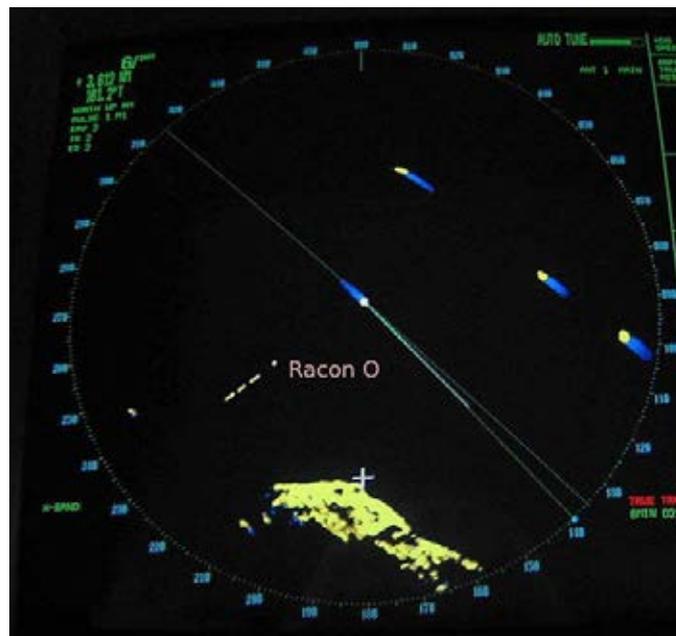


Ilustración 8: Señal de un racon (oscar) en la presentación RADAR.

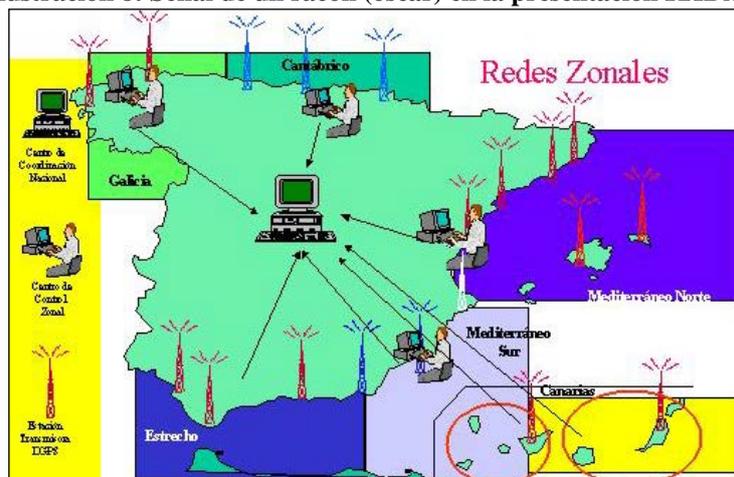


Ilustración 9: Red española DGPS para navegación marítima.

También se procurará comprobar las frecuencias de comunicación con todos los servicios a los navegantes disponibles en la zona (VTS, puertos, avisos...).



Ilustración 10: Operador de una estación VTS.

2.1.5. Avisos a los navegantes.

Todas las publicaciones del Instituto Hidrográfico de la Marina son susceptibles de ser corregidas al efecto de dar en todo momento la información más veraz y actualizada al navegante. De esto se encargan los “avisos a los navegantes” o Grupo de Avisos a los Navegantes (GAN) publicado semanalmente.

La información susceptible de aparecer en el GAN es muy variada y puede tener como origen:

- Construcción nuevos puertos y/o variaciones en los existentes: se amplían, se dotan de más servicios, adoptan nuevos sistemas de organización del tráfico, se establecen restricciones o reglamentaciones e incluso se instalan nuevas ayudas a la navegación o se modifican las ya existentes.
- En relación al fondo marino, se efectúan dragados, se detectan nuevas profundidades y obstrucciones y todo ello a partir del empleo de equipos más sofisticados.

Esta información es recibida en el IHM, que una vez analizada, origina la publicación en el Grupo de Avisos a los Navegantes (GAN) de las oportunas modificaciones. Las fuentes de información son muy diversas, y van desde nuestras propias comisiones hidrográficas, hasta capitanías y autoridades marítimas, organismos oficiales, empresas e incluso el propio navegante.

El GAN es la publicación semanal que recoge la información que permite al navegante mantener actualizada su colección de cartas y publicaciones náuticas, requisito legal indispensable que permite al navegante desarrollar su actividad de forma segura y conforme a la ley.

El GAN también puede obtenerse o consultarse por Internet en la web: www.armada.mde.es/ihm



Ilustración 11: Portada de la publicación semanal de "Avisos a los Navegantes"

2.1.5.1. Tipos de avisos.

Denominamos aviso literal a aquel que indica la información a actualizar en la carta o publicación de manera textual, sin recurrir a gráficos.

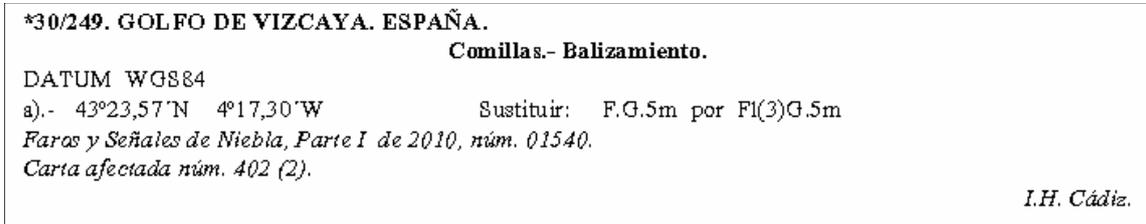


Ilustración 12: Aviso literal. Carta 402

Denominamos "Aviso gráfico" o bien Aviso con "Anexo Gráfico" a aquel, que debido a la difícil descripción textual de los cambios a aplicar, adjunta un "parche" o gráfico que el navegante podrá pegar a su carta. La forma de estos "Anexos Gráficos" se elegirá de tal manera que facilite su inclusión en la carta, al contener dentro de los márgenes, un corte de meridiano y paralelo o algunos puntos destacados.

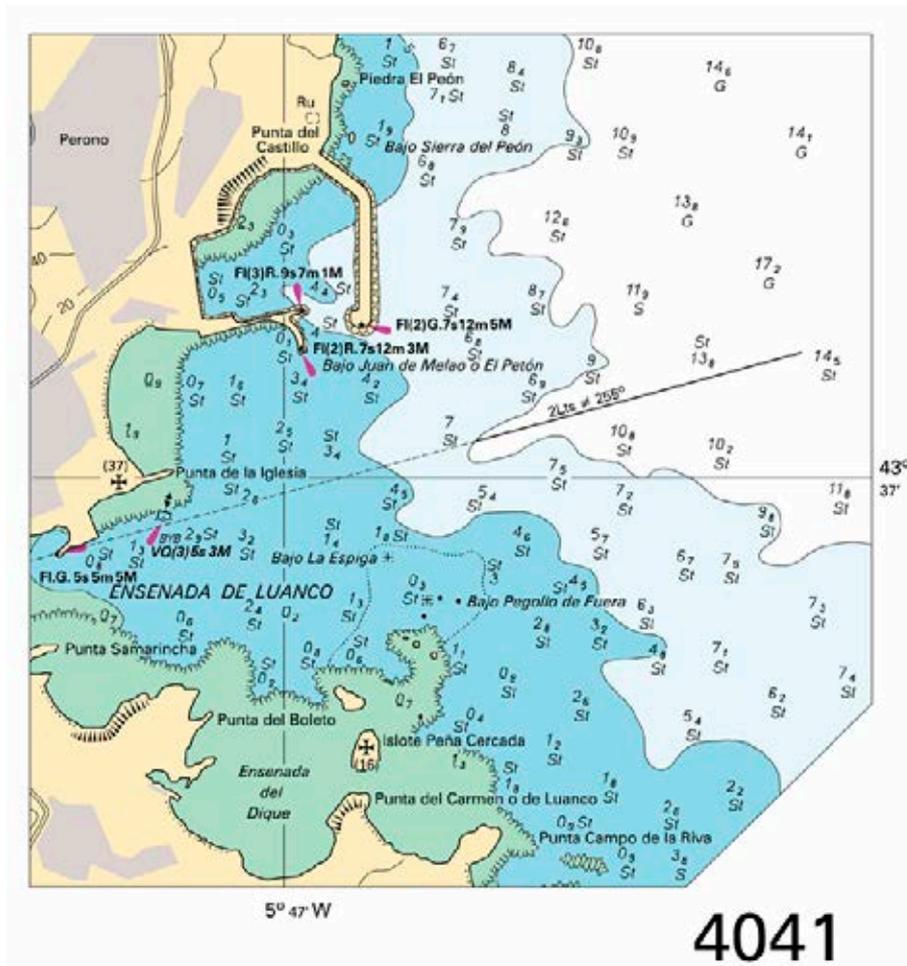


Ilustración 13: Anexo gráfico al Aviso núm. 41/315/2010 para la carta 4041

Existen cuatro tipos de avisos:

- **Generales:** De carácter explicativo, no afectan a una carta náutica en particular; contienen informaciones e instrucciones de diversa utilidad a la navegación. Por ejemplo se pueden indicar cambios en la legislación local que afecten a la navegación, precauciones medioambientales etc.
- **Permanentes:** Aquellos que con carácter definitivo modifican una carta náutica. Por ejemplo un nuevo dique ya finalizado, una nueva baliza, un bajo hasta el momento desconocido y detectado en un levantamiento hidrográfico.
- **Temporales:** Aquellos que informan de variaciones en las cartas náuticas que se prevean no definitivas o bien limitadas en el tiempo. Por ejemplo obras en ejecución, el balizamiento de dichas obras, una luz apagada...
- **Preliminares:** Aquellos que se utilizan cuando se considera conveniente la divulgación anticipada de un cambio a realizar o cuando la información a actualizar sea tan compleja que requiera un tiempo su difusión, bien mediante un aviso “Permanente” o, llegado el caso, con la publicación de una “Nueva Edición” de la carta afectada. Por ejemplo grandes cambios en dispositivos de separación de tráfico.

Anualmente y con fecha 1 de Enero, se publica un Grupo Especial donde se recogen los Avisos Generales (G), Temporales (T) y Preliminares (P) en vigor.

Semestralmente y en los meses de enero y julio, se editan por separado dos boletines que recogen los avisos Permanentes, Preliminares (P) y Temporales (T) publicados a la fecha.

2.1.5.2. Contenido del grupo de avisos a los navegantes.

El Grupo semanal de Avisos tiene el siguiente contenido:

- SECCIÓN 1: Notas explicativas.
- SECCIÓN 2: Avisos generales.
- SECCIÓN 3: Avisos relativos a cartas náuticas.
- SECCIÓN 4: Correcciones a otras publicaciones.
- SECCIÓN 5: Información náutica. (Radioavisos NAVAREA)
- SECCIÓN 6: Notificaciones diversas para la navegación
- SECCIÓN 7: Nota hidrográfica. (Instrucciones para facilitar la notificación al Instituto Hidrográfico de la Marina de cualquier incidencia que pueda suponer modificaciones a alguna de sus publicaciones)

2.1.5.3. Términos en avisos literales.

En la redacción de un aviso se utilizan los siguientes términos:

- INSERTAR: Para incluir datos nuevos, o bien cuando un elemento previamente existente se haya desplazado a una posición lejana de tal forma que no sea apropiado emplear “TRASLADAR” en cuyo caso previamente se habrá SUPRIMIDO de su posición anterior. Por ejemplo una boya nueva en el balizamiento de una canal.
- TRASLADAR: Cuando un elemento, cuyas características o descripción permanezcan iguales, se desplace a una posición próxima. Por ejemplo una baliza que se traslada del extremo de un pantalán al de otro adyacente de mayor longitud.
- SUPRIMIR: Cuando un elemento haya desaparecido o haya cambiado de posición, de tal forma que no sea apropiado usar TRASLADAR. Por ejemplo un faro que se elimina por obsoleto o una boya ODAS que se recoloca en una posición muy alejada.
- AÑADIR: Cuando se requiera añadir alguna característica a un elemento representado. Por ejemplo se añade un racon a una baliza que antes carecía del mismo.
- SUSTITUIR: Cuando un elemento reemplaza a uno existente. Por ejemplo una boya lateral de babor es sustituida por una de canal preferente a estribor.

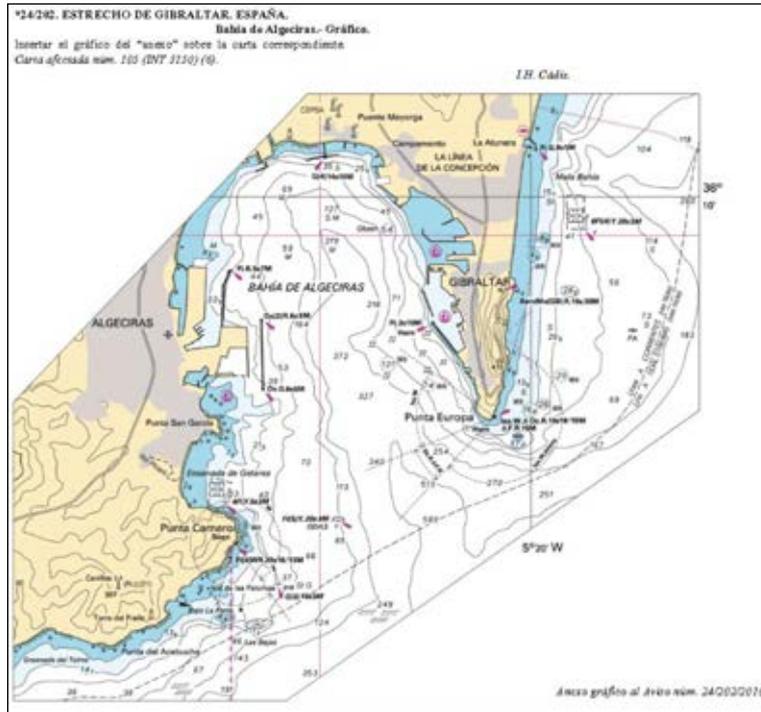


Ilustración 14: Aviso gráfico, carta 105.

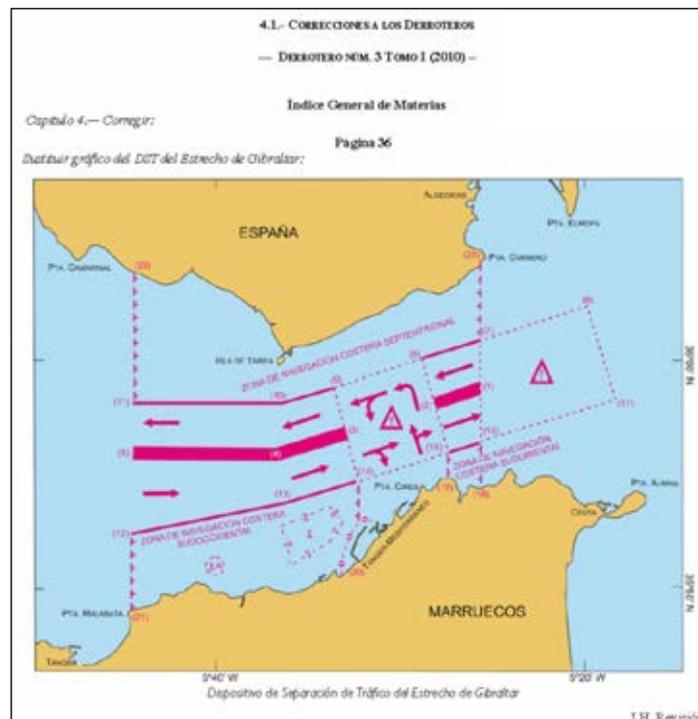


Ilustración 15: Corrección a un derrotero.

2.1.5.4. El hidrógrafo como fuente de avisos a los navegantes.

Como ya hemos comentado una de las fuentes de información con las que cuenta el IHM para generar los “avisos a los navegantes” son las propias comisiones hidrográficas, pues bien el hidrógrafo que forme parte de una de estas comisiones ha de ser consciente de esta responsabilidad y ante el hallazgo de un dato que modifique lo reflejado en las publicaciones

en vigor (batimetría, balizamiento, línea de costa...) deberá valorar la importancia que para el navegante tiene el mismo para informar con mayor o menor urgencia al IHM al objeto de que se genere el correspondiente aviso.

2.2. Trabajos complementarios de las campañas hidrográficas.

2.2.1. Derroteros

En la zona de trabajos correspondiente a los parcelarios de la campaña comprobaremos la bondad de los datos reflejados en el derrotero y procederemos a actualizarlos en caso de ser necesario.

Para la comprobación de los datos referentes a los puertos (atraques, grúas, servicios..) solicitaremos la ayuda de las autoridades portuarias. Asimismo podemos solicitar la ayuda del práctico y de los pescadores de la zona con respecto al resto de información del derrotero.

Prestaremos especial atención a aquellos elementos que pudieran ser nuevos y sean de interés para el navegante como pueden ser piscifactorías, fondeaderos, balizamiento de zonas de baño y en especial de elementos conspicuos en tierra (grandes edificios, generadores eólicos, instalaciones industriales....)

2.2.2. Vistas de costa.

En todos los levantamientos hidrográficos se tomarán vistas de costa por medio de fotografías.

Se efectuarán vistas de costa de:

- Puntos salientes y destacados de la costa, próximos a la derrota de los buques.
- Enfilaciones o marcas para tomar una barra.
- Fotografías de faros o balizas que puedan ser de utilidad como marcaciones durante el día.

Para la toma fotográfica de las vistas de costa se seguirán las siguientes normas:

- Las fotografías serán nítidas y con buen contraste, al objeto de que puedan ser reproducidas sin perder detalles.
- Para que las tomas sean de utilidad deberán ser efectuadas desde la mar y a una distancia lo suficientemente cercana que permita la identificación de las características principales.
- Caso de que para una vista se necesiten varias fotografías, estas deberán estar solapadas un 30% al objeto de conseguir un efecto panorámico al montarlas.
- Las tomas se efectuarán desde el puente alto, procurando que no salgan elementos del barco.
- Las tomas incluirán parte de mar y cielo con el horizonte nivelado.

- Las vistas de costa generales se efectuarán incluyendo una característica identificable del terreno en uno de sus extremos, al objeto de que sus límites geográficos queden claramente definidos.
- Las tomas de marcas de enfilación se efectuarán procurando que éstas queden centradas en la fotografía, de forma que muestre claramente sus características a ambos lados.
- En cada vista de costa se hará constar la situación desde la que fue obtenida, indicando demora y distancia a un punto conocido, señalándose en ella los accidentes notables que figuran en las cartas y Derroteros de la zona.
- En cada toma se indicará la fecha y hora en que se efectuó.
- Se hará una reseña de las condiciones meteorológicas en el momento de la toma.

2.2.3.Libros de faros.

Comprobaremos todos los datos reflejados en el libro de faros acerca del balizamiento existente en la zona de trabajos, debiendo comprobar:

- La situación de dicho balizamiento reflejada en las cartas.
- Las características de luces y señales de niebla reflejadas en el libro.
- La concordancia en forma, colores y altura entre el balizamiento y los datos reflejados en el libro.
- La existencia de balizamiento no reflejado en el libro.
- Que el balizamiento existente concuerde con las normas IALA.

2.2.4.Libros de radioseñales.

Comprobaremos la bondad de los datos reflejados en esta publicación en especial en cuanto a los radiofaros DGPS, las balizas radar (racons) y a los canales de comunicaciones con servicios portuarios y de rescate.

2.2.5.Datos de puertos deportivos.

En los últimos años la navegación deportiva en España ha experimentado un gran auge, esto ha determinado la aparición de numerosos puertos deportivos, bien sea en el interior de la dársena de puertos comerciales o pesqueros ya existentes o bien en zonas de costa de infraestructura portuaria previa inexistente.

El ritmo de construcción de estos puertos deportivos es tal que no es posible atender sus levantamientos hidrográficos con la inmediatez que sería deseable. Con frecuencia, además, se ignora en el Instituto Hidrográfico la existencia de algunos de éstos puertos.

En el caso de estar efectuando un parcelario de escala inferior a 1:10.000 se propondrán al instituto hidrográfico unos marcos, que abarquen la totalidad del puerto, dentro de los cuales se sondeará a escala 1:10.000 (separación de líneas 50m) hasta el veril de los 10 metros.

Asimismo solicitaremos a la dirección del puerto deportivo cuanta información puedan darnos, como puede ser:

- Planos del puerto que reflejen sus instalaciones.

- Levantamientos batimétricos efectuados.

Solicitaremos asimismo de dicha dirección que nos suministren los datos pertinentes del puerto según el impreso facilitado para tal fin por la sección de náutica del IHM.

3. Compilación cartográfica.

Entendemos por compilación cartográfica la recopilación y disposición conjunta de todos los elementos susceptibles de aparecer finalmente en una carta. El documento en el que se plasman gráficamente todos estos elementos y que constituye una especie de "borrador de trabajo" es la minuta.

3.1. **Abstracción cartográfica.**

La abstracción cartográfica es la primera etapa de la compilación cartográfica, en ella transformamos los datos no cartográficos (información sobre elementos del mundo real) en elementos cartografiados. En este proceso de selección efectuaremos:

- Elección de la escala y proyección a emplear.
- La selección de los elementos a incluir en la carta, atendiendo a criterios como su escala y el propósito para el que será usada.
- Su clasificación.
- Simplificación.
- Simbolización.

Para la realización de este proceso de abstracción resulta de la mayor importancia la escala, la proyección a emplear y el propósito de uso de la carta.

3.1.1. **Escala.**

La representación de la superficie terrestre sobre las cartas, implica la representación de una superficie muy grande sobre otra de dimensiones necesariamente reducidas. Es necesario, por tanto, reducir la superficie terrestre a dimensiones tales que se pueda representar dentro de las establecidas para la carta. Para llevar a cabo esta reducción se emplea el concepto de escala. Si se consideran dos puntos sobre la superficie terrestre separados una distancia D , y sus homólogos en la carta separados una distancia d , la escala E , será:

$$E = \frac{d}{D}$$

Al efectuar el cálculo de la fórmula anterior en una carta obtendremos siempre un número positivo inferior a uno, no expresándose nunca la escala de esta forma, sino como una fracción de numerador 1 y denominador el que corresponda para que esa relación sea la escala.

Por ejemplo, si 1,5 Km en el terreno se representan como 3 cm en la carta, la escala de la representación será:

$$E = \frac{d}{D} = \frac{3\text{cm}}{1,5\text{Km}} = \frac{3\text{cm}}{150.000\text{cm}} = 0.00002 = \frac{1}{50.000} : E = 1 : 50.000$$

La escala de un mapa o carta se muestra, bien mediante la indicación literal de esta fracción o bien mediante unas barras graduadas que se encuentran divididas en unidades de distancia sobre el terreno, lo que facilita una rápida idea de las distancias reales a las que se refiere la representación. A esta forma de mostrar la escala en las cartas se le denomina escala gráfica.



Ilustración 16: Indicación de Escala en la información literal de una carta Española.



Ilustración 17: Escala gráfica.

3.1.2. Proyecciones.

El gran problema asociado a la construcción y utilización de cartas es que la superficie de la Tierra no puede representarse con fidelidad en ninguna carta. Esto se debe a que una esfera no es una superficie desarrollable, es decir, no es posible convertirla a un plano sin generar distorsiones. Es el mismo problema que enfrentaríamos si intentáramos convertir la cáscara de una naranja en un plano sin alterarla.

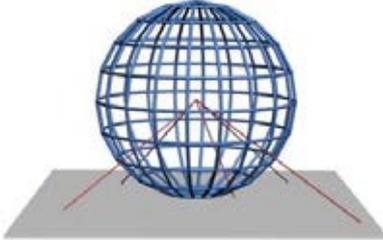
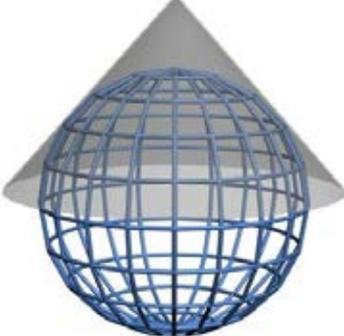
Para solucionar este problema se crean las proyecciones cartográficas.

Podríamos definir como proyección cartográfica a un sistema de representación gráfico que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie desarrollable, como puede ser un cilindro, un cono o el propio plano, esta relación se obtiene a partir de “proyectar” dichos puntos de la superficie terrestre desde un punto de proyección previamente elegido a una superficie desarrollable igualmente elegida a priori y colocada en una posición conveniente.

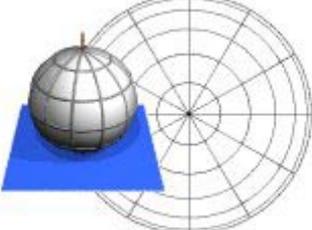
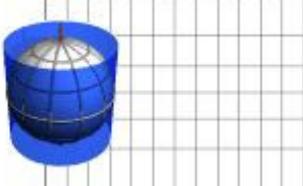
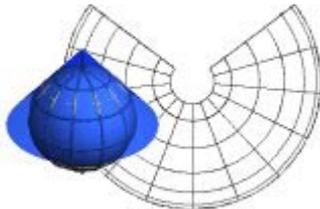
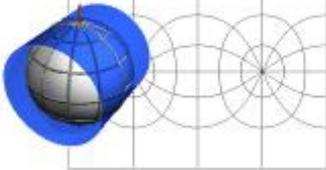
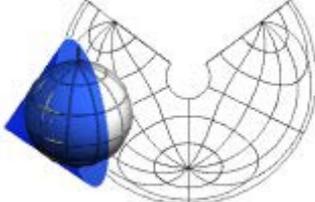
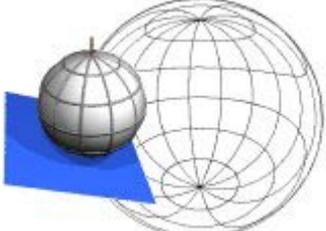
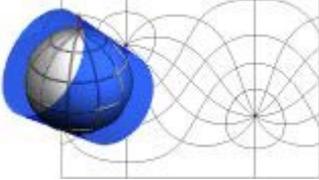
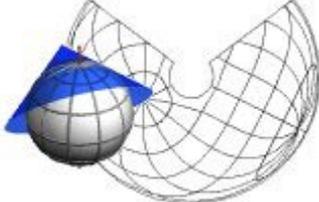
3.1.2.1. Clasificación de las proyecciones.

Existen diversas maneras de clasificar las proyecciones, así a partir de la definición dada de proyección las podríamos clasificar según el punto de proyección, según la superficie desarrollable empleada o según la posición de esta superficie sobre la tierra.

Clasificación de las proyecciones según superficie de proyección:

Proyección plana	Proyección cilíndrica	Proyección cónica
		

Clasificación de las proyecciones según la orientación de la superficie de proyección:

<p>Normales o directas: Cuando el eje de la superficie de proyección es normal (perpendicular) al plano del ecuador. En el caso de los planos, se toma como eje una recta perpendicular al mismo.</p>		
Plana	Cilíndrica	Cónica.
		
<p>Proyecciones Transversas (o transversales): En este caso el eje de la superficie de proyección es paralelo al plano del ecuador.</p>		
Plana	Cilíndrica	Cónica.
		
<p>Proyecciones Oblicuas: Cuando no se cumplen ninguno de los dos criterios anteriores.</p>		
Plana	Cilíndrica	Cónica.
		

Clasificación de las proyecciones según la posición del punto de proyección:

- Proyecciones Gnomónicas o centrográficas: El punto de origen de la proyección es el centro de la Tierra.
- Proyecciones Estereográficas: En estos casos, el origen está colocado en un punto de la superficie terrestre diametralmente opuesto al punto de tangencia del plano de proyección.
- Proyecciones Escenográficas: El punto de origen está situado fuera de la Tierra, a una distancia finita.
- Proyecciones Ortográficas: Son las proyecciones en donde el origen está situado fuera de la Tierra a una distancia infinita, por lo que las líneas de proyección son paralelas entre sí.

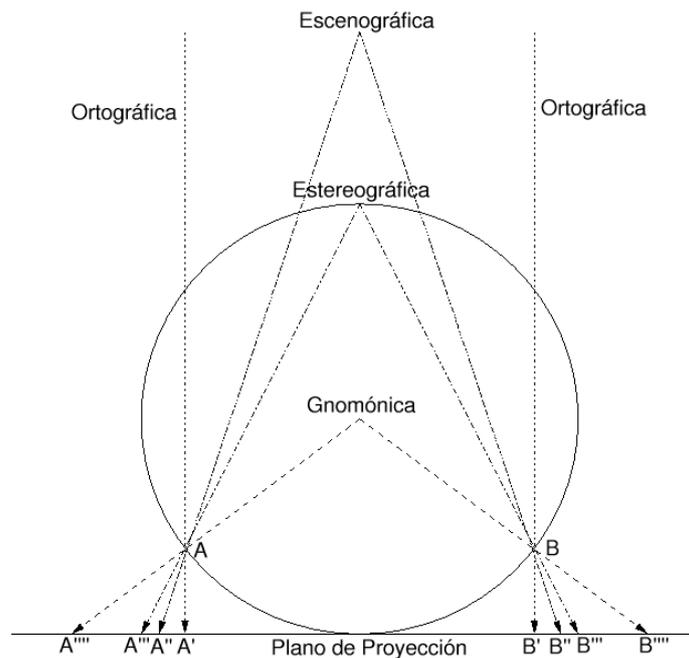


Ilustración 18: Proyecciones según punto de proyección.

Al ser la superficie de la tierra no desarrollable, el empleo de estas proyecciones implica deformaciones en uno u otro sentido, así también podríamos clasificar las proyecciones según la magnitud que conservan:

- Proyecciones automecóicas o aphilácticas: Conservan las distancias.
- Proyecciones conformes o isógonas: Conservan los ángulos.
- Proyecciones equivalentes: Conservan las superficies.

En general las proyecciones conformes son las de mayor interés para la navegación.

3.1.2.2. Proyecciones empleadas en cartografía náutica.

La publicación S4 de la OHI recomienda a sus miembros la publicación de las cartas náuticas de escalas inferiores a 1:50.000 y superiores a 1:2.000.000 en proyección Mercator hasta 70° de latitud, recomendándose la estereográfica polar para latitudes superiores. En el caso de cartas de escala inferior a 1:2.000.000 se recomienda asimismo Mercator para las latitudes hasta 80°.

En cuanto a las cartas de escalas superiores a 1:50.000 permite emplear “cualquier proyección adecuada” y recomienda tener en cuenta la empleada por la cartografía oficial terrestre del

país en cuestión (en el caso de España sería UTM), si bien en la práctica también las cartas de estas escalas se suelen realizar empleando la proyección Mercator.

3.1.2.3. Proyección Mercator.

Gerhard Kremer (1512 – 1594), más conocido por su nombre latino Gerardus Mercator, concibió la idea de una nueva proyección para su aplicación en los mapas, que utilizó por primera vez en 1569. Lo novedoso de esta proyección era que las líneas de longitud eran paralelas, lo cual facilitaba la navegación por mar al poderse marcar los rumbos con líneas rectas, es decir, la loxodrómica se traza como una línea recta directamente sobre la carta. Esta característica ha hecho que más de cuatro siglos después esta proyección sigue siendo la más utilizada en cartas náuticas, al permitir navegar a rumbo directo entre dos puntos situados en la carta.



Ilustración 19: Gerardus Mercator.

Características de la proyección Mercator:

- Cilíndrica. (Superficie de proyección un cilindro)
- Normal. (Eje del cilindro perpendicular al plano del Ecuador)
- Gnómica. (El punto de origen de la proyección es el centro de la tierra)
- Conforme. (Se conservan los ángulos)
- Los meridianos son líneas rectas igualmente espaciadas.
- Los paralelos son líneas rectas desigualmente espaciadas (más cercanas en el Ecuador) que cortan a los meridianos en ángulos rectos.
- La escala se cumple a lo largo del Ecuador o de dos paralelos equidistantes del Ecuador. (latitud media)
- Las loxodrómicas son líneas rectas.
- Los polos están en el infinito. Gran distorsión del área en regiones polares.
- Empleada para la navegación marítima.

Si bien no se trata de una proyección equivalente, las formas se conservan razonablemente bien 15° al N y al S del Ecuador.

No es una proyección automecoica, si el cilindro es tangente al Ecuador (Latitud media igual a 0°) este será línea automecoica (la escala se conserva a lo largo del mismo) y si el cilindro es secante por los paralelos X Norte y Sur ambos serán líneas automecoicas (El valor de estos paralelos recibirá el nombre de latitud media o latitud de escala verdadera).

El concepto de latitud media es muy importante, ya que permite realizar cartas Mercator de zonas del globo alejadas del Ecuador sin grandes distorsiones en la escala.

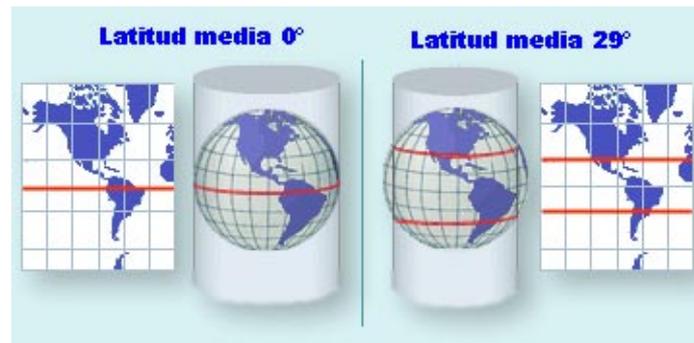


Ilustración 20: Latitud media.

3.1.2.4. Proyección transversa de Mercator y UTM.

La proyección transversa de Mercator fue inventada en 1772 por el matemático y cartógrafo alsaciano Johann Heinrich Lambert.

Fue posteriormente desarrollada por Gauss y Kruger por lo que también se la suele denominar en algunos países proyección Gauss Kruger.

Se desarrolló para corregir las deformaciones de la proyección Mercator, es en realidad una proyección Mercator pero con el cilindro de proyección girado 90° (proyección transversa).



Ilustración 21: Johann Heinrich Lambert.

Características de la proyección Transversa de Mercator:

- Cilíndrica (Superficie de proyección un cilindro)
- Transversa (Eje del cilindro paralelo al plano del Ecuador)
- Conforme (se conservan los ángulos)
- Meridiano central y Ecuador son líneas rectas.
- Escala es verdadera en el meridiano central (línea automecoica)

- Escala infinita a 90° del meridiano central.
- En la práctica su uso se debe limitar a 15° alrededor del meridiano central

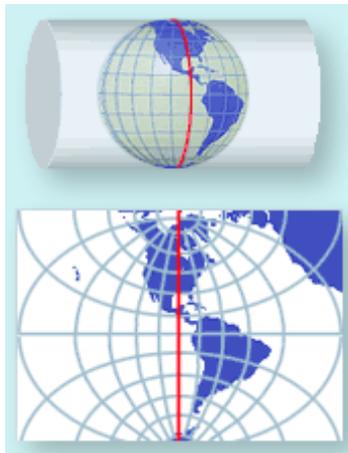


Ilustración 22: Proyección transversa de Mercator.

Su uso se vio limitado durante mucho tiempo a la representación cartográfica de países y regiones que presentaban una forma alargada y estrecha en el sentido Norte – Sur (como Chile) debido a la limitación práctica de no deberse emplear para representar zonas que estén mas allá 15° alrededor del meridiano central.

La proyección Universal, Transversa de Mercator (UTM) fue adoptada por el ejército de los Estados Unidos en 1947 para designar coordenadas rectangulares en mapas militares de gran escala en todo el mundo.

Se trata de la Transversa de Mercator elipsoidal en la que se aplican de manera estándar una serie de parámetros (como los meridianos centrales), siendo en la práctica una estandarización universal de la proyección transversa de Mercator.

La tierra entre los 84° N y los 80° S está dividida en 60 husos de 6° de longitud numerados a partir del antimeridiano de Greenwich en sentido E.

Cada uso UTM está dividido en 20 bandas de 8° de latitud (excepto la X, la de mas al norte que tiene 12°) designadas con letras comenzando por la C en 80° S y terminando por la X en 84°N, las letras A y B en el hemisferio Sur e Y y Z en el hemisferio Norte se emplean en la proyección UPS que completa la UTM en los casquetes polares.

Las bandas C a M están en el hemisferio sur, Las bandas N a X están en el hemisferio norte, una regla útil es acordarse de que cualquier banda que esté por encima de N (de norte) está en el hemisferio norte.

El cilindro de la proyección no es tangente por el meridiano central del huso, sino secante por dos líneas que se encuentran a 180.000 metros a cada lado del mismo (líneas automecoicas de la proyección), el factor de escala en el meridiano central del huso es 0.9996 y llega hasta 1.0095 en los bordes del huso.

Las coordenadas se dan en X (aumentan hacia el Este) e Y (aumentan hacia el norte). Para no tener coordenadas negativas, se asigna al meridiano central del huso un valor de $x=500.000$ llamado falso Este, el origen de las coordenadas Y es el Ecuador que tiene en el hemisferio Norte un valor de 0 y en el hemisferio Sur de 10.000.000 llamado falso Norte.

La intersección entre husos y bandas generan las zonas UTM.

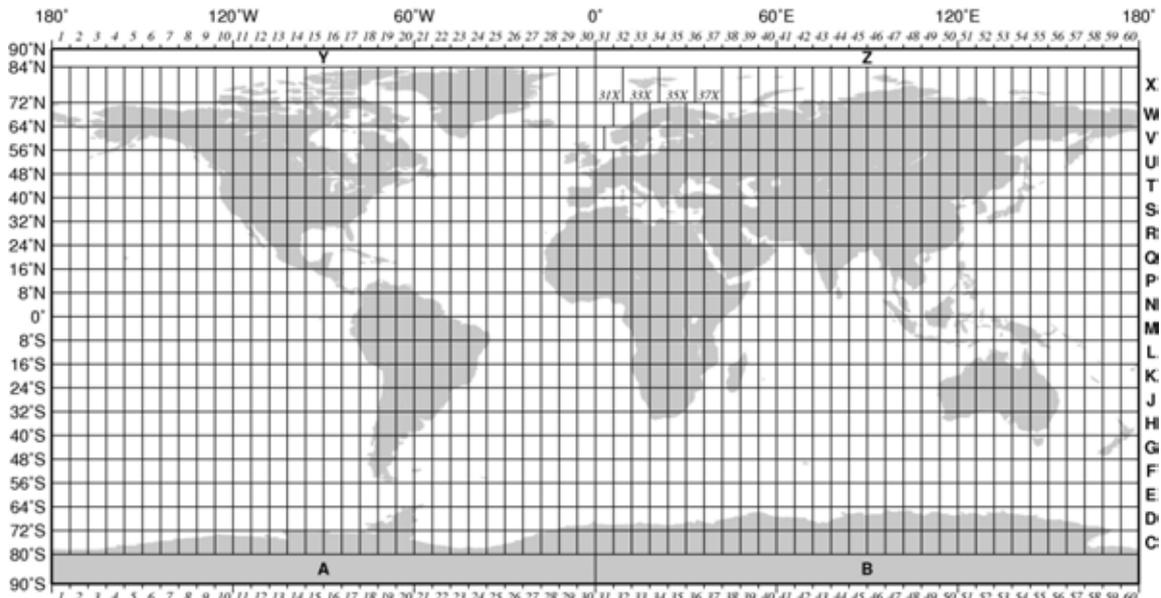


Ilustración 23: Husos y bandas UTM en el mundo.

Si se siguiese en la práctica la recomendación de la OHI de producir la cartas de escala superior a 1:50.000 en la misma proyección empleada por los servicios cartográficos de tierra del país productor muchos países (incluido España) usarían la proyección UTM en estas cartas. Si bien esto hoy en día no es así, sí que es frecuente emplear esta proyección para la representación de parcelarios y otros documentos de trabajo durante los levantamientos hidrográficos.

Asimismo es relativamente frecuente que la cuadrícula asociada a esta proyección se muestre en las cartas de proyección Mercator junto al propio esqueleto Mercator, especialmente en las cartas de uso militar. En las cartas de este tipo la cuadrícula UTM se muestra no como líneas completas sino como marcas largas (ticks) de color magenta, posiblemente todas con su etiqueta correspondiente y preferentemente espaciadas cada 1000 metros o múltiplo dependiendo de la escala de la carta. Una nota aclaratoria sobre esta cuadrícula (igualmente en magenta) se añadirá a la carta indicando su utilidad, los últimos dígitos omitidos (si se usa un múltiplo de 1000 es frecuente omitir los 3 últimos) y quizás un ejemplo.

En algunos países optan por añadir esta nota aclaratoria al diagrama de levantamientos e indicar en el los designadores de la zona UTM.

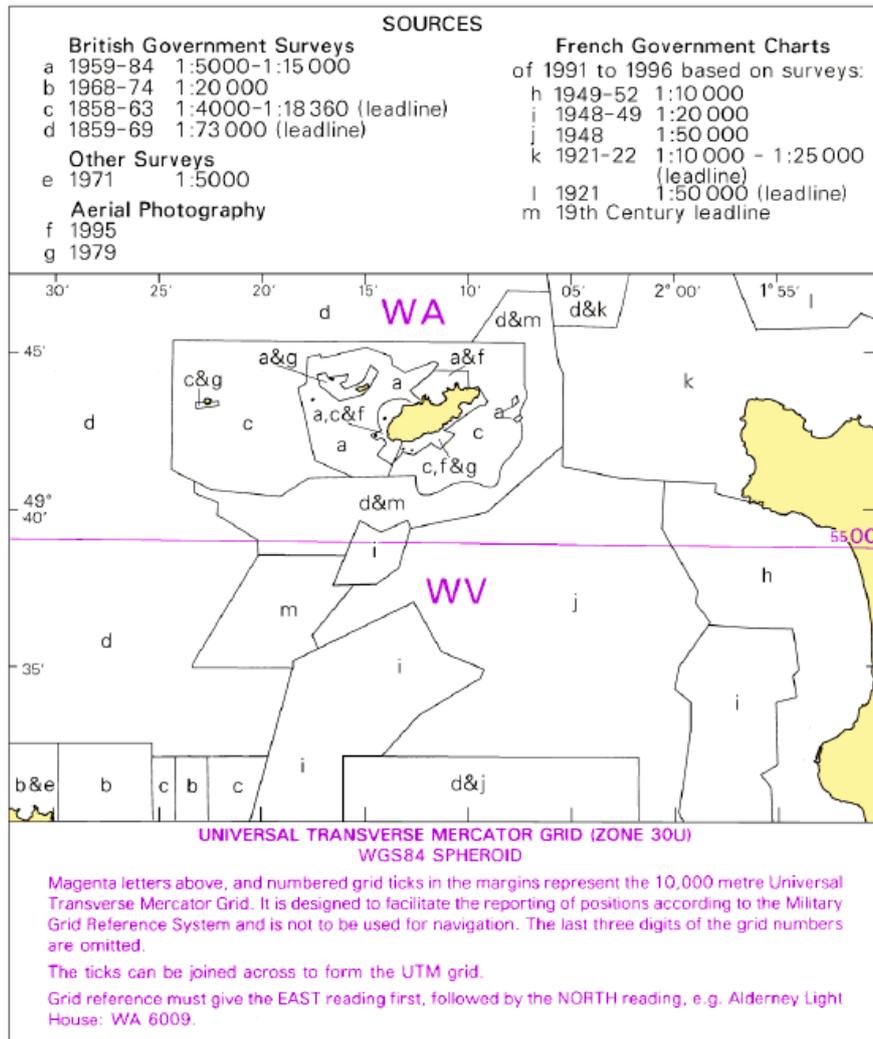


Ilustración 24: Diagrama de levantamientos con Nota de cuadrícula UTM.

Podría ser necesario incluir en una misma carta dos cuadrículas UTM distintas, como en el caso de cartas que estén en el borde de un huso o que abarquen dos husos, en este caso se representarán las marcas de un huso en magenta y las del otro huso en un color distinto, preferentemente el negro.

3.1.2.5. Proyección estereográfica polar y UPS.

La proyección estereográfica polar es empleada habitualmente para representar los casquetes polares, así la podemos encontrar en la carta GEBCO para completar a la carta Mercator mundial. (ver Ilustración 6: Carta GEBCO.)

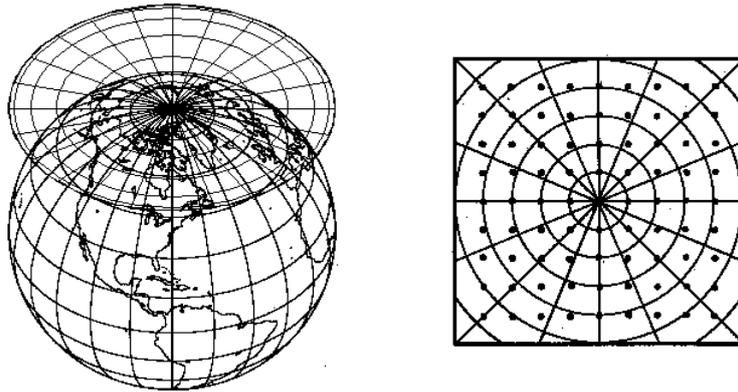


Ilustración 25: Proyección estereográfica polar.

Principales características de la proyección:

- Plana (superficie de proyección un plano)
- Tangencia en el polo, en la práctica, para la UPS, secante a $81^{\circ} 07'$
- Estereográfica (El punto de origen de la proyección es el opuesto al de tangencia del plano)
- Paralelos: círculos concéntricos desigualmente espaciados.
- Meridianos: líneas rectas radiadas desde el polo.
- Distorsión de escala: tangente: aumenta desde el polo; secante: aumenta hacia el ecuador, disminuye hacia el polo.
- Loxodrómica: Curva.
- Ortodrómica: Línea recta solo cuando atraviesa el polo.

La UPS es una universalización de la estereográfica polar con el plano tangente en $81^{\circ} 07'$ y una cuadrícula propia que completa la de la UTM.

3.1.3. Propósito de uso.

Con el término “propósito de uso” o “propósito de navegación” pretendemos dar al navegante una información sobre la utilidad que puede darle la carta de manera más intuitiva que la escala.

Para las cartas de papel y en el caso concreto de la producción del IHM hablaríamos de los siguientes propósitos:

Propósito	Escalas	Uso.
Generales	< 1:3.000.000	Navegación oceánica
Arrumbamiento	1:3.000.000 - 1:200.000	Navegación distancias medias a rumbo directo
Costeras	1:200.000 - 1:50.000	Navegación reconociendo la costa
Aproches	+/- 1:25.000	Aproximación a puertos
Portulanos	> 1:25.000	Mayor detalle de los puertos.

Para las cartas ENC es más común hablar de su propósito de navegación que de su escala (y cuando se habla de su escala se emplea el término escala de compilación ya que se pueden representar en pantalla a cualquier escala), tanto es así que el tercer carácter del nombre dado a una célula ENC corresponde a su propósito de navegación.

Para las cartas ENC existen seis propósitos de navegación.

Propósito	Nombre	Rango de escalas.
1	General	<1:1.499.999
2	Arrumbamiento	1:350.000 – 1:1.499.999
3	Costera	1:90 000 – 1:349 999
4	Aproche	1:22 000 – 1:89 999
5	Portulano	1:4 000 – 1:21 999
6	De amarre	> 1:4 000

El rango de escalas de la tabla anterior es meramente orientativo, si bien la OHI recomienda a los productores de cartas ENC emplear escalas estándar que se ajusten a las usadas por los radares, debido a que existen consolas ECDIS que tienen la opción de superponer la imagen de video del RADAR, e incluso consolas que son al mismo tiempo ECDIS y RADAR.

Alcance RADAR (millas náuticas)	Escala estándar ENC
200	1:3.000.000
96	1:1.500.000
48	1:700.000
24	1:350.000
12	1:180.000
6	1:90.000
3	1:45.000
1.5	1:22.000
0.75	1:12.000
0.5	1:8.000
0.25	1:4.000

3.2. **Graficismo.**

Se ha estudiado que el ojo humano es capaz de distinguir dos puntos separados entre sí 0,2 mm sobre un papel alejado a una distancia de unos 30 cm del ojo, pero que a menos de estos 0,2 mm de separación, el ojo no será capaz de distinguirlos, y por tanto, recibirá una única imagen puntual.

La distancia que, sobre el terreno, aplicando la escala de la carta, es decir, la correspondencia sobre el papel, corresponde a 0,2 mm toma el nombre de graficismo, y se puede definir como aquella cantidad, que a la escala de la carta, corresponde a la mínima distancia apreciable.

Por ejemplo si estamos realizando una carta de escala 1:25.000 el graficismo serían 5 metros, lo cual quiere decir que dos objetos separados 5 metros o menos no podrán ser representados de manera individual, objetos lineales paralelos separados menos de 5 metros serán representados como una única línea y objetos de tipo área con bordes de lado inferior a 5 metros serán representados con símbolos antes que con su forma real.

Siguiendo el ejemplo anterior si en esta carta de escala 1:25.000 tuviésemos un pantalán de 3 metros de ancho se representaría como una única línea.

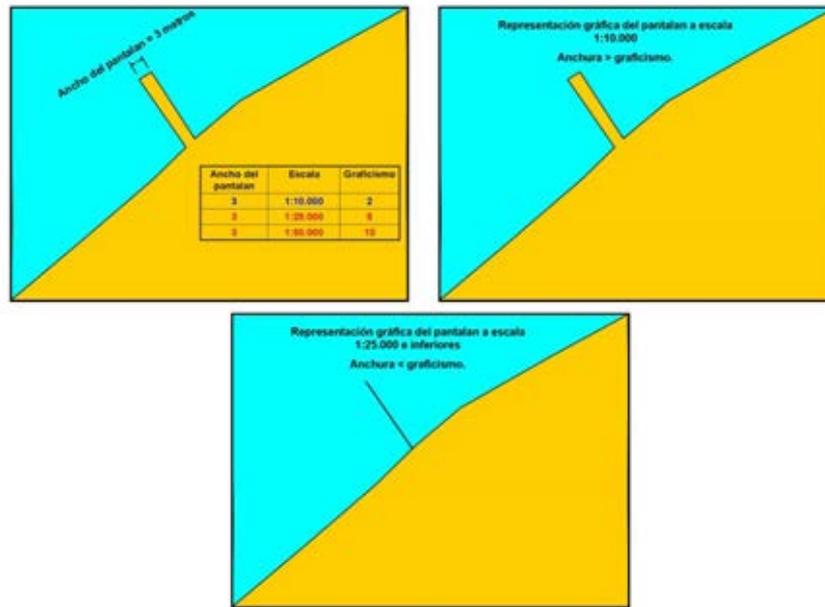


Ilustración 26: Aplicación del graficismo a la compilación cartográfica.

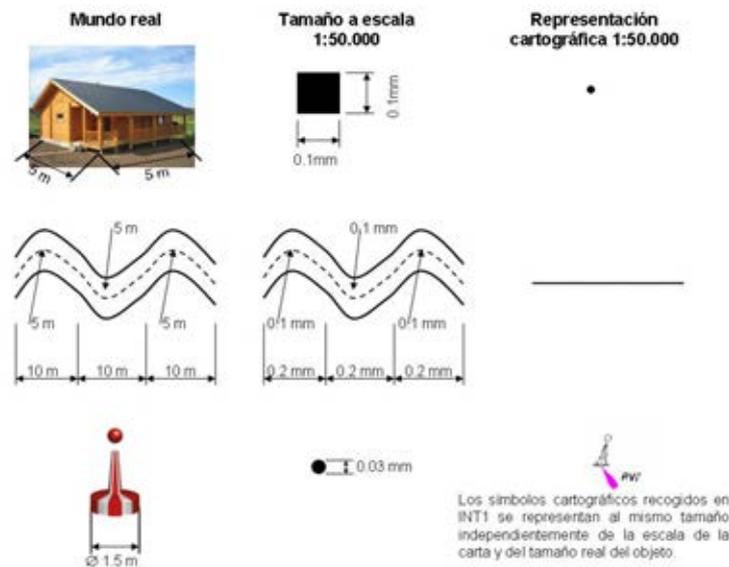


Ilustración 27: Ejemplos de graficismo en elementos de área, línea y punto.

Ciertos elementos del mundo real se representan en las cartas mediante el uso de símbolos cartográficos, de los que podemos distinguir dos tipos, a saber, símbolos escalables y símbolos de tamaño fijo. Como sabemos la publicación en la que se recoge la simbología a emplear en las cartas náuticas es la INT1 de la OHI, y en la misma podemos encontrar símbolos de tamaño fijo (en general todos los de ayudas a la navegación como boyas, balizas...) o símbolos de tamaño escalable, es decir, que se representarán con las dimensiones a escala del objeto real (como por ejemplo un dique flotante); asimismo hay elementos que dependiendo de la escala de la carta se representaran a su escala real o bien (aplicando el criterio de graficismo) mediante un símbolo de tamaño fijo (por ejemplo los Duques de Alba). Normalmente los símbolos escalables llevan asimismo asociado uno de tamaño fijo, para que igualmente, aplicando el graficismo a determinadas escalas se pueda representar el objeto.

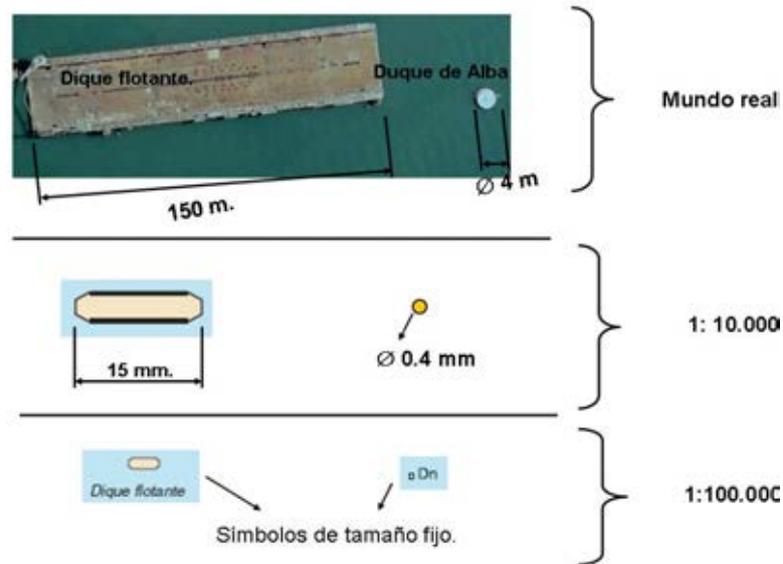


Ilustración 28: Selección de símbolo escalable o de tamaño fijo.

La selección entre símbolo escalable o de tamaño fijo (en los casos en que esto es posible) no depende única y exclusivamente del graficismo, ya que resulta obvio que, como en el ejemplo de la ilustración anterior, no será de utilidad al navegante la representación en su verdadero tamaño a escala de un dique en una carta de navegación costera que no ha sido compilada para la navegación en el interior de la dársena donde se encuentra el dique en cuestión.

3.3. Generalización cartográfica de elementos lineales y áreas.

A la hora de compilar una nueva carta nos enfrentamos habitualmente al problema de que los documentos fuentes con los que trabajamos (restituciones fotogramétricas, parcelarios con sondas y veriles...) estarán a una escala mayor que la carta que vamos a representar, esto es especialmente problemático en el caso de los elementos lineales y de área, ya que al haber sido realizados con una gran densidad de vértices (que era la adecuada al documento fuente) provocarán, en caso de dejarlos tal cual, problemas de representación, impresión e interpretación por parte del usuario.

Para dar solución a este problema procederemos a generalizar los datos de estas líneas de manera que la densidad de vértices en las mismas sea la adecuada a la carta a producir.

En cuanto a los elementos de tipo área, procederemos a generalizar las líneas que definen su contorno.

3.3.1. Algoritmos de generalización lineal. Douglas Peucker.

Existen diversos algoritmos matemáticos para efectuar una generalización lineal, que permiten eliminar vértices de la línea que resultarían redundantes a la escala a emplear. Así existen los algoritmos de Lang, McMaster, Rewmann – Witkam y Douglas Peucker, siendo este último el empleado con mayor asiduidad hoy en día.

Fue ideado en Canadá en 1973, para su uso hay que especificar un valor de umbral que controla el aumento de simplificación.

El modo de actuación comienza uniendo los puntos extremos de la línea y calculando las distancias perpendiculares de los vértices intermedios a la recta así generada, si alguna de las distancias calculadas supera el umbral especificado subdividiremos la línea a simplificar por el vértice que disponga la distancia mayor.

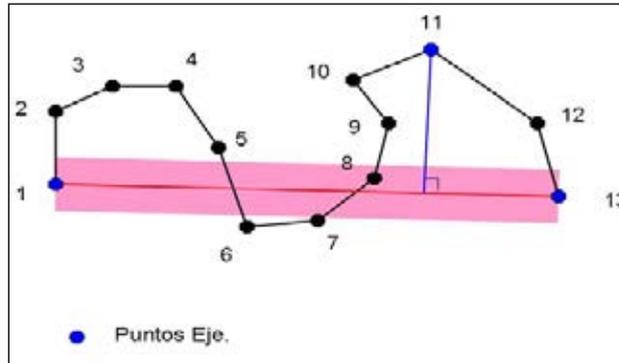


Ilustración 29: Puntos eje inicio y fin y el de mayor distancia.

Se procederá iterativamente con las distintas subdivisiones.

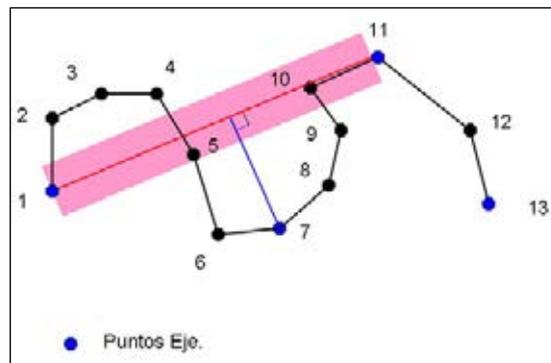


Ilustración 30: Cálculo del siguiente punto eje.

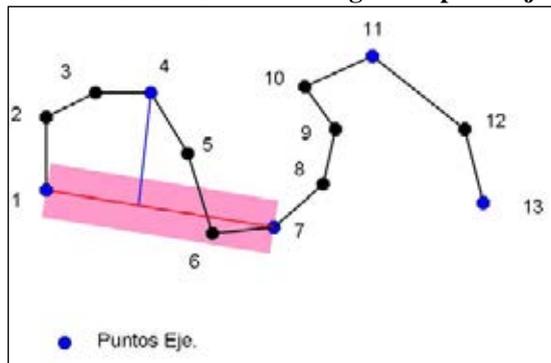


Ilustración 31: Cálculo del siguiente punto eje (2).

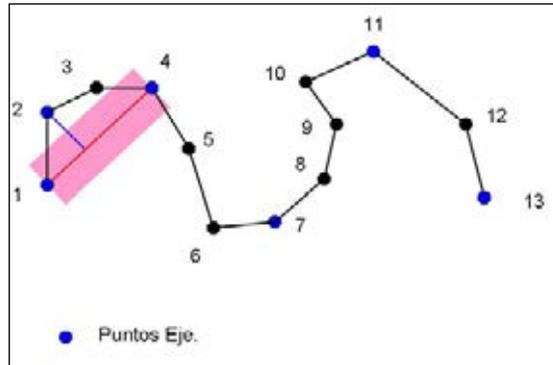


Ilustración 32: Cálculo del siguiente punto eje (3).

El proceso continuará dividiendo la entidad lineal hasta que llegemos a una subdivisión compuesta únicamente por dos puntos, procediendo en ese momento a analizar la subdivisión siguiente (esto es, uniendo el penúltimo punto eje con el anterior)

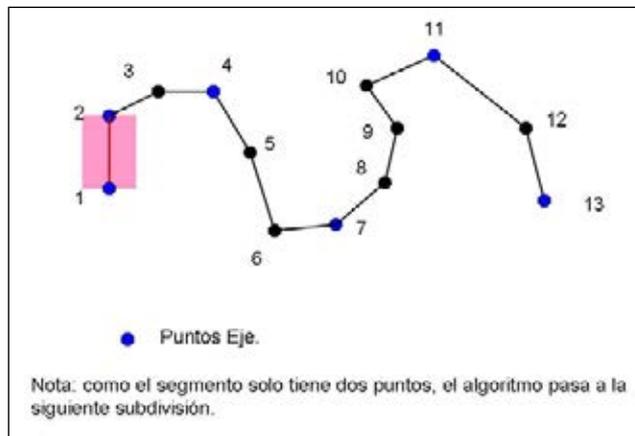


Ilustración 33: Subdivisión con solo dos puntos.

A partir de este momento, analizaremos en cada una de las subdivisiones formadas la distancia de los puntos intermedios a la recta, en las sucesivas subdivisiones eliminaremos los puntos intermedios si la distancia de todos (caso de haber mas de uno) es inferior al umbral, si en cambio, la distancia de alguno intermedio es superior a dicho umbral procederemos a subdividir de nuevo.

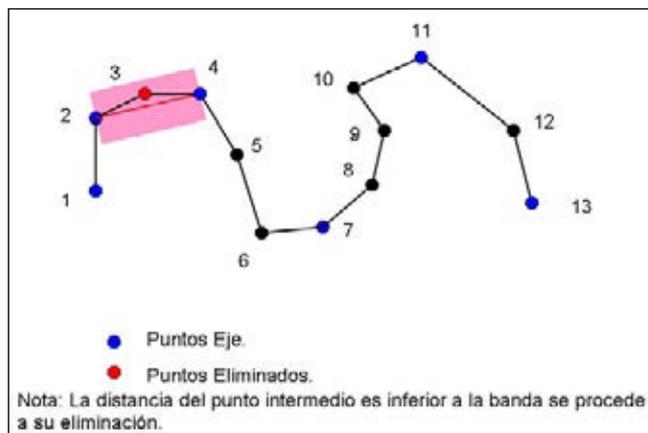


Ilustración 34: Eliminación de un punto dentro del umbral.

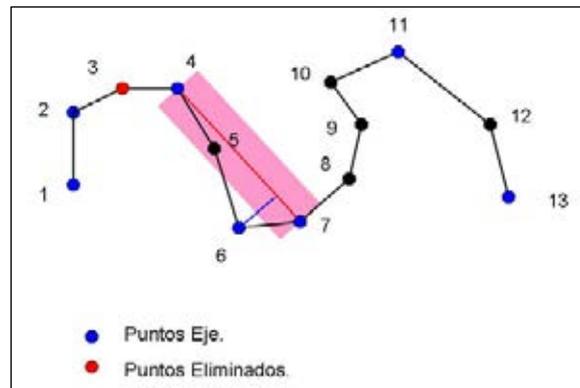


Ilustración 35: Un punto a mayor distancia del umbral, se subdivide.

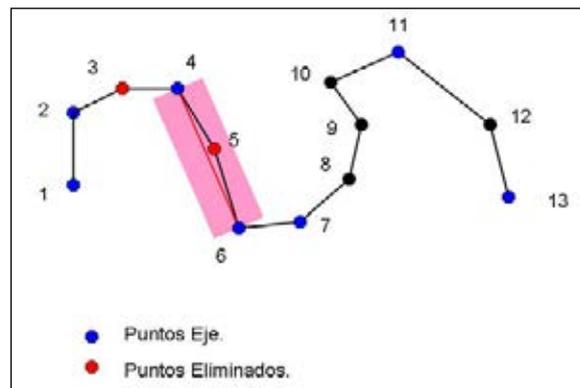


Ilustración 36: Eliminación de un punto dentro del umbral (2).

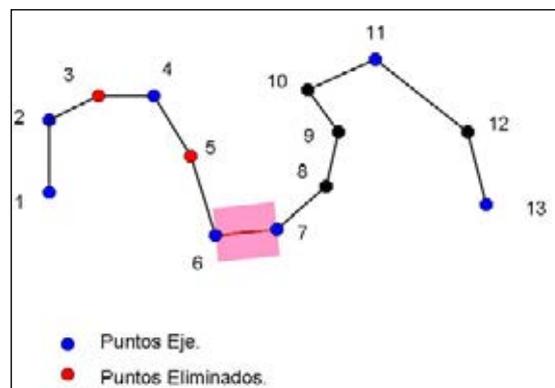


Ilustración 37: Subdivisión con solo dos puntos (2).

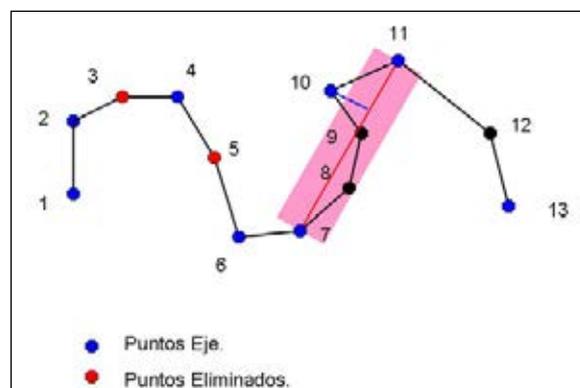


Ilustración 38: Un punto a mayor distancia del umbral, se subdivide (2).

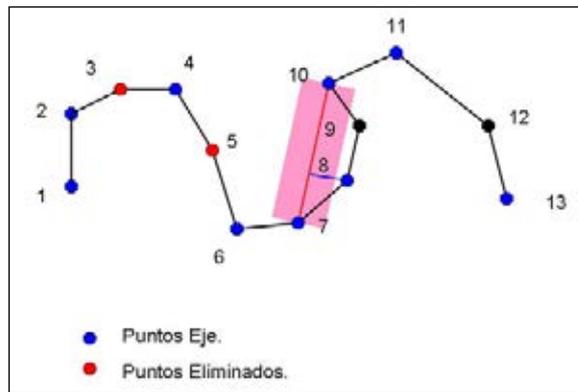


Ilustración 39: Un punto a mayor distancia del umbral, se subdivide (3).

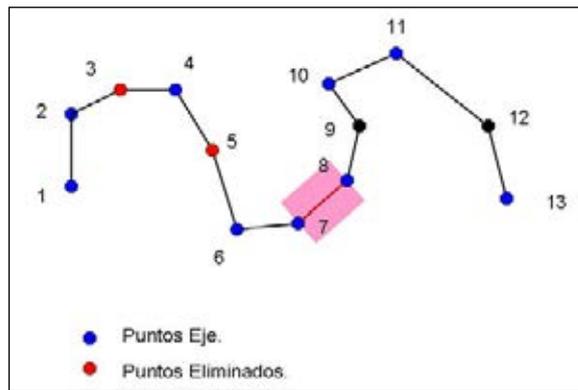


Ilustración 40: Subdivisión con solo dos puntos (3).

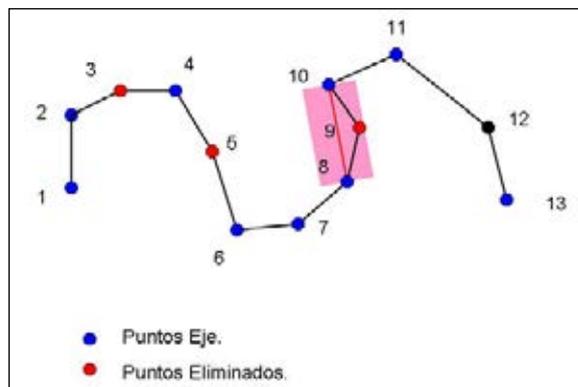


Ilustración 41: Eliminación de un punto dentro del umbral (3)

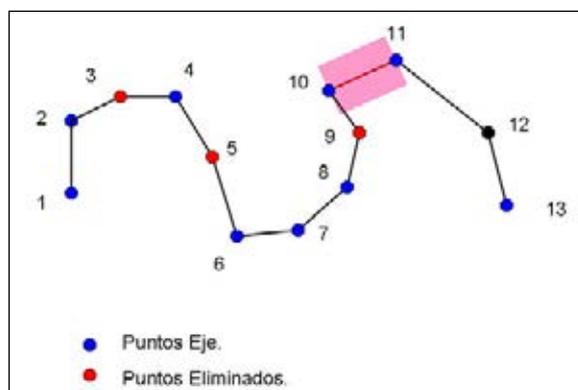


Ilustración 42: Subdivisión con solo dos puntos (4).

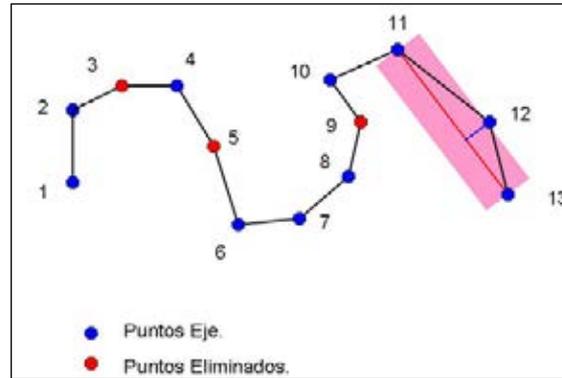


Ilustración 43: Última subdivisión posible.

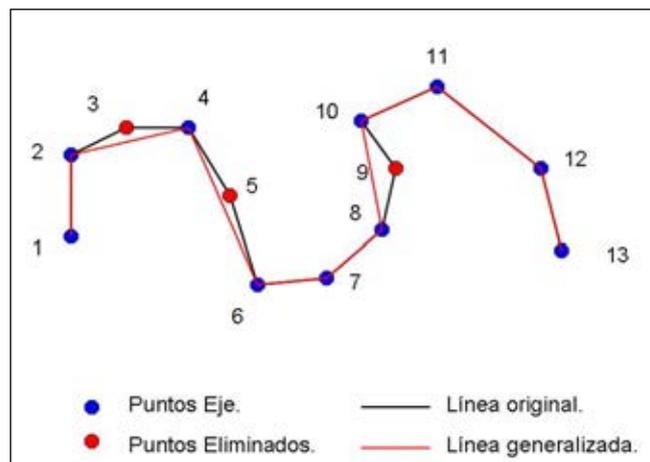


Ilustración 44: Resultado final.

3.4. Selección y filtrado de elementos atendiendo a la escala y propósito de uso de la carta.

Uno de los procesos más delicados de la compilación cartográfica aplicada a la cartografía náutica es, junto con la aplicación del graficismo y la generalización de elementos lineales, la selección de los elementos del mundo real que van a aparecer en la carta a realizar teniendo en cuenta su escala y su propósito de uso.

Así teniendo información detallada de la zona a cartografiar a la mejor escala posible (información batimétrica, fotogramétrica, topográfica, de ayudas a la navegación...) deberemos seleccionar teniendo en cuenta la escala (graficismo y generalización) y el propósito de uso (que esperará el navegante de esta carta en concreto), dicho criterio de selección se procurará que sea uniforme a lo largo de todo nuestro catálogo de cartas, así, si por ejemplo se decide que en las cartas costeras el único balizamiento de los puertos que aparecerá serán las luces que marcan los espigones exteriores del puerto siempre y cuando su alcance sea superior a 15 millas, seguiremos esta decisión para cada carta costera que compilemos.

Como ejemplo vamos a ver como se representa Cádiz en distintas cartas, así comenzando en la carta 44B, una carta de navegación costera de escala 1:175.000 apreciamos la escasa densidad de sondas, unos veriles muy suaves (generalizados a la escala) y el balizamiento

solo incluye las boyas más exteriores y las dos torres seleccionadas como puntos conspicuos en tierra no muestran dato alguno.



Ilustración 45: Cádiz en la carta 44B Escala 1:175.000

En la carta 443 de escala 1:50.000 podemos observar la mayor densidad de la batimetría, la mejor definición de los veriles, aparece una baliza ciega (esto es, sin luz) que se había obviado en la escala anterior y las dos torres que se representan en la ciudad aparecen con su altura y con sus luces.

El hecho de que en esta carta los veriles aparezcan con mayor detalle y definición nos da a entender que en la carta 44B se han sometido a generalización lineal.

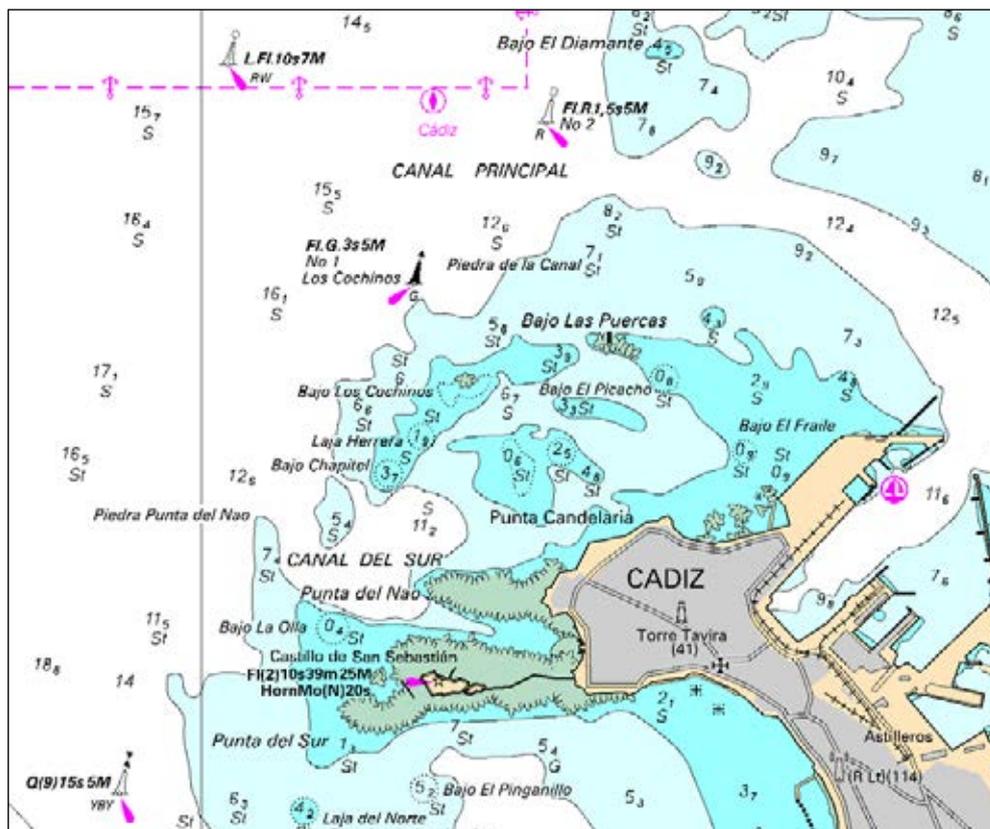


Ilustración 46: Cádiz en la carta 443 Escala 1:50.000

En la carta 443a, un enfoque de escala 1:25.000 vemos que aumenta aún más la densidad de sondas y la definición de los veriles (con lo cual vemos que estos han sido generalizados a distintas escalas), aparece el balizamiento interior de la canal (las boyas laterales que delimitan la misma) y también parte del balizamiento interior del puerto (las balizas laterales de los espigones principales), asimismo aparecen puntos conspicuos en tierra (torres y edificios destacados visibles desde la mar) que no aparecían a otras escalas.

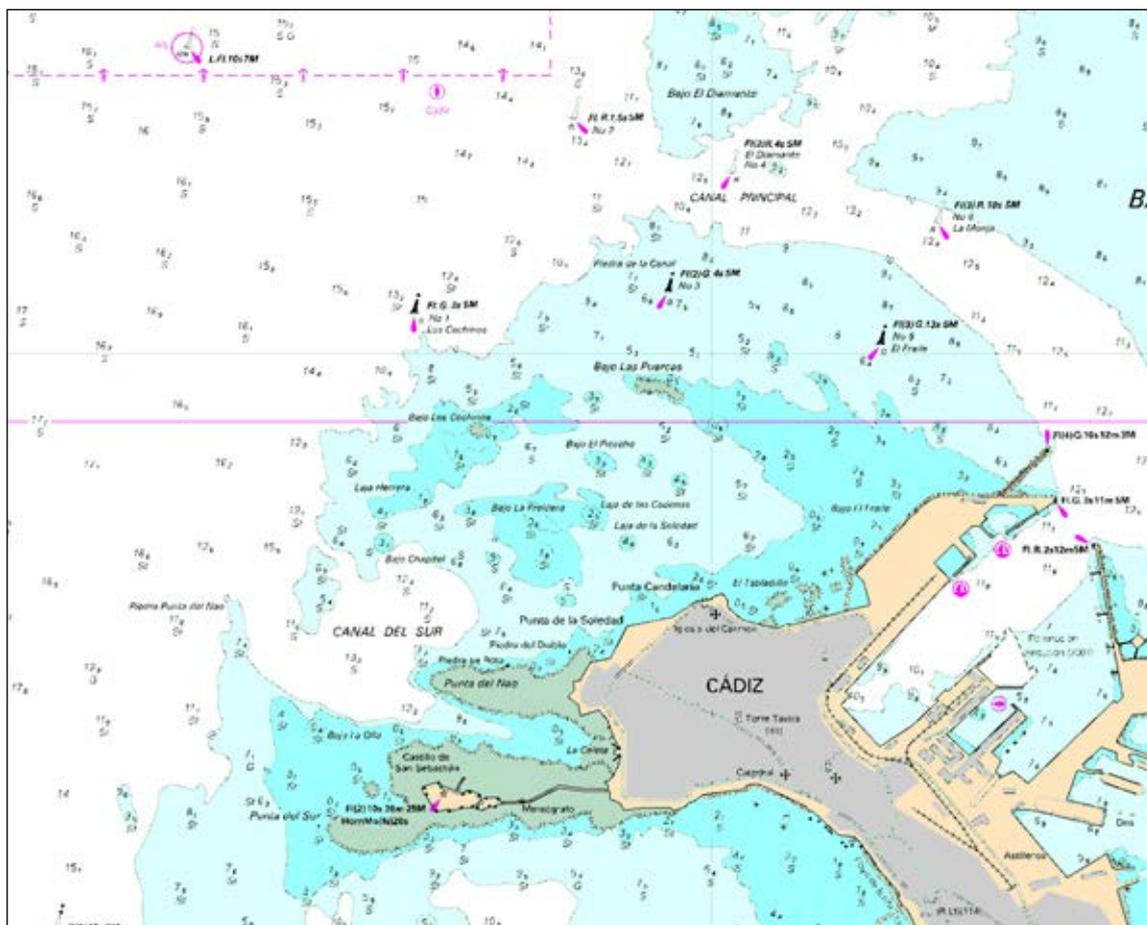


Ilustración 47: Cádiz en la carta 443a Escala 1:25.000

Finalmente en la carta 4430 de escala 1:12.500 vemos que la densidad de las sondas aumenta así como mejora la definición de los veriles, si bien no se aprecia tanta diferencia como en las escalas anteriores, el balizamiento interior del puerto aparece representado por completo así como la información relativa al nombre de los muelles y las distintas dársenas.

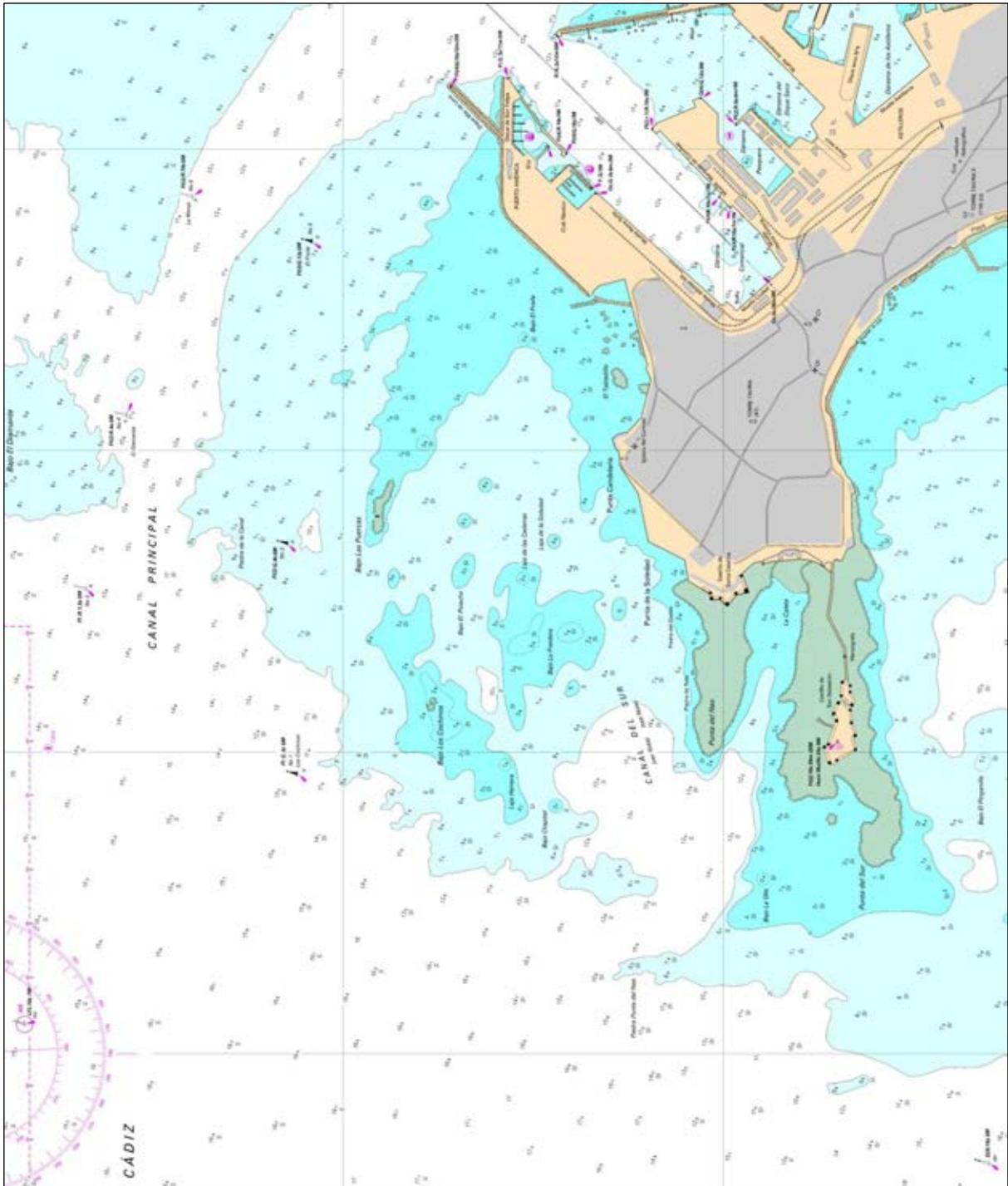


Ilustración 48: Cádiz en la carta 4430 Escala 1:12.500

3.5. Representación cartográfica de datos vectoriales.

En todas las definiciones empleadas en distintas publicaciones para hablar de los datos vectoriales siempre se menciona la facilidad que los mismos aportan para ser representados a distintas escalas, si bien esto es indudablemente cierto, existe una dificultad a la hora de representar los datos vectoriales puntuales (adimensionales) como las sondas, boyas y en general todos los que se representan mediante símbolos no escalables.

3.5.1. El problema: simbología vectorial y escalas.

A la hora de representar un archivo vectorial (por ejemplo una carta ENC) a una escala distinta a la que fue compilado se nos presenta un problema con los datos de tipo punto (llamados también nodos) ya que al representarse los mismos mediante un símbolo no escalable, esto es de tamaño constante, al reducir la escala de representación llegaremos a un fenómeno llamado “clutter” que consiste en que los símbolos se superponen unos a otros “machacándose” y llegando incluso a tapar el resto de la información gráfica contenida en el archivo.



Ilustración 49: Carta ENC ES504430 a su escala de compilación.



Ilustración 50: Carta ENC ES504430 a escala inferior a la de compilación.

Como vemos en las dos ilustraciones anteriores una carta ENC representada en pantalla a su escala de compilación presenta una información gráfica perfectamente legible, mientras que si reducimos la escala (sin aplicar la solución que veremos en el siguiente punto) las sondas, las balizas y las boyas (cuyo símbolo se sigue representando al mismo tamaño) dificultan la visualización y comprensión de la información, empeorando aún más si redujésemos en mayor medida la escala.

3.5.2. La solución empleada en S57, atributos SCAMIN y SCAMAX.

Desde el propio estándar S57 de transferencia de datos digitales de la OHI se ha definido una solución a esta problema mediante el uso del atributo SCAMIN, de manera que todos los elementos que aparecen en un archivo S57 (como una carta ENC) pueden emplear este atributo para indicar hasta que escala se representarán, si seleccionamos escalas inferiores a esta, el elemento no se representará.

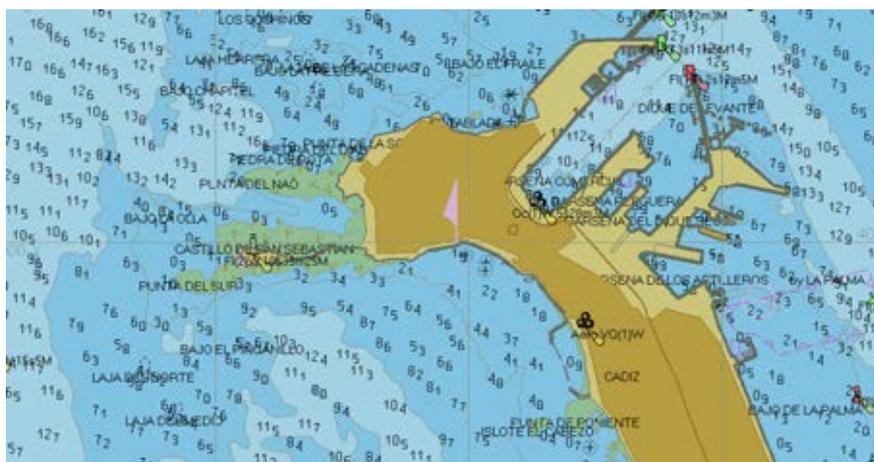


Ilustración 51: ES504430 a escala inferior a la de compilación, empleando SCAMIN.

La selección del valor a introducir en el atributo SCAMIN de los distintos elementos de la carta es un proceso similar al que se efectúa para seleccionar los elementos a incluir en una carta de papel pero pensando en múltiples escalas.

El atributo SCAMAX también previsto en S57 (pero prohibido para ENC) funciona al revés, y sirve para seleccionar elementos a mostrar en escalas pequeñas, que ya no se mostrarían en escalas mayores.

4. Actualización de cartas.

El fin último de las cartas de navegación y del resto de publicaciones de los servicios hidrográficos oficiales es la descripción detallada de zonas susceptibles de ser navegadas por un buque al objeto de poder planificar y trazar su derrota, verificar la situación durante la navegación y auxiliar en la misma mediante la representación más detallada posible de todos los peligros conocidos en las aguas, de las marcas y ayudas a la navegación susceptibles de ser usados por los buques, así como los sistemas de organización del tráfico marítimo o de notificación obligatoria.

Como estas zonas constituyen un medio en muchas ocasiones muy cambiante, debido a la acción de la naturaleza o del hombre; y los medios técnicos empleados para poder efectuar su descripción avanzan de manera imparable, las cartas y publicaciones no pueden permanecer estáticas sino que han de ser constantemente actualizadas.

4.1. Marco legal.

El Convenio Internacional para la Seguridad de la vida en la mar (Safety Of Life At Sea) SOLAS, indica en la regla 27 de su Capítulo V la obligación de que todos los barcos deben llevar cartas y publicaciones náuticas actualizadas:

Las cartas y publicaciones náuticas, como derroteros, libros de faros, avisos a los navegantes, tablas de mareas y demás publicaciones náuticas necesarias para la navegación, deberán ser las adecuadas y estar actualizadas.

Esta regla implica en la práctica una obligación bilateral, por un lado el navegante ha de actualizar las publicaciones que tiene a bordo y por otra parte el servicio hidrográfico productor de las mismas a de proveer los mecanismos adecuados para que dicha actualización se pueda llevar a cabo.

4.2. El grupo de avisos a los navegantes (GAN).

Ver el punto 2.1.5.

4.3. Avisos radiados.

Es indudable que en multitud de casos la información susceptible de modificar las publicaciones náuticas podrá tener un carácter de inmediatez, de manera que no será factible el esperar a que el barco se encuentre en puerto para recibirla.

Si bien hoy en día y cada vez con más frecuencia los barcos disponen a bordo de amplios medios telemáticos (conexión a Internet) el medio más obvio e inmediato es la radio.

Las estaciones costeras radiotelefónicas de onda media y VHF transmiten avisos náuticos procedentes del Instituto Hidrográfico y avisos meteorológicos procedentes de la Agencia Estatal de Meteorología. La transmisión de estos boletines de avisos se anuncian previamente por las frecuencias 2.182 de onda media y por el canal 16 de VHF (ambos de obligada escucha a bordo)

4.3.1. El sistema NAVTEX.

Navtex es un sistema internacional para la emisión y recepción automática de información de seguridad marítima por medio de telegrafía de impresión directa.

El sistema Navtex emplea la frecuencia de 518 Khz. para el idioma inglés y las frecuencias de 490 Khz. o 4209.5 Khz. para los idiomas nacionales.

Se emplea una única frecuencia asignando a cada estación un código distinto y una base de tiempo compartido para evitar interferencias mutuas.

El usuario puede seleccionar en su receptor la estación de la que recibirá los mensajes debido a que cada una tiene una letra de identificación que se incluye en la cabecera del mensaje, asimismo podrá seleccionar el tipo de mensajes que quiere recibir porque de la misma manera en dicha cabecera se incluye la información del tipo de mensaje, si bien, los avisos a los navegantes, los avisos meteorológicos y los referentes a búsqueda y rescate y avisos de actos de piratería no podrán nunca ser filtrados.



Ilustración 52: Receptor NAVTEX

4.3.2. El sistema SAFETYNET.

El sistema SAFETYNET es un servicio del sistema de llamada intensificada a grupos de INMARSAT proyectado para la difusión de información sobre seguridad marítima proporcionando avisos náuticos, meteorológicos y de búsqueda y rescate en zonas de alta mar o en zonas costeras de mala recepción NAVTEX, la estación terrestre de INMARSAT puede seleccionar la zona a la que transmitir los distintos avisos.

4.4. Secuencia de actualización desde la fuente hasta el navegante.

Tanto las autoridades de cualquier tipo implicadas en gestión costera, portuaria y de balizamiento como los propios navegantes pueden ser origen de información susceptible de actualizar la cartografía y las publicaciones náuticas.

Así, la autoridad encargada del balizamiento costero deberá notificar a la mayor brevedad al Instituto Hidrográfico los cambios en el mismo tan pronto como se produzcan, debiendo la Subsección de Balizamiento (dependiente de la Sección de Náutica) comprobar los datos suministrados, preparar los avisos correspondientes al libro de faros y suministrar la información a la sección de cartografía que comprobará las cartas que se vean afectadas por la misma para proceder a elaborar los avisos pertinentes.

Cuando una autoridad portuaria prevea efectuar obras en sus dársenas habrá de comunicar los proyectos de las mismas al IHM por si procediera efectuar un aviso preliminar, asimismo habrá de comunicar el comienzo de los trabajos y el avance de los mismos así como el balizamiento especial que los señalice.

El trabajo de comprobar las cartas y publicaciones a las que afecta la información recibida así como efectuar los avisos pertinentes se ve agilizado y optimizado con el empleo de sistemas GIS que emplean bases de datos. (Ver capítulo 9)

4.4.1. El hidrógrafo como fuente de avisos a los navegantes.

Indudablemente la manera más fiable de comprobación de datos in situ para un servicio hidrográfico oficial la constituyen sus propios barcos hidrógrafos, no solamente en lo que se refiere a batimetría, lo cual resulta obvio, sino en cuanto a toda la información plasmada en sus cartas y publicaciones.

Para que esta labor del buque de "ojos y oídos" del servicio hidrográfico en la zona resulte eficaz en la documentación del trabajo a realizar que se entrega al buque (instrucción normativa en el caso del IHM) se recalcará este punto, se indicarán los datos dudosos (recibidos de fuentes de escasa fiabilidad y no comprobados previamente) y se suministrarán al buque todos los datos disponibles de la zona a fin de que se proceda a su comprobación.

Durante la realización de los trabajos se comunicarán a la mayor brevedad todas las discrepancias encontradas entre la realidad y los datos previamente suministrados, tanto en lo que respecta a ayudas a la navegación, línea de costa, instalaciones portuarias, obstrucciones, datos reflejados en el derrotero como en lo que respecta a la batimetría.

Para poder comprobar in situ las diferencias batimétricas entre el levantamiento que se esta realizando y los datos previos (procedentes de levantamientos anteriores) previamente se habrán de dar al buque todos los datos batimétricos previos de la zona (de parcelarios anteriores y cartas en vigor) a fin de poder realizar una comparación de los datos.

Es responsabilidad del hidrógrafo en campaña evaluar la importancia que tiene un dato para el que se ha encontrado una diferencia, a fin de solicitar que se genere a la mayor brevedad un aviso. Esto es especialmente importante en el caso de la batimetría, teniendo que evaluar siempre la importancia de las diferencias apreciadas teniendo en cuenta el volumen de tráfico en la zona y el tipo de buques que lo compone (teniendo en cuenta que hoy día podemos encontrar buques de hasta 25 metros de calado).

4.5. El sistema de actualizaciones de ENC.

Los datos ENC se podrán intercambiar en cualquier soporte físico y mediante telecomunicación.

Los archivos ENC (data sets) tienen nombres que se adaptan a la siguiente convención:

CCPXXXXX.EEE

Donde:

CC----- Country code : En el caso de España ES.

P ----- Propósito de navegación:

1. General
2. Arrumbamiento
3. Costera
4. Aproximación
5. Portuaria
6. De amarre

XXXXXX----- Código individual de célula asignado por el productor.

.EEE----- Número de actualización>(*000= “Base cell file” *.001= primer “Update cell file”)

Así pues la extensión del archivo indica si es la carta (extensión 000) o un archivo de actualización a la misma (001 y sucesivos).

La información cartográfica usada en el ECDIS (SENC) deberá ser la misma que la de la última edición actualizada de la producida por un servicio hidrográfico autorizado por un gobierno.

No será posible bajo ninguna circunstancia que el usuario altere el contenido de una ENC.

La información de los avisos a los navegantes llega al ECDIS en forma de archivos de actualización (*.001 y posteriores) que se almacenarán de forma separada a las ENC. El equipo actualizará su SENC (base de datos cartográfica propia del ECDIS, ver punto 10.6) con el contenido de dichos archivos de actualización.

El usuario podrá realizar “actualizaciones manuales” que serán claramente distinguibles de los datos oficiales en la visualización.

El ECDIS mantendrá una lista de los archivos de actualización aplicados y la fecha de aplicación, no pudiendo aplicarse una actualización sino se aplicó la anterior (no podremos aplicar la 005 sino lo hicimos con la 004) asimismo el usuario podrá revisar cuáles han sido aplicados.

El pequeño tamaño de los archivos de actualización posibilita su recepción a bordo de manera electrónica, especialmente vía INMARSAT.

Los datos, tanto las cartas ENC (base cells o células base) como los sucesivos avisos (updates) suelen llegar al navegante a través de un RENC (Regional ENC coordinating centre) que distribuye la cartografía ENC de varios países.

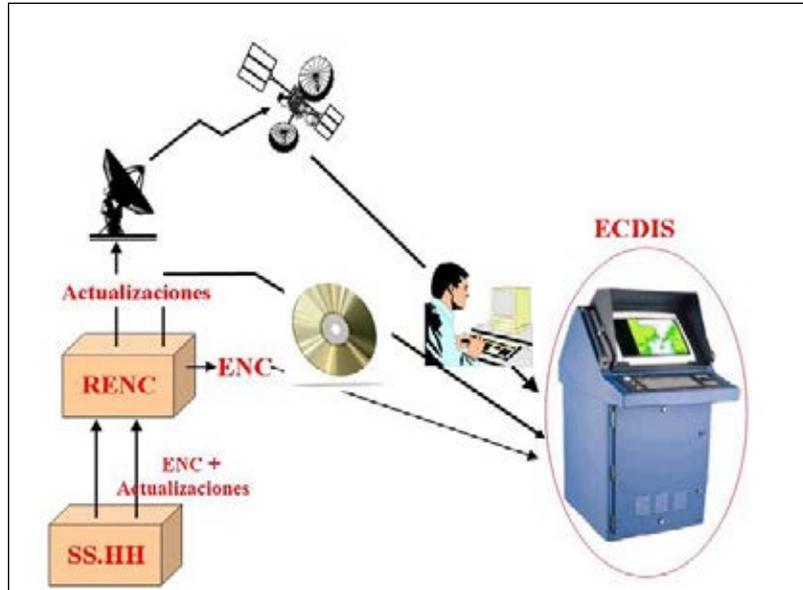


Ilustración 53: Suministro de datos ENC y actualizaciones a través del RENC.

5. Topografía costera.

5.1. **Obtención de la línea de costa**

La delimitación de la costa es de la mayor importancia en las cartas náuticas, ya que la misma constituye para los buques, un origen, un destino, un apoyo y en muchas ocasiones un peligro. Tradicionalmente la obtención de la línea de costa era una de las principales tareas del hidrógrafo, si bien, el desarrollo de los medios batimétricos (que permiten representar el fondo con mayor precisión) y la adopción de la fotogrametría han relegado este trabajo a un claro segundo plano.

Aún así no hemos de perder de vista la importancia de la línea de costa, su correcta representación en las cartas y su importantísima relación con el datum vertical (ver punto 5.2)

5.1.1. **Métodos topográficos.**

Si bien la fotogrametría es hoy el principal método de obtención de la línea de costa a insertar en las cartas, los métodos topográficos aún son de aplicación y han de ser conocidos por los hidrógrafos.

5.1.1.1. **Taquimetría.**

Desde el punto de vista hidrográfico, la taquimetría se utiliza para la determinación de la línea de costa, cuando no se disponga de restitución fotogramétrica o existan variaciones sobre ella. También se utiliza para determinar aquellos accidentes del terreno que pueden ser de utilidad al navegante; para determinar la línea de pleamar, para realizar cualquier tipo de levantamiento planimétrico y altimétrico y como referencia en tierra, para realizar el trabajo de sondas por el sistema clásico, basado en posicionar la embarcación por medios ópticos desde tierra.

El procedimiento para la determinación de las posiciones de los puntos, es similar al que se efectúa para las poligonales geodésicas, con la diferencia, que su desarrollo se lleva a cabo en un sistema cartesiano. La medida de distancias se realizará con distanciómetro o con regla taquimétrica y taquímetro. La medida de ángulos se realizará con el taquímetro.

Para la taquimetría se emplea un método mixto de poligonal y radiación. Partiendo de un vértice de posición conocida (y con inicial a al menos otro) efectuaremos una poligonal obteniendo otros llamados “estaciones”, es desde estas estaciones desde las que radiaremos los puntos de la costa; desde la última estación efectuaremos una medida a un vértice de posición conocida (en caso de emplear el de partida hablaríamos de “poligonal cerrada” con esta última medida obtendremos unas coordenadas del vértice que no deben diferir de las conocidas en más del llamado “error de cierre” (actualmente $2\sqrt{k}$ en metros siendo k la distancia de la poligonal en kilómetros).



Ilustración 54: Taquimetría para delimitar línea de costa.

En la Ilustración 54 vemos un ejemplo de taquimetría entre los vértices W e Y (poligonal abierta) efectuándose estaciones desde la A hasta la H, y desde cada una de estas estaciones radiándose los puntos de interés para delimitar la costa. Cada una de las distancias medidas entre vértices de partida – primera estación, entre estaciones o entre la última estación y el vértice de llegada reciben el nombre de regladas eje, y pueden tener una distancia máxima de 1000 metros.

5.1.1.2. G.P.S.

En la actualidad para la determinación de la línea de costa, cuando no se disponga de restitución fotogramétrica o existan variaciones sobre ella lo más práctico y efectivo en cuanto a medios y personal es el uso del GPS relativo cinemático en tiempo real o más conocido por RTK. Habremos de emplear dos receptores:

- El receptor base o estación de referencia, se encuentra estático sobre un vértice de coordenadas conocidas.
- El receptor remoto lo movemos colocándolo sobre aquellos puntos de la costa cuyas coordenadas queremos obtener.



Ilustración 55: Estación base RTK.

En tiempo real el receptor remoto efectúa el cálculo de la línea base con sus observaciones y con las del receptor base que recibe vía radio.

El receptor remoto almacena las posiciones medidas para su descarga posterior sin ser necesario un post procesado.

En caso de que el enlace radio entre ambos receptores falle, siempre será posible almacenar los datos observados por ambos para procesarlos posteriormente y obtener las posiciones.



Ilustración 56: RTK remoto.

5.1.2. La fotogrametría.

La fotogrametría aérea es la principal fuente de obtención del dato de línea de costa para ser insertado en las cartas náuticas, quedando los métodos topográficos antes descritos solamente para el caso de que la restitución fotogramétrica (documento en el que se plasma la línea de costa procedente del vuelo fotogramétrico) no coincida con la realidad.

Será de especial importancia el planeamiento de los vuelos fotogramétricos para permitir el trazado de las líneas de bajamar y pleamar, así como para la identificación de posibles peligros en la costa que queden cubiertos en pleamar (rocas, naufragios, obstrucciones...) asimismo es de la mayor importancia que el hidrógrafo compruebe la última restitución fotogramétrica de la zona de trabajos, para, en su caso, poder efectuar las medidas topográficas necesarias para actualizarla.

A partir de los vuelos fotogramétricos se pueden igualmente generar modelos digitales del terreno o DTM (ver punto 7.3) y, si conocemos la diferencia entre los datums verticales empleados en tierra y en la mar, generar un solo modelo digital del terreno que contenga las tierras elevadas y el fondo sumergido y calcular la línea de costa a representar en la carta aplicando el datum apropiado (ver punto 5.2)

5.2. El datum de marea y la línea de costa.

La línea de costa se representará por la línea de pleamar o por la del nivel medio del mar donde la marea no sea apreciable. Así pues es de la máxima importancia para su representación conocer y comprender el datum de marea empleado.

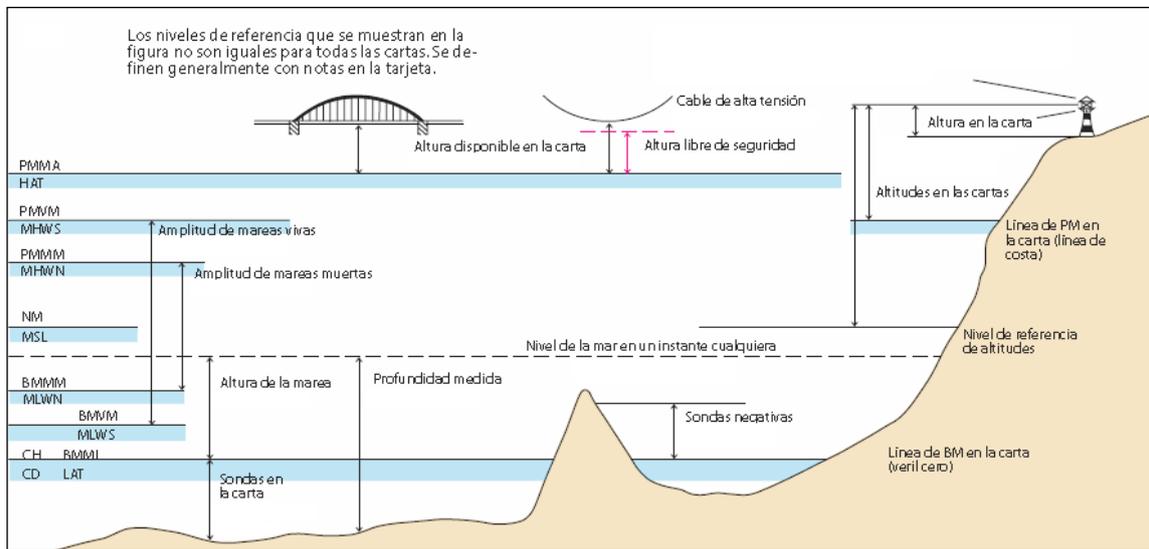


Ilustración 57: Niveles de marea y datos representados en la carta.

Como vemos en la Ilustración 57 la línea de costa en las cartas corresponde a la línea de pleamar calculada como la media de las pleamares vivas o de sicigias (PMVM o MHWS), esta pleamar puede ser usada como origen de altitudes para elementos en tierra (ayudas a la navegación, elementos conspicuos...), pero no para elementos erigidos sobre aguas navegables como puentes y cables, debiendo indicar su gálibo desde la mayor pleamar del periodo astronómico (PMMA o HAT).

Esta mayor pleamar del periodo astronómico (HAT) esta muy relacionada con la mayor bajamar del periodo astronómico (LAT) que es el “cero hidrográfico” o datum vertical para las sondas en las cartas.

El LAT es el veril 0 o línea de bajamar en las cartas. En zonas de playa o de costa con poco gradiente (y donde la escala de la carta permita su representación gráfica) el área comprendida entre este veril 0 y la línea de costa es la zona intermareal y se representará de color verde y (en caso de haberlas) las sondas en esta zona serán negativas.

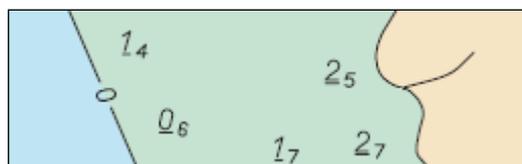


Ilustración 58: Zona intermareal con sondas negativas.

El datum vertical empleado para mostrar altitudes de elementos en tierra No coincide ni con el empleado para sondas (LAT Lowest Astronomical Tide) ni con el empleado para las alturas de gálibos de puente y cables en zonas navegables (HAT Highest Astronomical Tide), si no que puede ser o bien la media de pleamares vivas o de sicigias (coincidente con la línea de

costa y recomendado por la OHI) o bien el nivel medio del mar (empleado en cartografía terrestre).

Como vemos en la Ilustración 59 la tarjeta de la carta nos aclarará cual es el datum vertical empleado para las altitudes.

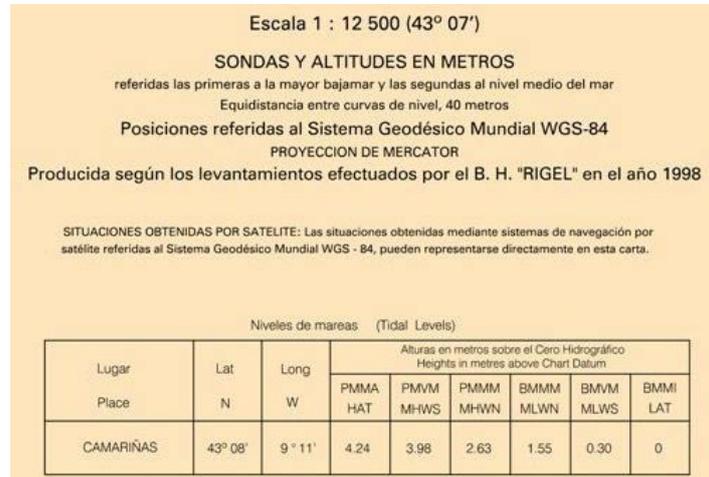


Ilustración 59: Tarjeta de una carta que nos aclara el datum de mareas y el de altitudes.

5.3. ***La línea de costa en las cartas náuticas.***

La línea de costa hidrografiada (esto es, perfectamente obtenida por medios topográficos o fotogramétricos) por lo general estará representada por una línea gruesa continua que delimita la tonalidad de la tierra. Se evitará cortarla con nombres y otros detalles en la medida de lo posible.



Ilustración 60: Línea de costa hidrografiada.

La línea de costa podrá ser generalizada (ver punto 3.3) en cartas de pequeña escala pero sus características esenciales deben ser preservadas.

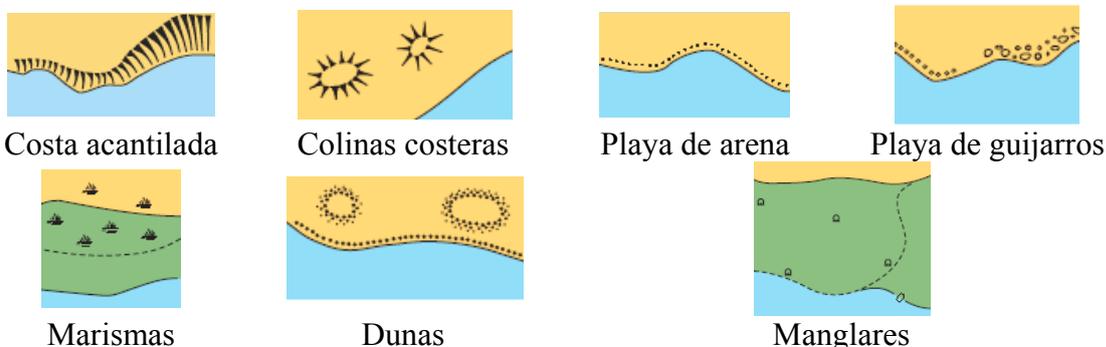
En el caso de que la línea de costa no se haya podido obtener de manera adecuada por medios topográficos o fotogramétricos, se considerará una línea de costa imperfectamente hidrografiada y se representará por una línea discontinua delimitando la tonalidad de la tierra.



Ilustración 61: Línea de costa imperfectamente hidrografiada.

5.3.1. Características naturales de la costa.

Cuando la costa presenta de manera natural características diferenciadas, se representan mediante algún símbolo (consultar las publicaciones INT1 y S4 de la OHI) asociado a la propia línea de costa y que se representa paralelo a la misma).



5.3.2. Línea de costa artificial, obras de defensa e instalaciones portuarias.

Se tendrá el mayor cuidado en la perfecta representación de todas las obras costeras, en especial en las cartas de mayor escala, debido a la importancia de las mismas para la operación de los buques.

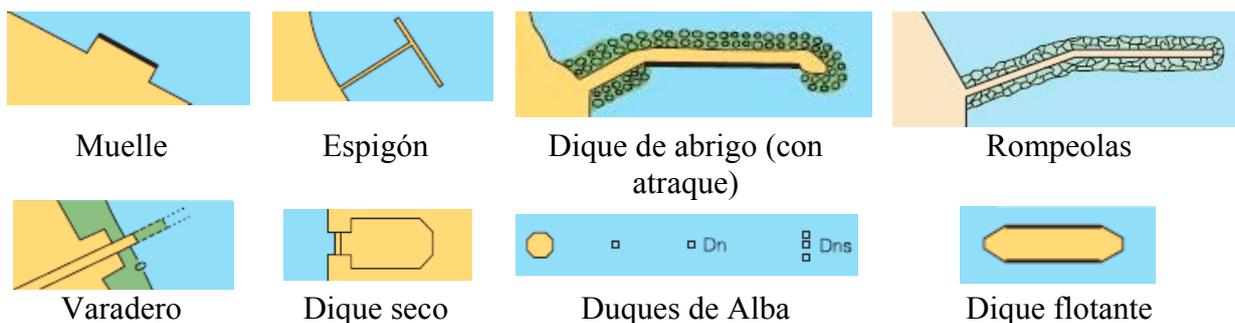
Los hidrógrafos tendrán el mayor cuidado en comprobar las restituciones fotogramétricas de las zonas portuarias y en completar las mismas cuando sea necesario con mediciones topográficas.

Se incluirán detalles razonablemente completos de carreteras y edificios en las zonas portuarias y adyacentes a la costa en general, en la medida en que sirvan de auxilio a los marinos no familiarizados con el puerto recibiendo una indicación de la disposición del puerto y del acceso a sus instalaciones.

En el caso de las obras de defensa (escolleras, rompeolas, diques de abrigo...) y de los varaderos y rampas, cuando la escala lo permita, se tendrá en cuenta la zona intermareal para ser representada sobre las mismas.

Se tendrá especial cuidado en representar las obras en ejecución, y aún más si estas incluyen rellenos, indicando el año de referencia de las obras, y empleando los avisos a los navegantes para indicar su avance, balizamiento provisional y finalización.

Este tipo de línea de costa se representara mediante los símbolos apropiados indicados en las publicaciones INT1 y S4 de la OHI, de los cuales vamos a ver unos ejemplos.



En el caso de puentes, cables, teleféricos y demás elementos erigidos sobre aguas navegables se medirá y se indicará en las cartas el gálibo medido desde HAT (máxima pleamar astronómica), teniendo en cuenta que en el caso de los cables de alta tensión se debe dar un resguardo de entre 2 y 5 metros a fin de evitar descargas eléctricas.



5.4. Vistas de costa.

Son de especial interés para el navegante las llamadas vistas de costa, que son representaciones de “alzado” mostrando la costa desde la mar resultando útiles para la recalada en una costa desconocida, ayudando al navegante a reconocer los puntos destacados de la misma.

Las vistas de costa se pueden representar en las cartas de navegación (en sus márgenes o en zonas de tierra sin interés), pero son publicadas normalmente en el derrotero.

En todos los levantamientos hidrográficos se tomarán vistas de costa por medio de fotografías.

Se efectuarán vistas de costa de:

- Puntos salientes y destacados de la costa próximos a la derrota de los buques.
- Enfilaciones o marcas para tomar una barra.
- Fotografías de faros o balizas que puedan ser de utilidad como marcaciones durante el día.

Para la toma fotográfica de las vistas de costa se seguirán las siguientes normas:

- Las fotografías serán nítidas y con buen contraste, al objeto de que puedan ser reproducidas sin perder detalles.
- Para que las tomas sean de utilidad deberán ser efectuadas desde la mar y a una distancia lo suficientemente cercana que permita la identificación de las características principales.
- Caso de que para una vista se necesiten varias fotografías, estas deberán estar solapadas un 30% al objeto de conseguir un efecto panorámico al montarlas.
- Las tomas se efectuarán desde el puente alto, procurando que no salgan elementos del barco.
- Las tomas incluirán parte de mar y cielo con el horizonte nivelado.
- Las vistas de costa generales se efectuarán incluyendo una característica identificable del terreno en uno de sus extremos, al objeto de que sus límites geográficos queden claramente definidos.
- Las tomas de marcas de enfilación se efectuarán procurando que éstas queden centradas en la fotografía, de forma que muestre claramente sus características a ambos lados.

- En cada vista de costa se hará constar la situación desde la que fue obtenida, indicando demora y distancia a un punto conocido, señalándose en ella los accidentes notables que figuran en las cartas y Derroteros de la zona.
- En cada toma se indicará la fecha y hora en que se efectuó.
- Se hará una reseña de las condiciones meteorológicas en el momento de la toma.

A partir de las fotografías tomadas in situ se podrán efectuar interpretaciones artísticas que permiten reconocer con más claridad los puntos destacados que las propias fotografías.



Ilustración 62: Vista de costa de un derrotero español efectuada a partir de una fotografía.

En los derroteros de muchos países no existen ya las vistas de costa como interpretación artística sino que se publican las fotografías panorámicas tal y como fueron efectuadas desde el buque.

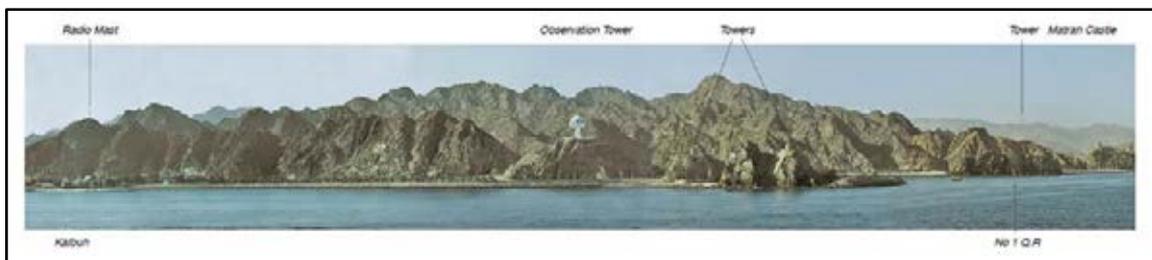


Ilustración 63: Vista de costa en un derrotero británico.

5.4.1. Croquis descriptivos de ayudas a la navegación.

A partir de las fotografías de faros, balizas, boyas y puntos conspicuos pueden efectuarse croquis que ayuden a su identificación. Estos croquis pueden aparecer en el derrotero como vemos en la Ilustración 64 o bien puede aparecer en la carta, en este último caso serán siempre de pequeño tamaño y, si aparecen en su posición real serán de color negro presentando un pequeño círculo en su base que indica la posición real, si en cambio aparecen fuera de su posición (en la posición real aparecerá el símbolo correspondiente) estarán en color magenta y no llevarán el círculo de posición.

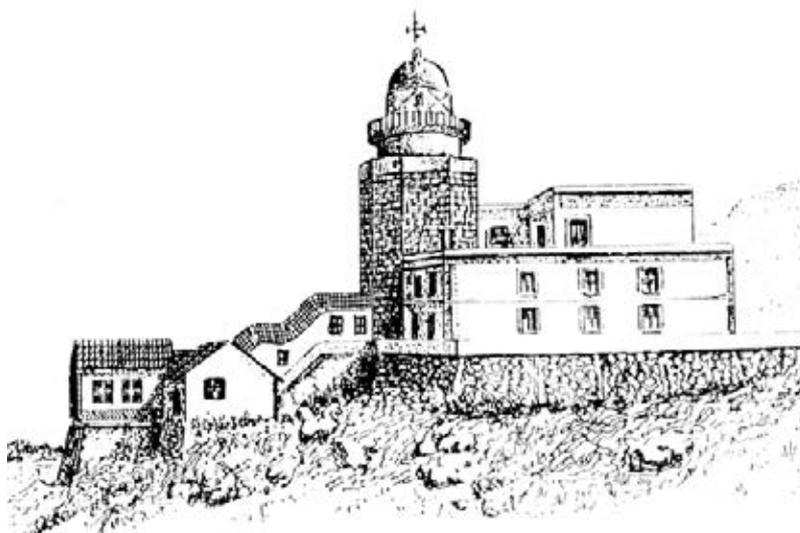


Ilustración 64: Croquis descriptivo de un faro en un derrotero.



Croquis en una carta en su posición.



Croquis en una carta fuera de posición.

En los derroteros se pueden incluir fotografías de estos elementos en lugar de croquis, pudiéndose mostrar fotografías generales y de detalle.



Ilustración 65: Fotografía general de una baliza en un derrotero británico.



Ilustración 66: Fotografía de detalle de la baliza anterior.

5.4.2. Fotografías aéreas oblicuas para descripción de la costa.

En muchas ocasiones podremos obtener de diversas fuentes fotografías aéreas oblicuas que pueden tener gran valor para proporcionar al navegante información acerca de la costa, especialmente en lo referente a la disposición de dársenas, canales y bahías, permitiendo apreciar la disposición de las mismas y de las ayudas a la navegación e instalaciones portuarias.

Sin embargo estas fotografías al no estar tomadas desde el punto de vista del navegante no podrán sustituir a las vistas de costa en su función de facilitar la identificación de los accidentes geográficos y puntos destacados.

Algunos servicios hidrográficos han sustituido en sus derroteros las vistas de costa por este tipo de fotografías, quizás debido a que los modernos medios de navegación radioeléctricos han disminuido la incertidumbre de la posición real en la costa y por ende la necesidad del navegante de identificar los puntos destacados de la misma.

Al emplear estas fotografías conviene identificar sobre ellas su orientación para facilitar al navegante la identificación de los elementos que aparecen en las mismas.



Ilustración 67: Fotografía aérea oblicua.

6. Emplazamiento de ayudas a la navegación.

6.1. **Balizamiento marítimo**

Desde prácticamente el comienzo de la navegación marítima quedo clara la necesidad de contar con ayudas a la navegación en tierra y de marcar (balizar) aquellas zonas cercanas a la costa que pudiesen ser peligrosas.

No hemos de perder, pues, nunca la perspectiva de que el fin de las ayudas tanto fijas (balizas y faros) como flotantes (boyas) es ayudar al marino a navegar siempre por aguas seguras y mantener los buques alejados de peligros.

6.1.1. **IALA / AISM**

IALA (International Association of Lighthouse Authorities) AISM es una asociación técnica internacional sin animo de lucro establecida en 1957 que reúne a las autoridades nacionales encargadas del balizamiento marítimo y a los fabricantes del sector a fin de darles la oportunidad de compartir sus logros, problemáticas e inquietudes y al mismo tiempo proveer de estándares a seguir.

En la conferencia internacional IALA de Tokio en 1980 se estableció el Sistema de Balizamiento Marítimo IALA, que fue a su vez adoptado por España por Real Decreto 1835/83 de 25 de Mayo de 1983.

Este sistema normaliza el balizamiento de los siguientes tipos:

- Lateral: Indica el lado (o la banda del buque) por el que hay que pasar de la boya o baliza en cuestión a fin de navegar por una canal determinada.
- Cardinal: Indica el cuadrante (N, S, W ó E) por el que hay que pasar de la boya o baliza en cuestión a fin de evitar algún peligro.
- De aguas seguras: Indica una zona en la que es seguro navegar (como por ejemplo el centro de una canal).
- De peligro aislado: Indica algún peligro en una zona navegable.
- Especial: Para balizar cualquier otra situación.

6.1.1.1. Regiones IALA A y B.

A efectos exclusivamente del balizamiento lateral existen dos regiones diferenciadas, las llamadas A y B, en las que la posición del balizamiento es contraria. Esto es, donde en la zona A encontramos una boya o baliza de color rojo, en la zona B la encontraríamos verde. El continente americano, Japón, Corea y Filipinas pertenecen a la región B y el resto del mundo a la A. Así que España pertenece a la región A.

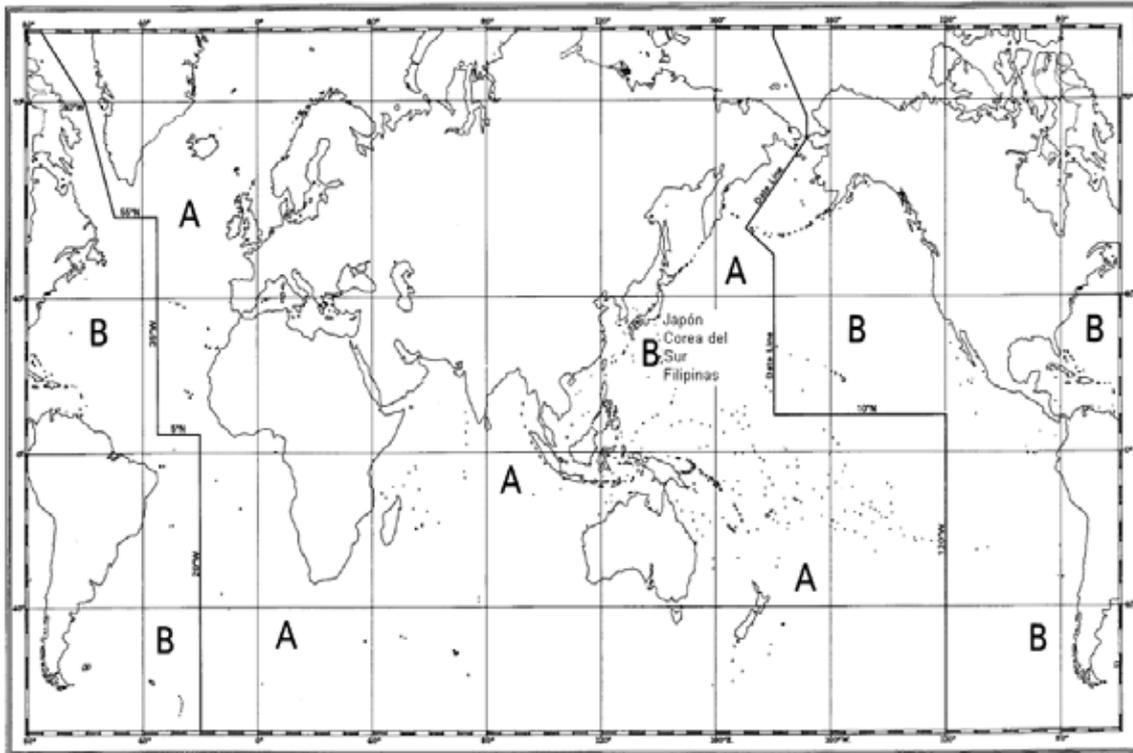


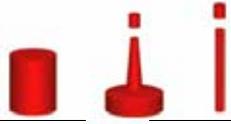
Ilustración 68: Regiones de balizamiento A y B.

6.1.2. Balizamiento lateral.

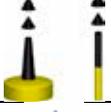
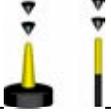
El balizamiento lateral indica por que banda del mismo hemos de pasar para navegar por una determinada canal, evidentemente es necesario conocer el sentido de balizamiento, que en principio será el sentido general que sigue el navegante cuando procedente de alta mar se aproxime a un puerto, río, estuario o canal navegable; o bien siguiendo los contornos de las masas de tierra en el sentido de las agujas del reloj. Cuando el sentido convencional de balizamiento no este claro se debe indicar el mismo en las cartas mediante el símbolo correspondiente.



Ilustración 69: Símbolo de dirección de balizamiento cuando no resulte obvio.

Marcas de babor. (La dejaremos por babor para seguir la canal)		
Color:	Rojo.	
Forma: (Boyas)	Cilíndrica, de castillete o de espeque.	
Marca de tope:	Un cilindro rojo	
Luz: (si tiene)		
Color:	Rojo	
Ritmo:	Cualquiera excepto grupos de dos mas un destello.	
Marcas de estribor. (La dejaremos por estribor para seguir la canal)		
Color:	Verde.	
Forma: (Boyas)	Cónica, de castillete o de espeque.	
Marca de tope:	Un cono verde con el vértice hacia arriba.	
Luz: (si tiene)		
Color:	Verde.	
Ritmo:	Cualquiera excepto grupos de dos mas un destello.	
Marcas de canal principal a estribor. (La dejaremos por babor para seguir el canal principal, si bien al otro lado existirá un canal secundario)		
Color:	Rojo con una banda ancha horizontal verde.	
Forma: (Boyas)	Cilíndrica, de castillete o de espeque.	
Marca de tope:	Un cilindro rojo	
Luz: (si tiene)		
Color:	Rojo	
Ritmo:	Grupos de dos mas un destello GpD(2+1)	
Marcas de canal principal a babor. (La dejaremos por estribor para seguir el canal principal, si bien al otro lado existirá un canal secundario)		
Color:	Verde con una banda ancha horizontal roja.	
Forma: (Boyas)	Cónica, de castillete o de espeque.	
Marca de tope:	Un cono verde con el vértice hacia arriba.	
Luz: (si tiene)		
Color:	Verde	
Ritmo:	Grupos de dos mas un destello GpD(2+1)	
Nota: Este cuadro se refiere a la región A, para le región B sería al revés.		

6.1.3. Balizamiento cardinal.

Marca cardinal Norte (al Norte de la misma encontraremos aguas seguras)		
Color:	Negro sobre amarillo.	
Forma: (Boyas)	De castillete o de espeque.	
Marca de tope:	Dos conos negros superpuestos con los vértices hacia arriba.	
Luz: (si tiene)		
Color:	Blanco	
Ritmo:	Centelleante rápido o centelleante continuo. (Q ó VQ)	
Marca cardinal Sur (al Sur de la misma encontraremos aguas seguras)		
Color:	Amarillo sobre negro	
Forma: (Boyas)	De castillete o de espeque.	
Marca de tope:	Dos conos negros superpuestos con los vértices hacia abajo.	
Luz: (si tiene)		
Color:	Blanco	
Ritmo:	Centelleante rápido de seis centelleos mas un destello largo cada 10 segundos (Q(6) + L Fl) Centelleante continuo de seis centelleos mas un destello largo cada 15 segundos (VQ(6) + L Fl)	
Marca cardinal Este (al Este de la misma encontraremos aguas seguras)		
Color:	Negro con una banda ancha horizontal amarilla.	
Forma: (Boyas)	De castillete o de espeque.	
Marca de tope:	Dos conos negros superpuestos, opuestos por sus bases.	
Luz: (si tiene)		
Color:	Blanca.	
Ritmo:	Centelleante rápido tres centelleos cada 5 segundos (Q(3)) Centelleante continuo tres centelleos cada 10 segundos (VQ(3))	
Marca cardinal Oeste (al Oeste de la misma encontraremos aguas seguras)		
Color:	Amarillo con una banda ancha horizontal Negra.	
Forma: (Boyas)	De castillete o de espeque.	
Marca de tope:	Dos conos negros superpuestos, opuestos por sus vértices.	
Luz: (si tiene)		
Color:	Blanco	
Ritmo:	Centelleante rápido nueve centelleos cada 10 segundos (Q(9)) Centelleante continuo nueve centelleos cada 10 segundos (VQ(9))	

Nota: El balizamiento cardinal indica el cuadrante (N, S, W ó E) por el que hay que pasar de la boya o baliza en cuestión a fin de evitar algún peligro, este peligro puede ser un bajo, un naufragio o incluso la propia costa.

6.1.4. Balizamiento de aguas seguras o navegables.

Sirve para indicar que las aguas son navegables alrededor de la marca, se emplean para indicar los ejes y el centro de las canales, también se pueden emplear como marcas de recalada.

Marca de aguas seguras o navegables.		
Color:	Franjas verticales rojas y blancas.	
Forma: (Boyas)	Esférica, de castillete o de espeque.	
Marca de tope:	Una esfera roja.	
Luz: (si tiene)		
Color:	Blanco	
Ritmo:	Isofase (Iso), de ocultaciones (Oc), un destello largo cada diez segundos (L Fl(10)) o la señal morse A (Mo(A))	

6.1.5. Balizamiento de peligro aislado.

Sirve para balizar un peligro a cuyo alrededor las aguas son navegables. Se deben colocar o fondear sobre el propio peligro.

Marca de peligro aislado.		
Color:	Negra, con una o varias franjas horizontales rojas.	
Forma: (Boyas)	Puede ser cualquiera, preferiblemente de castillete o de espeque.	
Marca de tope:	Dos esferas negras superpuestas.	
Luz: (si tiene)		
Color:	Blanco	
Ritmo:	Grupo de dos destellos (Fl(2))	

6.1.6. Balizamientos especiales.

El balizamiento especial tiene por objeto indicar zonas o configuraciones especiales mencionadas en los documentos náuticos apropiados (como cartas de navegación y derroteros), por ejemplo:

- Marcas de un Sistema de adquisición de Datos Oceanográficos (ODAS).
- Marcas de separación del tráfico en un canal donde el balizamiento convencional pueda resultar confuso.
- Marcas indicadoras de vertederos.
- Marcas indicadoras de zonas de ejercicios militares.
- Indicación de cables o tuberías submarinas.
- Indicación de zonas reservadas al recreo.

Marca de balizamiento especial.		
Color:	Amarilla.	
Forma: (Boyas)	Puede ser cualquiera, que no se preste a confusión con el balizamiento de ayuda a la navegación.	
Marca de tope:	Una cruz de San Andrés (aspa) amarilla.	
Luz: (si tiene)		
Color:	Amarillo	
Ritmo:	Cualquiera que no coincida con las marcas cardinales, de aguas seguras o de peligro aislado.	

6.1.7. Simbología cartográfica para representar el balizamiento.

En los capítulos P,Q y R de la publicación INT1 (ver punto 7.8.1) se describen los símbolos a emplear para representar de manera correcta el balizamiento.

Para que puedan ser identificados de manera intuitiva, todos los elementos flotantes (boyas) se representan con un símbolo inclinado y todos los textos asociados (color, característica de la luz..) con una fuente igualmente inclinada; por el contrario todas las ayudas a la navegación fijas en tierra o al fondo (faros y balizas) se representan mediante símbolos y fuentes rectas.



Ilustración 70: Balizamiento en tierra y mar.

6.1.8. Enfilaciones y derrotas recomendadas en canales.

Es bastante frecuente en el acceso a puertos, rías y canales navegables encontrar balizas en tierra empleadas para marcar una enfilación, es decir cuando el marino tenga su proa apuntado a las balizas alineadas estará siguiendo una derrota que se considera segura. En las cartas se indicará el valor en grados de esta demora verdadera (medida desde el Norte Geográfico en sentido horario), se representara la demora como una línea discontinua, pero, si parte de la misma estuviese continua a esta parte se la considerará “derrota recomendada” y es la parte de la enfilación que resulta navegable.

Las luces que equipan estas balizas pueden ser casi de cualquier tipo, pero es frecuente que sean luces direccionales, esto es con un haz muy estrecho coincidente con la enfilación, y a menudo se acompañan de sectores rojo y verde a ambos lados para auxiliar al marino a gobernar para llevar el buque sobre la derrota.

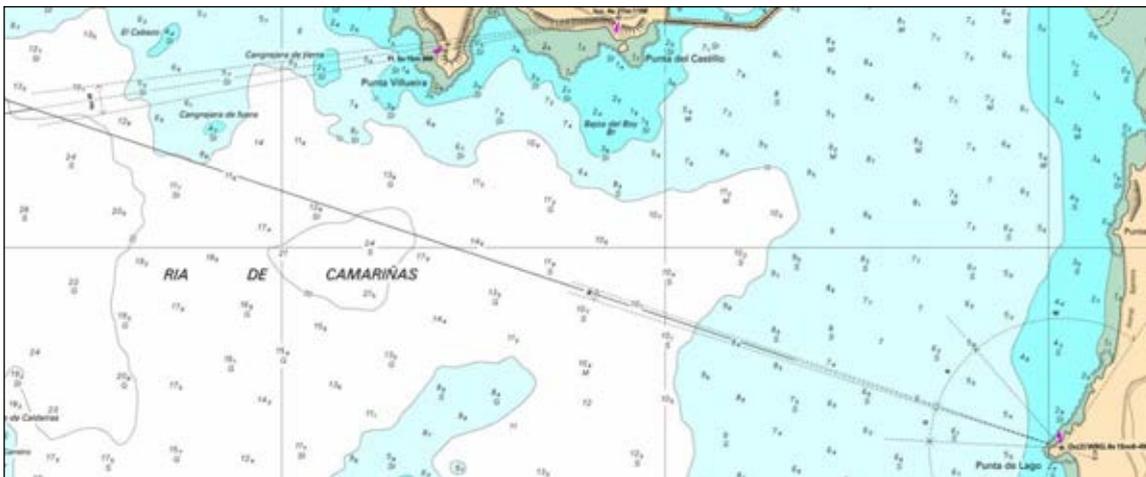


Ilustración 71: Enfilaciones, derrotas recomendadas basadas en marcas en tierra.

6.2. Influencia de la marea y la corriente en las boyas.

Hemos de tener en cuenta cuando hablemos de las situaciones de las boyas, que las mismas se hayan flotando sobre la superficie de la mar, si bien sujetas a un muerto en el fondo, y por tanto están a merced de las fuerzas que actúan tanto sobre las masas de agua (mareas y corrientes) como sobre la atmósfera (vientos).

Al fondear una boya siempre hay que conocer el dato de la mayor sonda del punto de fondeo (sonda en la mayor pleamar astronómica) para dar la longitud adecuada al fondeo. Así, pues, la posición de una boya en marea baja, mas aun con fuerte corriente y / o viento, estará desplazada con respecto a la de pleamar.

La corriente de marea que afecta a una boya podría representarse mediante una elipse (el vector de la corriente gira constantemente en una trayectoria elíptica) en la cual los semiejes menores son los correspondientes a los momentos de menor corriente, siendo el repunte de la pleamar y de la bajamar respectivamente.

El momento más adecuado para medir la posición de una boya es por tanto el repunte de la pleamar ya que el fondeo se encontrará en relativa tensión y la corriente será mínima.



Ilustración 72: Elipse de corrientes de marea.

6.3. Influencia del balizamiento en el levantamiento hidrográfico.

Durante el levantamiento hidrográfico, el hidrógrafo comprobará el balizamiento de la zona de trabajos de la manera siguiente:

- Comprobar que el mismo se corresponde con lo publicado en cartas, derroteros y libros de faros.
- Asimismo comprobar que se corresponde con las normas IALA.
- Comprobar la situación tanto de boyas como de balizas y faros.
- Comprobar las luces y señales de niebla.
- Fotografiar todo el balizamiento.
- Asegurarse de que el balizamiento lateral y cardinal indica realmente al navegante las zonas más apropiadas.
- En el caso de existir en la zona del parcelario derrotas recomendadas o enfilaciones de seguridad marcadas por balizas, no solo comprobar según lo indicado hasta ahora las propias balizas, sino dar especial relevancia a las aguas aconsejadas; de manera que nuestro levantamiento batimétrico pueda reflejar fielmente los fondos en esas derrotas y enfilaciones.



Ilustración 73: Ejemplo de balizamiento, Cádiz.



Ilustración 74: Ejemplo de balizamiento. Mahón.

7. Presentación de datos y producción cartográfica. Visualización y presentación.

7.1. Datos raster.

Cuando hablamos de datos raster o archivos raster, nos referimos a archivos que contienen exclusivamente imágenes. En el caso de cartografía raster serán imágenes georeferenciadas (esto es que conocemos las coordenadas espaciales de sus píxeles).

Para comprender estos datos hemos de saber como se tratan las imágenes para ser usadas en sistemas informáticos:

- Las imágenes se descomponen en puntos llamados píxeles.
- De cada píxel se conocen sus coordenadas X e Y (o longitud y latitud) y su color.
- La calidad de un archivo (siempre en cuanto a su representación gráfica) se mide en la densidad de píxeles, expresada en ppi (píxeles por pulgada), a mayor ppi, mayor resolución y por tanto calidad.

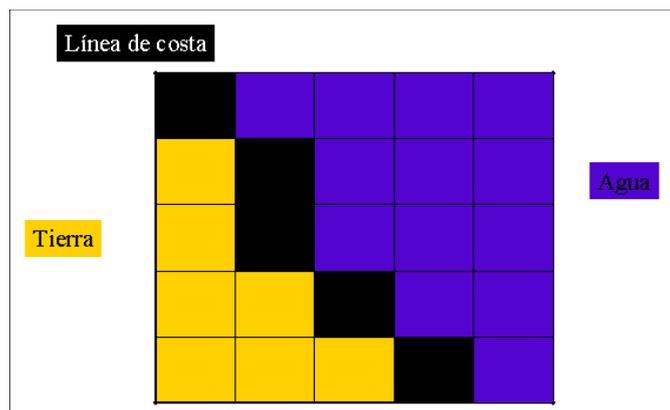


Ilustración 75: Datos Raster.

El mayor inconveniente del uso de los archivos raster, es lo mucho que se ven afectados por el zoom, esto es, al ampliar una parte del archivo llegaremos a ver los píxeles como grandes cuadrados desvirtuando la imagen.

Archivos raster de uso habitual para nosotros serán por ejemplo los GeoTiff que emplean programas como Hypack y Caris para manejar imágenes georeferenciadas.

7.2. Datos vectoriales.

Los archivos vectoriales no son imágenes, son bases de datos más o menos complejas de distintos objetos que contienen, entre otra información, sus características espaciales en cuanto a forma y posición, de manera que el programa adecuado será capaz de representar gráficamente estos objetos.

La representación gráfica en pantalla (mediante el software apropiado) es siempre adecuada independientemente del zoom.

Este tipo de archivos pueden contener información no solo sobre la posición y forma del objeto en cuestión, sino también múltiple información sobre el mismo como ocurre por ejemplo en las cartas ENC.

Archivos vectoriales de uso habitual para nosotros serán por ejemplo los archivos CAD (dxf en Autocad, dgn en Microstation), los mapas CARIS y las cartas ENC.

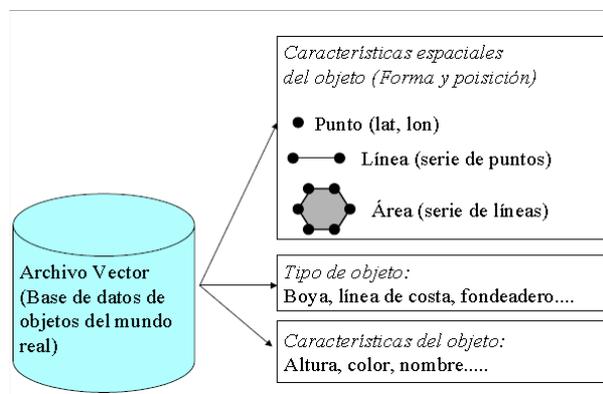


Ilustración 76: Datos vectoriales.

7.3. DTM, modelos digitales del terreno.

El Modelo Digital del Terreno es una red de puntos los cuales poseen coordenadas del terreno (x, y, z) y que describen el relieve del mismo.

La utilidad de los modelos digitales del terreno es hoy día muy grande, empleándose para visualización tridimensional, cálculo de volúmenes (como en dragados), cálculo de zonas susceptibles de inundación, cálculo y trazado de curvas de nivel y veriles....

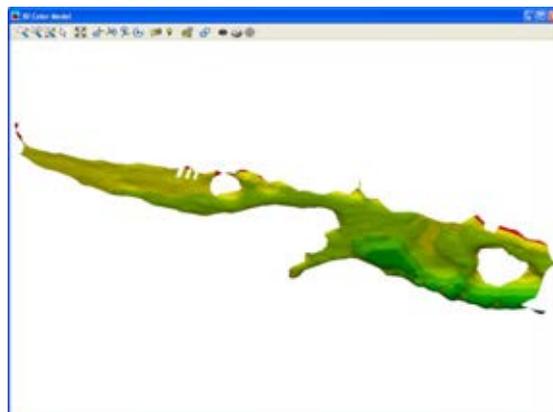


Ilustración 77: Visualización de archivo DTM (TIN) en Hypack.

7.3.1. TIN, red irregular de triángulos.

La forma más práctica y sencilla de generar un modelo digital del terreno a partir de datos batimétricos (sondas) es crear una red de triángulos en los que se encuentre una sonda en cada vértice.

Existen varios métodos para desarrollar un modelo TIN a partir de una matriz de sondas, siendo el más utilizado el conocido como triangulación de Delaunay, en honor al matemático ruso B. N. Delaunay.

7.3.2. La triangulación de Delaunay y su aplicación a los modelos DTM, TIN y al cálculo de veriles.

Una triangulación de Delaunay, es una red de triángulos que cumple la condición de Delaunay. Esta condición dice que la circunferencia circunscrita de cada triángulo de la red no debe contener ningún vértice de otro triángulo. Se usan triangulaciones de Delaunay en geometría, especialmente en gráficos 3D por ordenador.

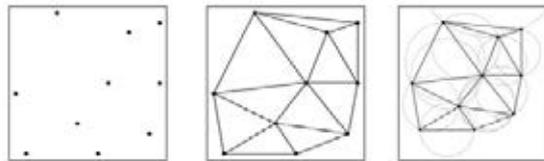


Ilustración 78: Triangulación de Delaunay a partir de una nube de puntos.

Se la denomina así por el matemático ruso Boris Nikolaevich Delone (1890 - 1980) quien la inventó en 1934; el mismo Delone usó la forma francesa de su apellido, «Delaunay», como apreciación a sus antecesores franceses.

Los triángulos obtenidos por triangulación de Delaunay a partir de la batimetría representan las caras de una superficie poliédrica que modela la superficie real del fondo. Los triángulos son superficies planas y, por tanto, tienen una pendiente constante en una determinada dirección. En estas condiciones, el ordenador interpola la elevación de los puntos que definen los lados de estos triángulos, en función de la equidistancia deseada, y a partir de ellos se realiza el dibujo de los veriles.

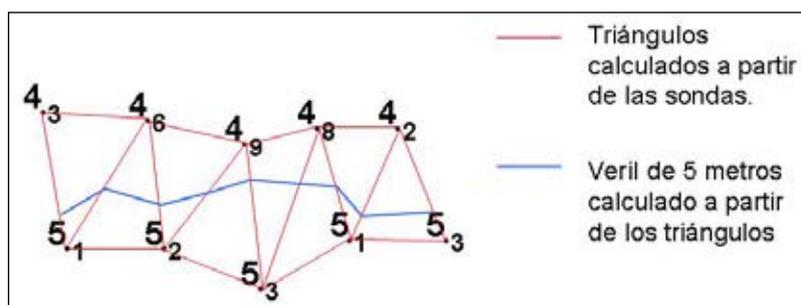


Ilustración 79: Cálculo de un veril empleando Delaunay.

7.4. Trazados de esqueleto.

Llamamos esqueleto, canevas o retículo a una red de líneas (en una proyección Mercator correspondientes a meridianos y paralelos) que sirven para leer coordenadas de puntos reflejados en cartas o mapas, o bien para el trazado sobre parcelarios.

7.4.1. Esqueletos UTM en parcelarios.

La proyección UTM es comúnmente utilizada durante los trabajos en parcelarios debido a que es la que emplean múltiples sistemas automatizados de adquisición de datos, como por ejemplo Hypack.

A la hora de imprimir un parcelario en esta proyección, el esqueleto lo trazaremos de tal manera que presente el reticulado de líneas en x e y cada diez centímetros gráficos a su escala, por ejemplo para un parcelario de escala 1:25.000 presentara un esqueleto con líneas cada 2500 metros.

7.4.2. Esqueletos Mercator en parcelarios.

Cuando efectuamos trazados definitivos de parcelarios comúnmente se realizaran en proyección Mercator, para lo que nos atendremos a lo especificado en la publicación INT2 de la OHI para cartas de papel en lo que respecta al esqueleto a realizar.

7.4.3. Esqueletos, marcos y graduaciones en las cartas según INT2.

La publicación INT2 de la OHI “Especificaciones cartográficas de la OHI marcos, graduación, retículos y escalas gráficas” nos indica como representar en las cartas los marcos, planos insertos, la graduación de los esqueletos y las escalas gráficas.

En cuanto al esqueleto se nos presenta en esta publicación una tabla con distintos estilos (los cuales podemos consultar gráficamente en los márgenes de la misma):

Estilo	Escala límite		Intervalo “grados”	Intervalo “intermedio”	Intervalo “minutos”	Subdivisión menor	Longitud sombreado
	Superior	Inferior					
E	-	> 1:30.000	1'	0,5'	0,1'	0,1'	-
F	1:30.000	> 1:100.000	1°	5' *	0,5'	0,1'	1'
G	1:100.000	> 1:200.000	1°	5'	1'	0,2'	1'
H	1:200.000	> 1:500.000	1°	5'	1'	0,5'	1'
J	1:500.000	> 1:1.500.000	1°	10'	5'	1,0'	5'
K	1:1.500.000	> 1:2.250.000	1°	30'	10'	2,0'	10'
L	1:2.250.000	> 1:4.750.000	1°	-	30'	5,0'	30'
M	1:10.000.000 (0°)		5°	-	1°	10,0'	1°

* Si la escala es mayor que 1:50 000, la división intermedia será de 2'

Una vez entrada en esta tabla con la escala de nuestra carta o parcelario veremos el ejemplo del estilo correspondiente en los márgenes.

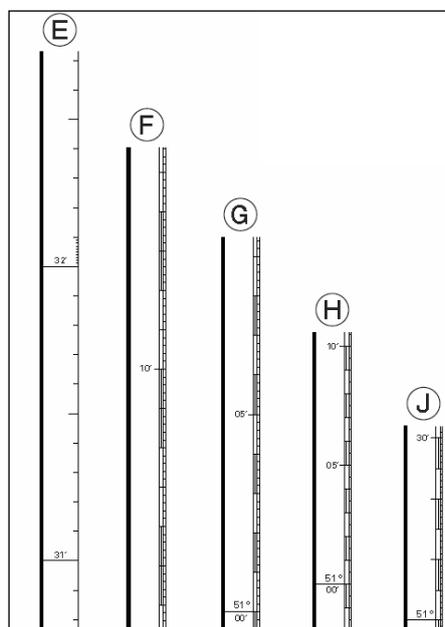


Ilustración 80: Ejemplo de estilos en INT2.

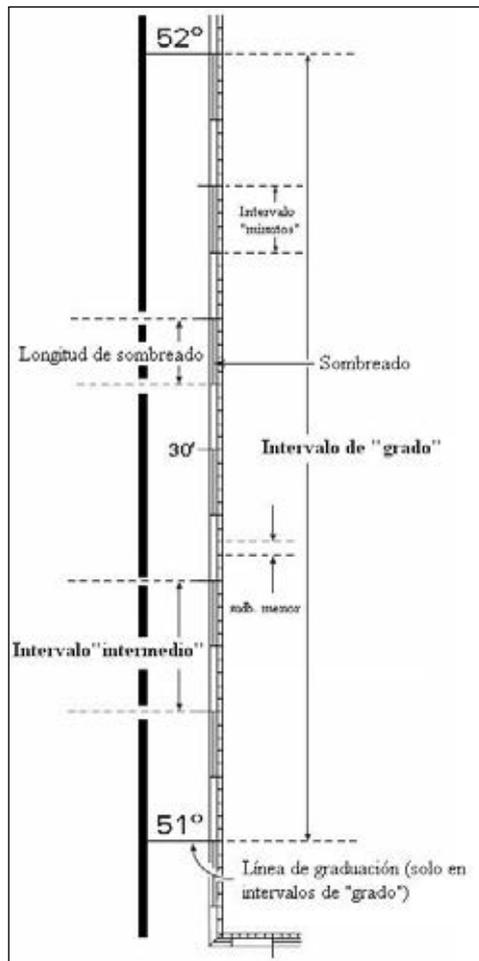


Ilustración 81: Explicación gráfica del cuadro de graduaciones de la INT2

7.5. Trazado de sondas

La representación de la batimetría en las cartas es obviamente de la mayor importancia y podríamos decir que es la razón de ser de la propia carta.

Esta representación se puede realizar mediante sondas y veriles. Las sondas representan la profundidad de manera puntual, esto es de un punto en concreto, de una manera similar a como las cotas representan la altura en los mapas terrestres; mientras que los veriles o isobatas son líneas que unen puntos del fondo con la misma profundidad, de forma similar a como lo hacen las curvas de nivel con las alturas en los mapas.

7.5.1. Sondas en el parcelario.

Durante nuestro trabajo de batimetría obtendremos una cantidad enorme de datos de profundidad tanto en levantamientos monohaz y aún mucho más en multihaz, siendo imposible plasmar estos datos en papel a una escala manejable; así pues hemos de optar por "seleccionar" las sondas a mostrar.

7.5.1.1. Selección de sondas.

Llamamos “selección de sondas” a las sondas que elegimos para ser plasmadas en el parcelario ante la imposibilidad física de representar todas gráficamente debido a la gran densidad de datos obtenida.

La selección de sondas se hace con el criterio de mostrar la “sonda mínima”, esto es, se persigue que la sonda que se plasma en el parcelario sea la mínima de la zona donde se representa, asimismo hemos de procurar que las sondas no se solapen o se “pisen” en el trazado, para facilitar su lectura.

En tiempos pasados, cuando las posibilidades de automatización eran menores (y también la densidad de datos obtenidos) esta selección se efectuaba de manera manual. En la actualidad esta labor la realizan los programas de edición y trazado empleando un sistema como el que se describe a continuación:

- Se ordenan todas las sondas del parcelario de menor a mayor profundidad.
- Se selecciona la primera de la lista (es la de menor profundidad) pasándola a una nueva lista de sondas seleccionadas.
- Se eliminan de la lista todas las sondas que se encuentren a una distancia inferior a una dada por nosotros de la sonda seleccionada en el paso anterior.
- Se repite el proceso hasta que la lista esté vacía.

Como hemos visto existe un concepto importante a la hora de automatizar la selección de sondas, que es la distancia alrededor de la sonda seleccionada en la que no seleccionaremos mas sondas, a esta distancia se le suele llamar radio de selección, y para nuestros parcelarios emplearemos la siguiente tabla:

Rango de profundidades	Radio a la escala del parcelario (mm)
<=10	3
>10 y <=51	4
>51 y <=99	5
>99 y <= 999	6
>999	7

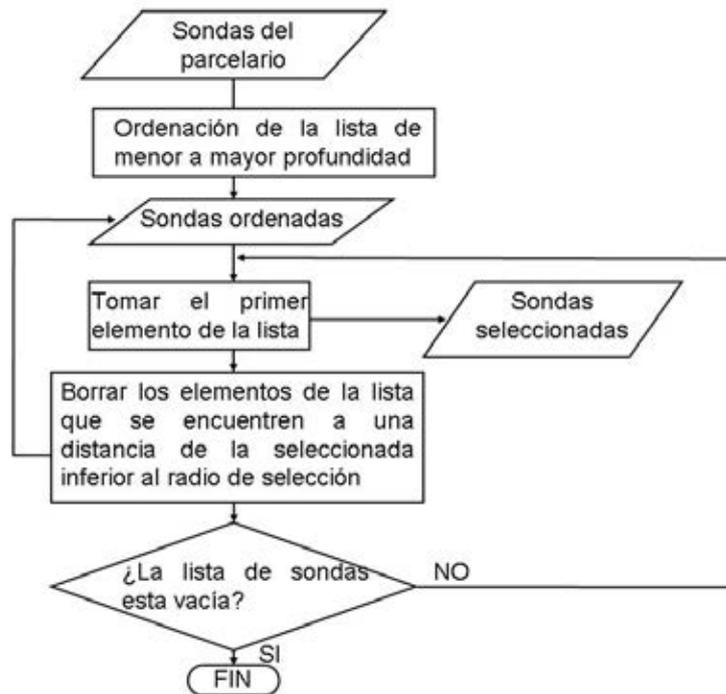


Ilustración 82: Proceso de selección de sondas.

7.5.1.2. Trazado de sondas con colores.

A efectos de localizar gráficamente sondas anómalas (esto es, errores de edición) o bajos susceptibles de posteriores exploraciones, es frecuente trazar los parcelarios empleando distintos colores para distintos rangos de sondas.

Podemos guiarnos por la siguiente tabla, diseñada para empelar cuatro colores:

Colores	Rangos de profundidad			
Azul	<0	10 - 15	50 - 100	400 - 500
Verde	0 - 2	15 - 20	100 - 200	500 - 1000
Negro	2 - 5	20 - 30	200 - 300	1000 - 2000
Rojo	5 - 10	30 - 50	300 - 400	2000 - 3000

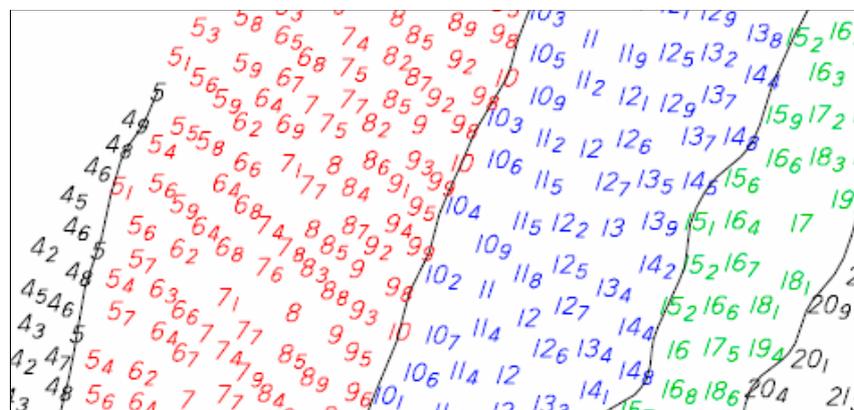


Ilustración 83: Detalle de un parcelario trazado con sondas en colores.

7.5.2. Sondas en la carta.

Si bien los veriles son la forma más eficaz de representar gráficamente la morfología del fondo, aún en las cartas de navegación tienen gran importancia las sondas puntuales. Así, si comparamos una carta con un mapa terrestre veremos que la densidad de sondas es muy superior a la de cotas dadas en el mapa, esto se debe por una parte a la costumbre del navegante a consultar la profundidad leyendo la sondas mas que mirando los veriles y por otra a la dificultad de mostrar mediante veriles pequeñas variaciones del fondo que podrían ser importantes en zonas donde la separación del fondo a la quilla puede ser comprometida. Parece sin embargo muy posible que la tendencia futura de la cartografía náutica sea la de reducir el número de sondas y aumentar la densidad de veriles.

La representación de las sondas en las cartas debe considerarse de la máxima importancia y ha de ser objeto del máximo cuidado y aplicar a la misma los métodos más fiables de control de calidad.

A la hora de compilar nuevas cartas se han de consultar exhaustivamente los parcelarios de las últimas campañas hidrográficas de la zona y las anteriores ediciones de las cartas con sus avisos actualizados.

Se prestará especial atención a que las sondas se encuentren entre los veriles que corresponden a su rango, por ejemplo una sonda 5,3 metros no puede estar entre los veriles de 10 y 20 metros; en caso de tratarse de un bajo, de una sonda aislada, habrá de ir rodeada del veril correspondiente.



Ilustración 84: Sonda de 44 entre los veriles de 50 y 100.

7.5.2.1. Truncado de las sondas.

Los sondadores ecoicos pueden presentar sondas con resoluciones de centímetros, sin embargo para su representación en las cartas se truncarán como sigue:

- Entre 0,1 y 21 al decímetro inferior. Así una sonda de 4,46 se representaría 4,4.
- Entre 21 y 31 al medio decímetro inferior. Así una sonda de 23,49 se trunca a 23 y una de 23,52 a 23,5.
- A partir de 31 metros se trunca al metro inferior. Así una sonda de 31,85 se trunca a 31.
- Las sondas negativas se redondean al decímetro superior. Así una sonda de -3,42 se redondea a -3,5.

7.5.2.2. Sondeas procedentes de levantamientos sistemáticos.

Se representarán con una fuente Sans Serif cursiva. El número que representa la parte decimal de la sonda será visiblemente más pequeño y posicionado más bajo que los números que indican la parte entera. Las sondas negativas (las situadas en la zona intermareal) se representan igual pero con la parte entera subrayada.

La situación de la sonda será el centro geométrico del número representado (incluida su parte decimal).

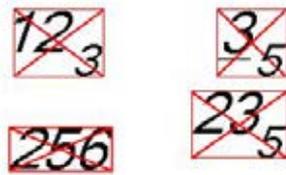


Ilustración 85: Situación de las sondas.

Se ha de procurar representar siempre las sondas en la carta en su posición verdadera, pero en ciertas ocasiones esto no será posible, debiendo en esos casos hacer esas sondas “fuera de posición” distinguibles del resto de las sondas, como por ejemplo:

- Sonda muy cercana a la línea de costa, el número cortaría la costa. Se representará por un punto la situación real de la sonda y el número a un lado entre paréntesis.
- Sonda mínima sobre una roca, cuando esta se representa con un símbolo, pondremos el número a un lado entre paréntesis.
- Sonda mínima de un bajo en cartas de pequeña escala donde los veriles que la rodean quedarían “machacados”, emplearemos un pequeño “apuntador” que una la situación real de la sonda con el número.
- Canales angostos en cartas de pequeña escala, pondremos la sonda a un lado del canal entre paréntesis.



Ilustración 86: Ejemplos de sondas fuera de posición.

7.5.2.3. Otras sondas.

En ocasiones nos veremos obligados a incluir en las cartas “sondas de poca fiabilidad” que son sondas que no proceden de levantamientos hidrográficos sistemáticos (como sondas en tránsito en áreas donde no se hayan efectuado levantamientos sistemáticos, sondas informadas por navegantes aún no confirmadas o bien sondas procedentes de estudios científicos no batimétricos como los geológicos).

En el caso de tener que emplear en la carta estas sondas se representarán mediante una fuente recta, distinta a la empleada para el resto de las sondas, sin embargo el impacto visual de esta diferencia es muy pequeño por lo que en el caso de sondas aisladas podremos emplear las siguientes abreviaturas acompañando a la sonda:

- *PA*: Posición aproximada.
- *PD*: Posición dudosa.
- *ED*: Existencia dudosa.

- *SD*: Sonda dudosa.
- *Rep*: Informado pero no comprobado, se puede indicar entre paréntesis la fecha en que se informó.

Cuando en lugar de sondas aisladas se trata de áreas completas con estas sondas, emplearemos el diagrama de levantamientos para aclarar al navegante el origen de las mismas.

En el pasado era frecuente encontrar en las cartas sondas "sin fondo", que indicaban que empleando un determinado escandallo este se había arriado completamente sin que la sondaleza tocara el fondo mostrándose en la carta el número de metros de cabo del escandallo con una línea y un punto por encima.

$\overline{330}$

Ilustración 87: Sonda "sin fondo" de un escandallo de 330 metros.

Hoy en día este tipo de sondas "sin fondo" solo tienen sentido en áreas sondadas por láser, donde no exista otra información y el láser no haya alcanzado el fondo, indicando en este caso el mayor número de metros de fondo que podría alcanzar el láser, teniendo en cuenta que es un valor variable y depende de la turbidez del agua.

7.5.2.4. Diagramas de levantamientos.

Los diagramas de levantamientos proporcionan una manera sencilla de indicar al navegante el grado de confianza que ha de tener en las sondas (profundidad y posición) representadas en las distintas zonas de la carta.

Idealmente un diagrama de levantamientos ha de dar información sobre la calidad del levantamiento hidrográfico del que procede la información batimétrica (sondas y veriles) de una parte de la carta; tradicionalmente esto se ha realizado indicando el año y la escala del levantamiento, asumiendo el navegante que es siempre de mejor calidad el levantamiento más reciente o el de mayor escala. Sin embargo en la actualidad existe la opción de mostrar un diagrama de levantamientos ZOC, que indica de una manera más técnica la precisión de la sonda obtenida tanto en profundidad como en situación.

El diagrama de levantamientos se representa a una décima parte del tamaño de la carta (puede ser más pequeño en caso de no haber sitio para el mismo), con la tierra mostrada en el mismo color que la carta y las zonas batimétricas en blanco, estas se encontrarán "parceladas" por líneas de color negro que distingan los distintos levantamientos, dentro de cada una de estas "parcelas" se representará una letra que usaremos en una tabla para indicar el origen del levantamiento en cuestión.

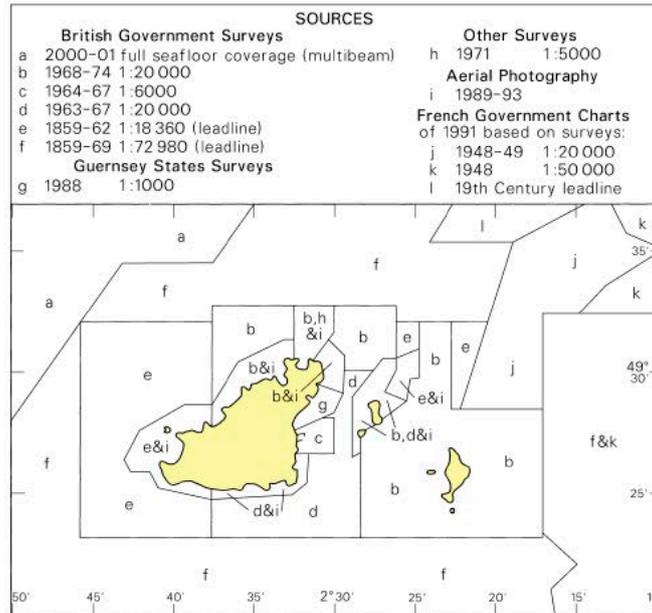


Ilustración 88: Ejemplo de diagrama de levantamientos británico.

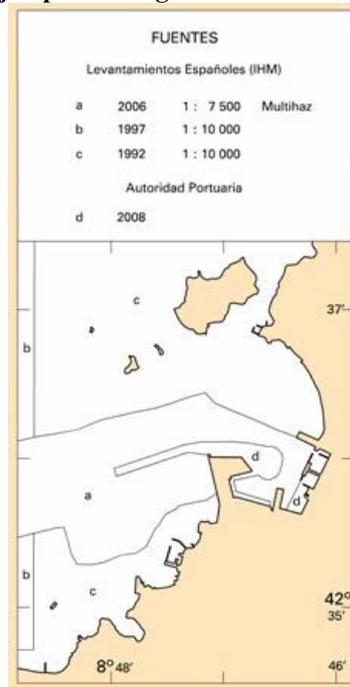


Ilustración 89: Ejemplo de diagrama de levantamientos español.

Como vemos, en la tabla indicaremos la autoridad que realizó el levantamiento, su año y escala, en el caso de levantamientos multihaz podremos sustituir la escala por un texto que indique la cobertura total del fondo; en el caso de que la batimetría proceda de otras cartas, se indicará igualmente.

Los diagramas de levantamientos ZOC se han ideado para unificar los criterios con aquellos empleados en ENC (carta electrónica) donde la precisión de la batimetría se indica mediante el atributo CATZOC (Category of Zones of Confidence), este atributo esta tabulado en valores desde A1 hasta U que proveen de precisión en la posición y la profundidad, así como de la densidad sondada, dando por tanto una información mucho más objetiva que los diagramas de levantamiento convencionales.



Ilustración 90: Ejemplo de diagrama de levantamientos ZOC australiano.

En el caso de cartas de gran escala que se hayan compilado a partir de un único levantamiento podrá sustituirse el diagrama de levantamientos por una nota literal que indique el origen del levantamiento.

7.6. Trazado de veriles.

Al ser los veriles la forma más eficaz de representar gráficamente la morfología del fondo el hidrógrafo ha de ser consciente de la gran importancia que tiene una correcta representación de los mismos, siendo el trazado de los veriles (junto a la selección de sondas) nuestro trabajo cartográfico de mayor importancia, porque de su resultado dependerá que se muestre con la mayor fidelidad los resultados de nuestros levantamientos.

7.6.1. Trazado manual de veriles.

Hasta la llegada de los sistemas informáticos para la edición y trazado de los datos batimétricos, era el hidrógrafo quien manualmente sobre el parcelario en papel con sus sondas, efectuaba el trazado de los veriles. Aún hoy día, resulta una buena costumbre, tras realizar estos veriles de forma automatizada a partir de un modelo digital del terreno, comprobarlos sobre un trazado que incluya las sondas y proceder, si lo consideramos necesario en algún caso, a su corrección.

En cualquier caso vamos a ver algunas normas básicas a la hora de proceder al trazado manual de veriles:

- Los veriles que representaremos en el parcelario son los estándar de la publicación S4, esto es 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 1000, 2000m, etc. (ver punto 7.6.3)
- Cuando el fondo sea aplacerado y sobre una misma línea existan sondas de igual profundidad, el veril se hará pasar por la sonda más alejada de tierra.

- En los fondos de gran pendiente, si los veriles resultasen tan unidos que pudieran inducir a confusión, solo se representarán los veriles mínimo y máximo, omitiéndose los intermedios.
- Los veriles se suprimirán cuando por su proximidad a la costa (por ejemplo, islas entre sondas mayores), pudieran enmascarar la delimitación de ésta.
- En sondas donde pueda existir peligro para la navegación, el veril se desviará siempre sobre el lado de seguridad, es decir, aquel por donde es esperable que acceda el tráfico marítimo.
- Cuando no existan datos suficientes para la determinación de un veril, éste se dejará cortado.
- Cuando interese detallar en planos insertos de mayor escala alguna zona de fondos irregulares, podrán figurar en él veriles que no aparezcan en el Parcelario.
- Los veriles se interrumpirán en los números de sondas y puntos de situación, no pasando nunca a través de ellos.

7.6.2. Generación de DTM.

Como vimos en el punto 1.3 los archivos DTM (en nuestro caso especialmente los TIN) son una forma de mostrar el relieve del fondo y son especialmente importantes para nosotros por que aparte de su función meramente grafica o visual de mostrarnos la morfología del fondo son particularmente importantes para poder calcular de manera automática los veriles.

Los programas empleados para edición y trazado de nuestros datos permiten de una manera sencilla la generación de modelos digitales del terreno a partir de nuestros datos de sonda, constituyendo una herramienta insustituible no solo a la hora del trazado definitivo, sino para la edición de estos datos.

7.6.2.1. Cálculo de veriles desde DTM.

Como ya vimos en el punto 7.3.2 partiendo de un DTM generado a partir de una triangulación de Delaunay es sencillo realizar un cálculo de los veriles.

Nuestros programas empleados para edición y trazado de los datos batimétricos nos dan la opción de generar, una vez efectuado el DTM, los veriles correspondientes, dándonos, en todo caso, la opción de seleccionar los veriles a generar y si los mismos se suavizan o no. La opción de suavizado permite que los veriles sean estéticamente mas atractivos, pero hemos de utilizarla siempre con precaución, ya que el veril efectuado sin suavizado garantiza que las sondas siempre estén en el lado correcto del mismo, mientras que a medida que aumentamos el suavizado podría ocurrir que alguna sonda quedase en el lado incorrecto del veril.

Nuestro flujo de trabajo para obtener los veriles será siempre comenzar por la selección de sondas, continuar por la generación del DTM y finalizar en la creación de veriles a partir de este último.

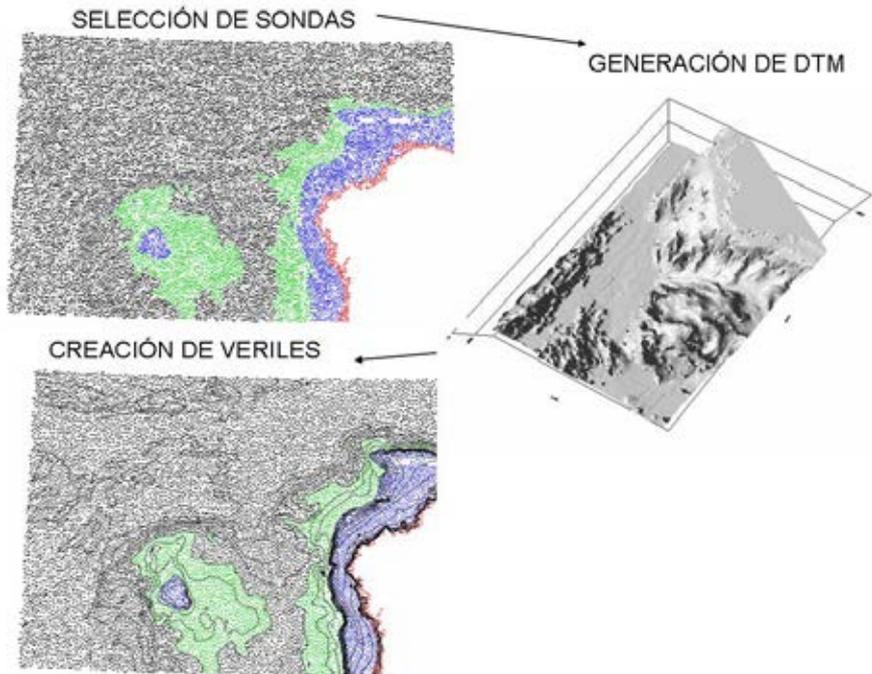


Ilustración 91: Proceso de creación de veriles en CARIS GIS.

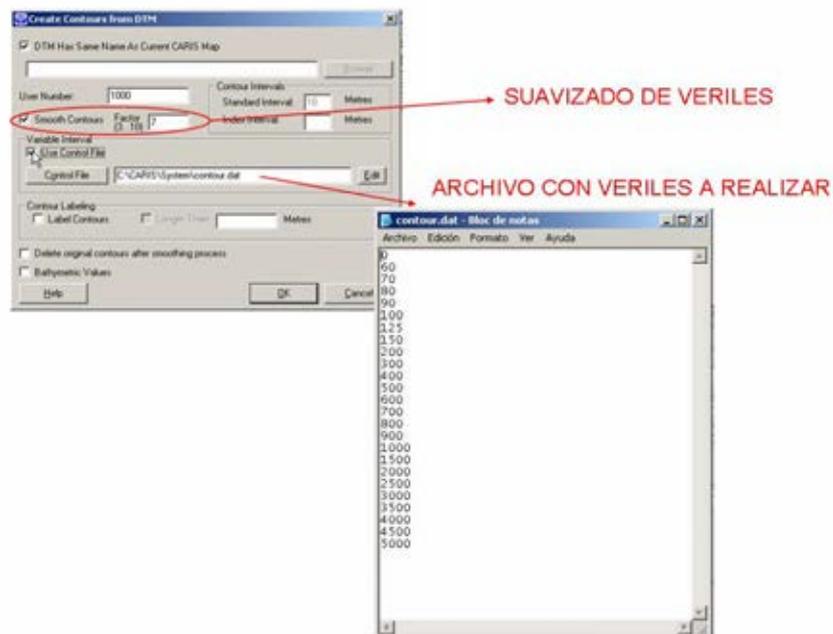


Ilustración 92: Creación de veriles en CARIS GIS, con suavizado y selección de los mismos.

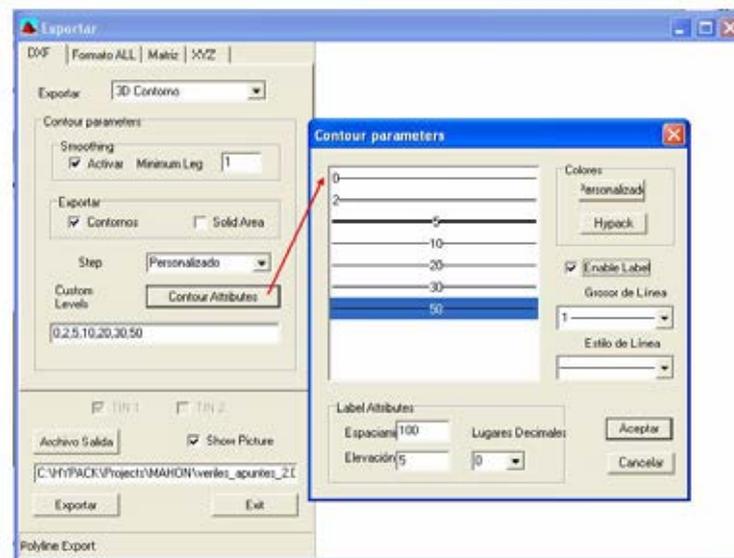


Ilustración 93: Creación de veriles en Hypack, con selección de los mismos y suavizado.

7.6.3. Veriles estándar según S4.

La publicación S4 de la OHI nos indica que los veriles estándar a representar en las cartas son los de 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 1000, 2000m, etc.; si bien los veriles de 2 y 5 se pueden omitir cuando no sean útiles para el propósito de la carta (cartas de pequeña escala). En algunos casos no será necesario la representación de la secuencia completa de veriles como en fondos de gran pendiente o en el caso de bajos aislados.

Veriles suplementarios como los de 3, 8, 15, 25, 40, 75m y múltiplos de 10 y 100 se pueden mostrar al objeto de mostrar características de la morfología del fondo que en otro caso no serían apreciables (esto es aún más cierto en el caso de los parcelarios, donde podremos mostrar todos los veriles que consideremos necesarios para una correcta representación del fondo)

En ciertos casos será necesaria la representación del veril de 2500m para la medición de los límites de la plataforma continental.

7.6.4. Generalización de veriles.

Como el resto de los elementos de las cartas (incluidas las sondas) los veriles son objeto de generalización cartográfica, representándose de manera más detallada a escalas más grandes y con muchos menos detalles a escalas más pequeñas.

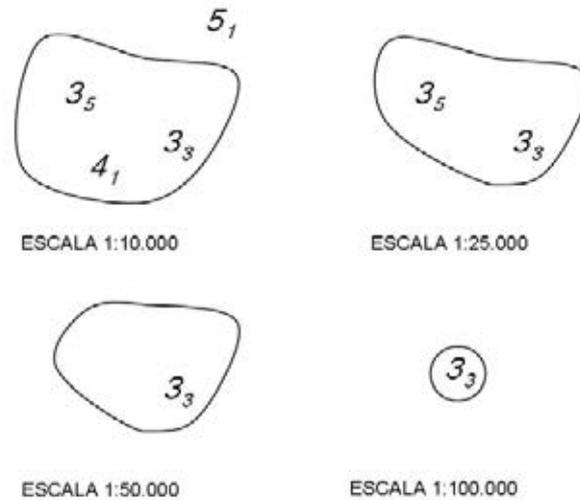


Ilustración 94: Generalización de veriles en función de la escala.

En el caso de veriles que se encuentren muy cercanos a gran escala, al pasar a escalas inferiores podrán agruparse en el proceso de generalización, siempre y cuando las sondas de la zona agrupada correspondiesen a un rango de profundidad superior, NUNCA inferior. Así si en una zona de entre 5 y 10 metros tenemos varios veriles de 5 metros agrupando sondas inferiores a 5, podremos agruparlos en el proceso de generalización, pero si en la misma zona tuviéramos varios veriles de 10 metros agrupando sondas superiores a 10, No podríamos agruparlos, si bien podríamos eliminarlos en el proceso de generalización.

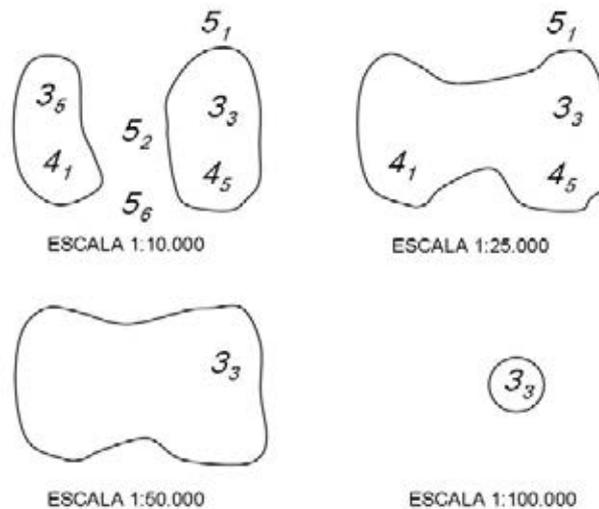


Ilustración 95: Generalización de veriles cercanos.

Al someter a los veriles a procesos de generalización cartográfica hemos de ser especialmente cuidadosos a fin de evitar que alguna sonda quede entre veriles que no le correspondan.

7.7. Dibujo topográfico en cartas y parcelarios.

Si bien, lógicamente, como hidrógrafos tendemos a dar más importancia en nuestra cartografía a la batimetría, la representación de la tierra es también de la mayor importancia.

Los buques siempre tienen como origen y destino un puerto, y sus accesos, facilidades e instalaciones resultan del mayor interés para el navegante. De la misma manera la costa se puede constituir asimismo en un obstáculo y un peligro para los buques y alberga ayudas a la navegación cuya importancia no hay que desdeñar en los tiempos de la navegación por satélite.

El trazado de la línea de costa y sus detalles (incluyendo la situación de las ayudas a la navegación) que aparece en la carta o el parcelario procede normalmente de una restitución fotogramétrica, pero hemos de tener el mayor cuidado en su comprobación y en completarla con medios topográficos cuando fuera necesario. (ver punto 5.3)

7.7.1. Restituciones fotogramétricas.

La restitución fotogramétrica que habremos de emplear bien para el trazado de un parcelario, bien para la compilación de una nueva carta nos será suministrada en formato digital, normalmente en archivos DGN, debiendo siempre comprobar que se nos facilita con los mismos parámetros geodésicos (mismo datum, proyección, huso..) que vamos a utilizar para la nueva carta o parcelario.

7.7.2. Trazado de taquimetrías.

Cuando durante la comprobación de la restitución fotogramétrica se aprecien diferencias entre esta y la realidad actual se procederá a efectuar un levantamiento topográfico de la zona donde esta diferencia se haya apreciado, bien por métodos clásicos (taquimetría) o bien mediante el uso de GPS RTK. En ambos casos el software empleado para realizar los cálculos de los puntos medidos podrá darnos coordenadas de los mismos de manera que se nos facilite el trabajo de poder trazarlos junto a la restitución (empleando Hypack o Caris).

7.8. Simbología empleada en cartas y parcelarios.

La simbología que emplearemos en cartas y parcelarios será la indicada por la OHI y reflejada en la publicación INT1.

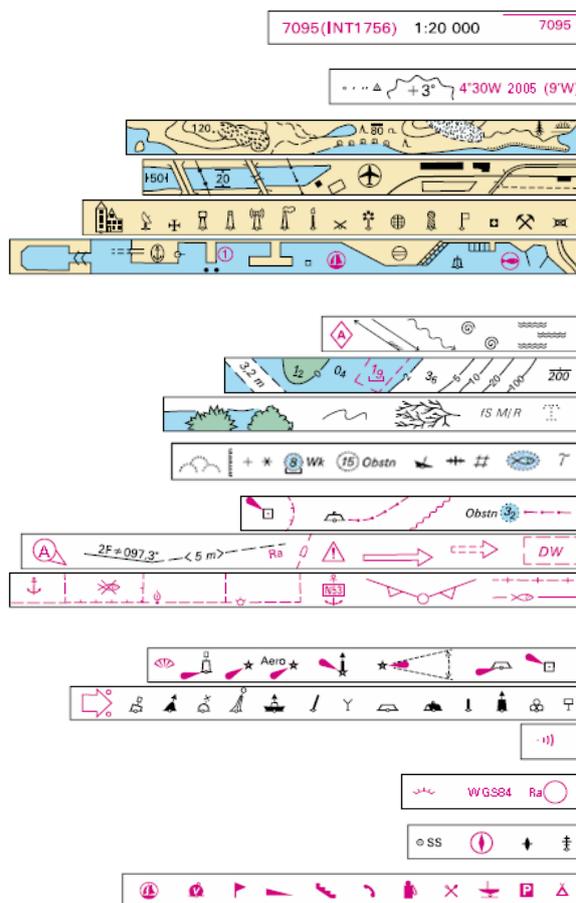
7.8.1. INT1.

La publicación INT1 de la OHI, llamada también en España publicación especial N° 14, es un documento producido en español por el IHM y en otros idiomas por otros servicios hidrográficos, cuya finalidad es proveer al hidrógrafo de toda la simbología necesaria para emplearse en las cartas de navegación a fin de igualar criterios de manera internacional.

Está estructurada en 24 capítulos temáticos cuyo índice alfabético se muestra a continuación:

Índice alfabético de materias de la publicación INT1.

Generalidades	A Numeración de la carta, tarjeta, notas marginales.
	B Posiciones, distancias, direcciones, rosas.
Topografía	C Características naturales.
	D Características artificiales.
	E Marcas.
	F Puertos.
	G Términos topográficos.
Hidrografía	H Mareas, corrientes.
	I Profundidades.
	J Naturaleza del fondo.
	K Rocas, naufragios, obstrucciones.
	L Instalaciones en la mar.
	M Derrotas, rutas.
	N Zonas, límites.
	O Términos hidrográficos.
Ayudas a la navegación y servicios.	P Luces.
	Q Boyas, Balizas.
	R Señales de niebla.
	S Radar, radio, señales de navegación por satélite
	T Servicios
	U Instalaciones para embarcaciones menores
Índices alfabéticos	V Índice de abreviaturas
	W Abreviaturas internacionales
	X Índice general



Esta publicación es en realidad un complemento a la publicación S4 (especificaciones cartográficas de la OHI), asimismo complementan a esta publicación la INT2 (Marcos, Graduaciones, Cuadrículas y Escalas gráficas) y la INT3 (Empleo de símbolos y abreviaturas)

7.8.2. INT2.

Como ya hemos visto en el punto 7.4.3 esta publicación nos indica la forma de trazar en nuestras cartas y parcelarios los marcos, esqueletos, graduaciones y escalas gráficas, así como Notas textuales asociados a los mismos.

7.8.3. INT3.

Se trata de una carta de referencia de una zona imaginaria, con tantos ejemplos como ha sido posible dar sobre el uso de las especificaciones cartográficas de la OHI. Publicada por el servicio hidrográfico británico en inglés solamente.

En su anverso presenta una carta a escala 1:52.000 de las aguas de dos países imaginarios (Furania y Jusslandia) con gran cantidad de ejemplos tanto en tierra como en la mar y un plano inserto de un puerto a escala 1:9.000, así como un sistema de cuadrículas en el margen identificadas con números y letras en magenta para poder consultar los ejemplos en la tabla del reverso. Además de la citada tabla, en el reverso se incluyen dos portulanos a escala 1:25.000 de dos puertos de Jusslandia. El anverso se encuentra rotulado como carta 19000 y el reverso como 19001.

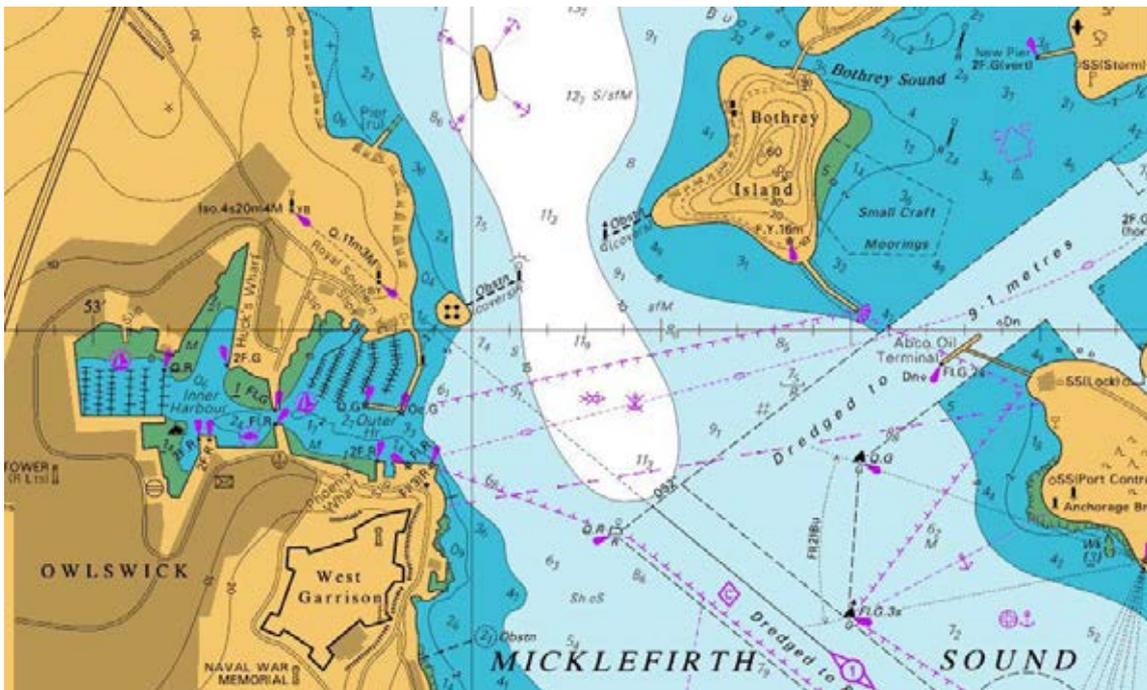


Ilustración 96: Reverso de la INT3, detalle del portulano de Micklefirth.

7.9. Datos literales en los parcelarios.

Según las "Normas para levantamientos hidrográficos" los parcelarios incluirán una tarjeta, conteniendo: Nombre y número del Parcelario, escala, datum horizontal, proyección, datum de sondas, escala gráfica, año y buque que lo efectuó, así como la firma de su Comandante con aclara firmas.



HOJA 1
 MAR MEDITERRÁNEO
 COSTA ESTE DE ESPAÑA
 PUERTO DE BARCELONA ZONA NORTE
 LEVANTADO POR L.H.T. "ESCANDALLO"
 Año 2008 (Sondas Multihaz EM-3002D)
 Proyección de Mercator
 Elipsoide de Referencia WGS-84
 Sondas Referidas al Cero Hidrográfico de la Estación de Mareas del Puerto de Barcelona
 Escala 1 : 5 000 (41°22'56")



Línea de costa no actualizada

CC (IH) JEFE DE PROCESADO

-L. Andrés Millán Gamboa-

Ilustración 97: Datos literales en el trazado definitivo de un parcelario.

En el caso de trazados de exploraciones, podremos incluir aquella información literal que consideremos relevante para indicar su necesidad, la realización de la misma etc...



B.C MALASPINA

INH 03/09

EXPLORACIÓN PECIO ZONA PUERTO DE TENERIFE

ESCALA DEL TRAZADO 1:1.000

WGS 84 UTM Zona 28 N

Por el punto 3.11 de la INH 03/09 se nos ordena efectuar exploración para comprobar la existencia y mínima sonda del naufragio en el Puerto de Tenerife, informado por la Autoridad Portuaria de Tenerife, en posición aproximada: LAT = N LON = W, al y millas de la luz verde del dique del Este.

Este trazado se corresponde con la exploración efectuada empleando sondas multihaz SIMRAD EM302 y OP5 Omnistar el día 23 de Febrero de 2009.

DATOS DEL PECIO ENCONTRADO	
SITUACION (PUNTO CENTRAL)	
SONDA MINIMA	
ELEVA (aprox.)	
MANGA (aprox.)	
ELEVACION SOBRE EL FONDO (aprox.)	
ORIENTACION	

Ilustración 98: Datos literales en el trazado de una exploración.

7.10. Datos literales en las cartas según S4, INT1, INT2 e INT3.

La publicación S4 y sus complementos, las publicaciones INT1, INT2 e INT3 nos guiarán para la elección de los datos literales a incluir en las cartas y el estilo de los mismos, habremos de consultar el capítulo C200 de la S4, el capítulo A de la INT1 y los ejemplos de la INT3.

Básicamente las cartas presentara la siguiente información literal:

En los márgenes:

- Número nacional de la carta.
- Número internacional de la carta (si tuviera)
- Copyright y nota de publicación.
- Número y fecha de edición
- Contador de correcciones.
- Escala gráfica marginal en cartas de gran escala.
- Referencias a otras publicaciones náuticas que deben ser consultadas.



Ilustración 99: Datos literales en el margen.

Entre el borde exterior y los marcos interiores, se indican las dimensiones de dichos marcos interiores.

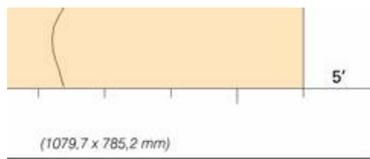


Ilustración 100: Dimensiones de los marcos interiores.

Dentro de los marcos interiores:

- Coordenadas geográficas de las esquinas Sur-Oeste y Norte-Este.
- Título de la carta.
- Notas sobre la construcción de la carta que han de ser leídas. (datum horizontal, datum de sondas....)
- Escudo del Instituto Hidrográfico y en las series internacionales, de la OHI.
- Escala de la carta y latitud media.
- Escala gráfica lineal en cartas de gran escala.
- Notas de precaución si las hubiese


OCÉANO ATLÁNTICO NORTE
COSTA NOROESTE DE ESPAÑA
PUERTO DE VILAGARCÍA
DE AROUSA
 Escala 1 : 7 500 (42° 36')

Sondas en metros referidas al Cero Hidrográfico, que es la mínima de las bajamares predecibles para la zona (aproximadamente el LAT).
Altitudes en metros referidas al Nivel Medio del mar.
Posiciones geográficas están referidas al Datum **WGS84**. (Ver Nota sobre SITUACIONES OBTENIDAS POR SATÉLITE).
Sistema de balizamiento de la AISM Región A (roja a babor).
Proyección de Mercator
Fuentes: Los detalles de los levantamientos hidrográficos utilizados, figuran en el Diagrama de Fuentes.

SITUACIONES OBTENIDAS POR SATÉLITE
 Las situaciones obtenidas mediante sistemas de navegación por satélite referidas al Sistema Geodésico Mundial WGS84, pueden representarse directamente en esta carta.

VIVEROS
 Zona con postes múltiples.

RESERVA NATURAL. PARQUE NACIONAL DE LAS ISLAS ATLÁNTICAS
 Cualquier tipo de actividad de pesca o deporte subacuático está sujeta a autorización previa.

Lugar	Lat	Long	Alturas en metros sobre el Cero Hidrográfico Heights in metres above Chart Datum					
			PMMA HAT	PMVM MHWS	PMMM MHWN	BMMM MLWN	BMVM MLWS	BMMI LAT
Vilagarcía de Arousa	43° 37'	8° 47'	4,28	4,07	2,77	1,65	0,32	0

Ilustración 101: Ejemplo de datos literales en la tarjeta de una carta española.

8. Producción cartográfica.

Finalmente nuestro trabajo como hidrógrafos se plasmará en las cartas y publicaciones náuticas que es la forma en la que la información obtenida, editada y compilada por nosotros llega al navegante como usuario final de la misma.

Hoy en día estos productos cartográficos pueden ser de dos tipos, a saber: analógicos o “de papel” y digitales o “electrónicos”. En este tema nos vamos a centrar en la producción final de las cartas y publicaciones de papel.

8.1. Impresión de cartas y publicaciones.

La impresión de las cartas y publicaciones es el último paso del trabajo cartográfico (si excluimos la corrección manual de stocks afectados por avisos a los navegantes). De la calidad de este último trabajo depende en parte el nivel de satisfacción que el navegante obtenga de nuestro producto, influyendo factores como la calidad del papel, los colores seleccionados, las tintas empeladas...

8.1.1. Impresión Offset.

La impresión offset es un método de reproducción de documentos e imágenes sobre papel o materiales similares, desarrollado a comienzos del siglo XX, que consiste en aplicar una tinta, generalmente oleosa, sobre una plancha metálica, compuesta generalmente de una aleación de aluminio en un proceso similar al de la litografía. La plancha toma la tinta en las zonas donde hay un compuesto hidrófobo (también conocido como oleófilo) y el resto de la plancha (zona hidrófila) se moja con agua para que repela la tinta; la imagen o el texto se trasfiere por presión a una mantilla de caucho, para pasarla, finalmente, al papel por presión.

La prensa se denomina offset (del inglés: indirecto) porque el diseño se trasfiere de la plancha de impresión al rodillo de goma citado, antes de producir la impresión sobre el papel. Este término se generó por contraposición al sistema dominante anterior que fue la litografía, en el que la tinta pasaba directamente de la plancha al papel.

Es precisamente esta característica la que confiere una calidad excepcional a este tipo de impresión, puesto que el recubrimiento de caucho del rodillo de impresión es capaz de impregnar, con la tinta que lleva adherida, superficies con rugosidades o texturas irregulares. Obviamente, esto es debido a las propiedades elásticas del caucho que no presentan los rodillos metálicos.

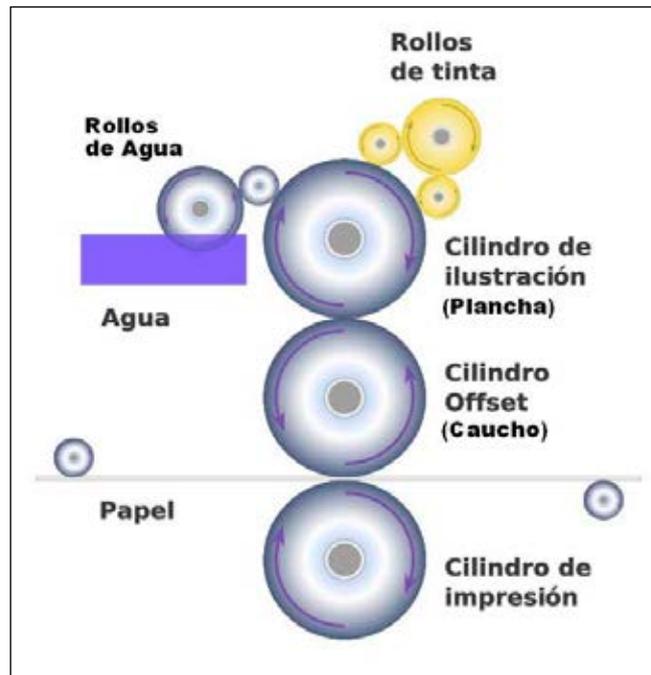


Ilustración 102: Funcionamiento esquemático de imprenta offset.

Con una plancha original (o cilindro de impresión) solo se puede imprimir en un color, así que para publicaciones que no sean monocromas necesitaremos una plancha por cada color a imprimir, lo que da lugar a dos técnicas distintas en cuanto al tratamiento del color: los colores planos y la cuatricromía.

8.1.1.1. Colores planos.

En esta técnica emplearemos una plancha para cada uno de los colores que tenga el documento a imprimir, solamente es aplicable para documentos que empleen un número limitado de colores, no pudiendo aplicarse para la impresión de fotografías u obras de arte debido a su gran amplitud cromática.

Las cartas náuticas son normalmente impresas mediante esta técnica debido a que su limitado número de colores permite su impresión con cuatro planchas, a saber:

- Negro: Textos, números (incluyendo sondas), marcos, graduaciones....
- Amarillo: La tierra.
- Azul: Las aguas mas someras.
- Magenta: Luces, límites en la mar, declinación magnética...

Las cartas suelen incluir además el color verde y el gris, que no requieren de planchas adicionales, el verde se obtiene por mezcla del azul y el amarillo (esto es, incluyendo las áreas verdes en la plancha azul y en la amarilla) y el gris incluyendo las áreas de este color en la plancha negra pero con puntos a una menor densidad.

8.1.1.2. Cuatricromía. (CMYK)

Cuando deseemos imprimir documentos con gran amplitud cromática como fotografías o mapas con tintas hipsométricas emplearemos el sistema de cuatricromía que usa cuatro planchas originales de los colores cian, magenta, amarillo y negro (CMYK) que son capaces de producir al combinarse cualquier color.



Ilustración 103: Separación de colores CMYK e imagen compuesta.

8.1.2. Impresión bajo demanda. (Print on demand.)

Como sabemos las cartas y publicaciones náuticas son un producto vivo y que requiere de una constante actualización para proporcionar al navegante la información mas actualizada en el momento de su uso. Esto obliga a los servicios hidrográficos a la publicación de grupos semanales de avisos a los navegantes, que se han de consultar para actualizar cartas y publicaciones; los propios servicios hidrográficos tendrán que actualizar su stock de cartas impresas con la información de esos grupos semanales de avisos en el trabajo que solemos conocer como “correcciones a mano”.

Debido a la reducción de precio y a la mejora de calidad de los medios digitales de impresión se pueden hoy en día pensar en eliminar los stocks de cartas de papel e imprimir las mismas a petición del cliente de manera que se entregue actualizada con la última información disponible.

Este sistema de impresión “bajo demanda” esta siendo ya empleado en los Estados Unidos por NOAA, permitiendo al usuario adquirir las cartas en diversas localizaciones a lo largo del país donde se produce localmente la impresión, en caso de que el cliente no este cerca de ninguno de estos sitios puede recibir la carta mediante una empresa de mensajería. Asimismo el usuario puede elegir el tipo de papel e incluso la inclusión o no de información adicional.

8.2. *Generación de originales de las cartas.*

Para la generación de las planchas originales para la impresión de las cartas partiremos de archivos informáticos generados por el software que empleemos para la producción cartográfica, pudiendo realizarlo de dos maneras:

- Del archivo informático generaremos un “fotolito” que es un original de la plancha en película fotográfica. El fotolito se obtiene empleando una “filmadora”, que viene a ser como una impresora de gran formato y de alta resolución que trabaja sobre película fotográfica. A este proceso se la llama CTF (computer to film). A partir de este “fotolito” generaremos la plancha mediante el uso de una “insoladora”, maquina que mediante una luz muy intensa es capaz de transferir la imagen a imprimir a una plancha de aluminio cubierta de un barniz fotosensible.



Ilustración 104: Filmadora de fotolitos Agfa.

- Mediante el más moderno sistema CTP (computer to plate) podremos imprimir directamente a la plancha, sin utilizar el fotolito.



Ilustración 105: Agfa VPP, sistema de impresión CTP directamente a la plancha.

8.2.1. Desde archivos CAD.

En el caso de que el software que empleemos para la producción cartográfica sea un CAD (caso que se da en muchos servicios hidrográficos) produciremos a partir del archivo CAD uno raster (normalmente formato TIFF o RLE) por cada uno de los originales necesarios, para lo que utilizaremos en MicroStation las “pen tables” y en Autocad los “plot styles” que permiten convertir la información vectorial en raster, enviando cada dato vectorial al original que le corresponde y con el grosor adecuado, así por ejemplo la línea de costa irá al soporte negro y con el grosor que le corresponda según la publicación S4.

8.2.2. Desde archivos PostScript.

Algunos de los programas de producción cartográfica empleados en cartografía náutica, como es el caso CARIS GIS, no generan archivos raster sino que emplean archivos postscript como paso final de su proceso de producción.

Para poder generar los originales a partir de esos archivos postscript (pueden ser ps, eps o pdf) emplearemos un software procesador de imágenes rasterizadas o RIP que produce las imágenes a plasmar en los originales efectuando al mismo tiempo la separación de colores adecuada.

9. Sistemas de información geográfica (GIS), su aplicación a la cartografía náutica.

La evolución de la electrónica y la informática ha permitido llegar a una gestión automatizada de datos que, como los geográficos, destacan por su gran complejidad.

9.1. Definición. ¿Qué es un GIS?

Un sistema de información geográfica (SIG o GIS) es un sistema compuesto por hardware, software y procedimientos, que han sido diseñados para facilitar la obtención, gestión, análisis, modelado, representación y publicación de datos georeferenciados.

Los GIS son hoy en día ampliamente empleados en una enorme variedad de aplicaciones en las que se maneja información espacialmente referenciada (esto es, georeferenciada, con coordenadas geográficas) destacando aplicaciones como la gestión y explotación de recursos naturales (agricultura, pesca, minería...), gestión y prevención de desastres naturales, planificación urbanística y de vías de transporte, prevención de desastres naturales y actuación durante los mismos...

La producción de los servicios hidrográficos en sus distintos productos (cartas y publicaciones en papel y digitales) implica el manejo de información georeferenciada de muy diversa índole y la gestión de la misma se beneficia en todos los aspectos del uso de sistemas de información geográfica.

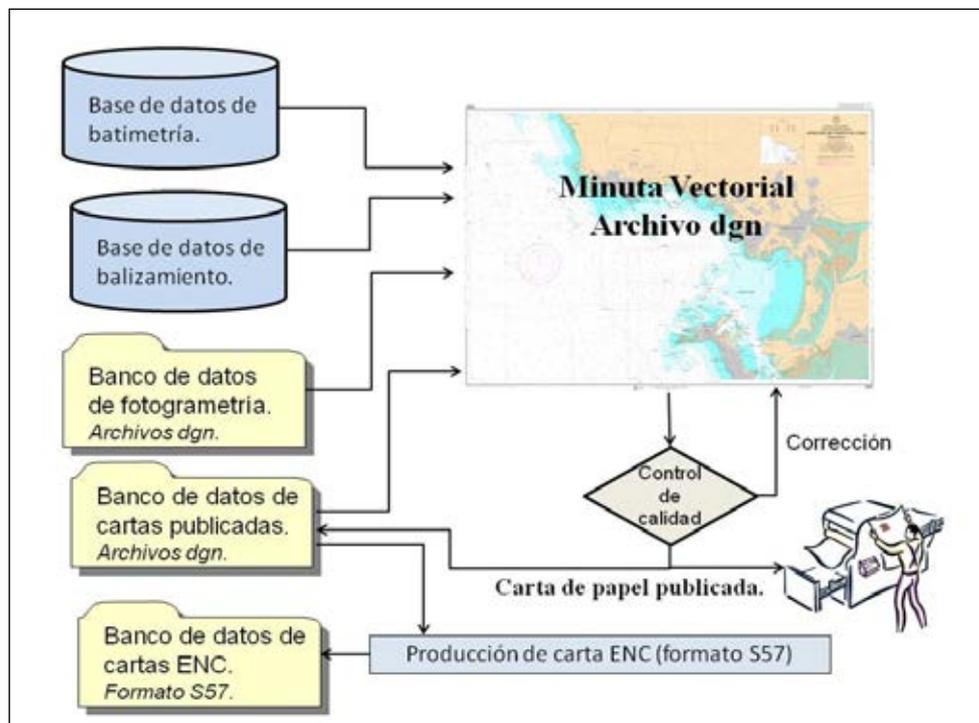


Ilustración 106: Producción cartográfica actual.

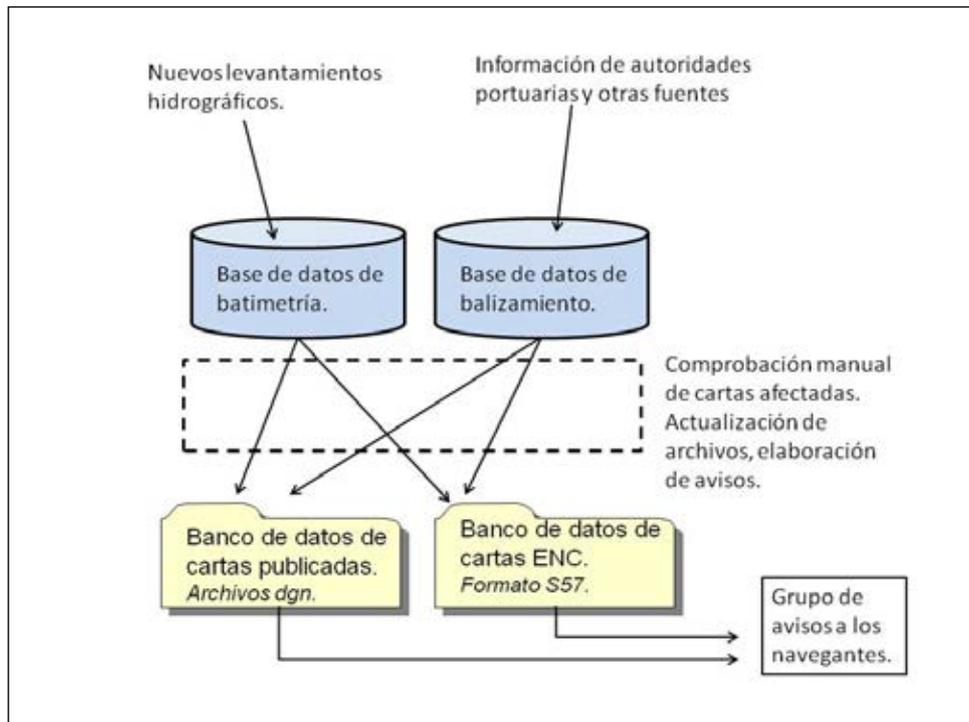


Ilustración 107: Sistema de avisos en la producción cartográfica actual.

Como vemos en las ilustraciones anteriores la producción cartográfica actual implica el manejo de datos que en algunos casos estarán en bases de datos y en otros en archivos gráficos. Los productos cartográficos finales se guardan igualmente en forma de archivos gráficos (CAD) o bien en archivos ENC.

Las bases de datos independientes para cada tipo de dato (batimetría, ayudas a la navegación...) tendrá un formato distinto pensado en su día para satisfacer más bien las necesidades de gestión de datos del departamento implicado, en lugar de teniendo en cuenta el producto cartográfico final.

La generación de los avisos a los navegantes, implica también la comprobación manual, a partir de los datos originales, de cuáles de las cartas publicadas (en papel o ENC) están afectadas por los datos actualizados. Una vez localizadas las cartas afectadas se actualizarán los archivos CAD guardados en el banco de datos de carta de papel y se generaran los avisos correspondientes, bien gráficos o bien literales para su inclusión en el “Grupo de Avisos a los Navegantes” (GAN). En el caso de las cartas ENC se generaran los archivos de “update”, 001 y posteriores, y se guardarán en el banco de datos de ENC junto a las células base.

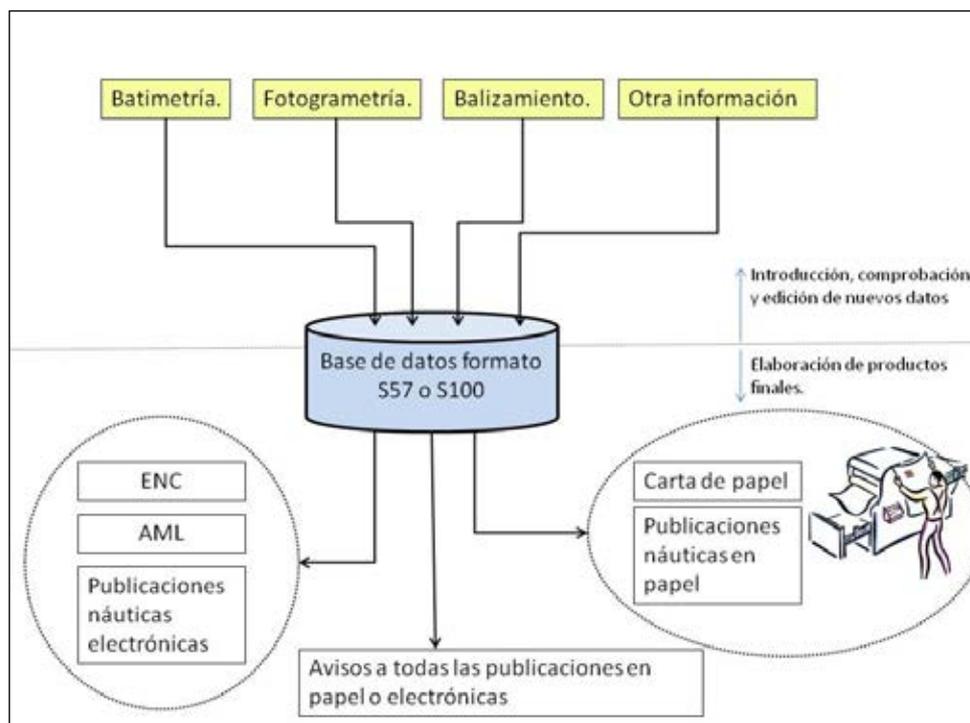


Ilustración 108: Producción cartográfica basada en GIS.

El nuevo modelo de producción de cartografía náutica basado en un GIS con toda la información contenida en una base de datos cliente-servidor permite tener máquinas y aplicaciones clientes para cada uno de los departamentos implicados en la adquisición, edición y actualización de los datos con control total de “sus datos” únicamente (dependiendo asimismo del nivel de acceso dado a cada usuario); así como máquinas y aplicaciones clientes para los departamentos implicados en la producción cartográfica o de publicaciones que tan solo permitan la consulta de los datos.

Así, si alguien del departamento de cartografía observase un error en alguno de los datos contenidos en la base de datos lo comunicará a la persona responsable del departamento adecuado que habrá de corregir el mismo.

Al mantenerse en la propia base de datos la información de las publicaciones en vigor (en papel y electrónicas) se facilita enormemente el proceso de generar avisos a los navegantes, ya que al ser modificado un dato por el departamento encargado, se podrá verificar automáticamente a que publicaciones afecta ese dato y generar los avisos pertinentes.

9.2. Gestión de datos vectoriales y raster.

Si bien los GIS tratan de manera preferente datos vectoriales, que son los que permiten ser gestionados desde una base de datos y efectuar sobre los mismos múltiples operaciones y consultas complejas, conservan la capacidad de tratar en mayor o menor medida datos raster debido al volumen e importancia de los mismos en forma de fotografías aéreas y de satélite y otros datos de teledetección.

9.2.1. Operaciones sobre datos vectoriales.

Aplicando reglas topológicas (relaciones entre puntos, líneas y áreas) los datos vectoriales permiten los cálculos, consultas y análisis mas complejos, como pueden ser:

- Medidas de distancias.
- Medidas de longitudes.
- Medidas de áreas y perímetros.
- Consultas de unión.
- Consultas de intersección
- Consultas de exclusión
- Consultas de negación
- Funciones de interpolación.

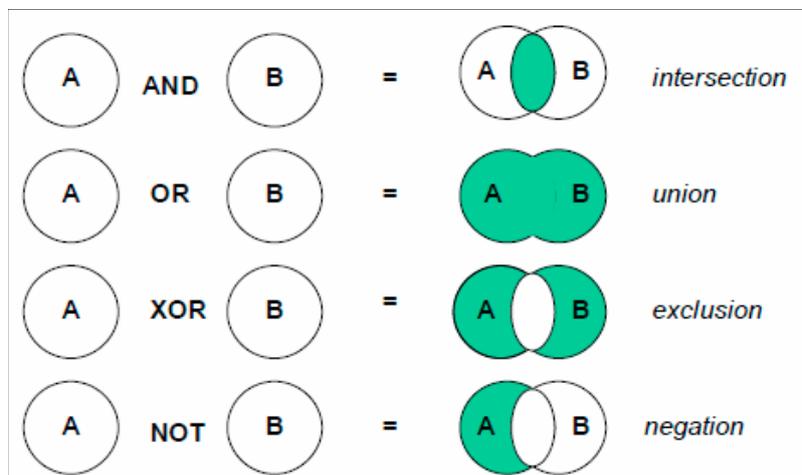


Ilustración 109: Funciones booleanas sobre datos vectoriales.

9.2.2. Operaciones sobre datos raster.

Si bien el análisis matemático sobre datos raster es mucho más limitado, si que cabe destacar por su importancia las funciones de clasificación de imágenes a partir de los datos de color o intensidad, ejemplo de las mismas es la clasificación del fondo marino en zonas de distinta naturaleza del mismo a partir de imágenes de sonar.

9.3. Bases de datos con Información geográfica.

Los sistemas de información geográfica proveen de unas herramientas de software para el manejo y análisis de datos georeferenciados, como son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de información geográfica.
- Un sistema manejador de bases de datos DBMS.
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interface gráfica de usuario (GUI) que permita un uso rápido e intuitivo de las herramientas anteriores.

El DBMS (sistema de gestión de base de datos) sirve para almacenar la información y provee de herramientas de búsqueda y consulta mediante el lenguaje SQL.

9.3.1. Definiciones básicas.

Vamos a conocer unas definiciones básicas sobre bases de datos que es necesario conocer para comprender el modo en el que los GIS almacenan la información:

Tablas. Una tabla es un conjunto de información que se representa en filas y columnas. Las columnas son campos y las filas registros.

- Un campo puede ser DNI, domicilio, teléfono, ...
- Un registro pueden ser datos concretos de una persona

Consultas. Es una solicitud de información a la base de datos. El resultado puede provenir de una o varias tablas. Permiten filtros.

Relación. Vinculo entre dos o más tablas. Las relaciones permiten dividir la información en distintas tablas (por ejemplo una tabla de datos personales, otra de datos bancarios y otra de pedidos) y efectuar consultas que den como resultado datos de varias tablas.

SQL (Structured Query Language): Lenguaje de acceso a base de datos, soportado por bases de datos de distintas procedencias, por ejemplo por ORACLE y por MS SQLSERVER.

9.3.2. Enfoque cliente – servidor.

Los sistemas de gestión de bases de datos permiten trabajar en un enfoque cliente – servidor, con la base de datos instalada en un servidor y con aplicaciones clientes en otros ordenadores que pueden encontrarse prácticamente en cualquier lugar empleando una red local (LAN) o una red de área extensa como la propia Internet.

Los distintos clientes pueden estar capacitados para la introducción y modificación de datos o bien tan solo para la consulta y poder acceder a todos los datos o bien a un subconjunto de los mismos.

Aplicando este enfoque a una base de datos de un GIS para la explotación de un servicio hidrográfico, podríamos tener clientes en el departamento de balizamiento que únicamente introducen, modifican y ven los datos de balizamiento, clientes en el departamento de hidrografía que únicamente introducen, modifican y ven los datos de batimetría y finalmente clientes en el departamento de cartografía que podrían consultar datos de balizamiento y de batimetría pero sin poder modificarlos.

9.4. Organización de una base de datos de información náutica. (Formatos S57 y S100)

El mayor problema que se nos plantea a la hora de implantar un sistema GIS para la gestión de la información de un servicio hidrográfico podría ser sin duda el diseño de una base de datos apropiada para contener toda la información susceptible de ser manejada por el mismo, y que es, en suma, aquella que puede aparecer en cartas y publicaciones náuticas.

En el seno de la OHI existen los estándares S57 y S100 de transferencia digital de datos hidrográficos que permiten una “abstracción digital” de todos los datos empleados en nuestras cartas y publicaciones (especialmente en el caso del estándar S100 que permite el uso de imágenes raster, batimetría matricial y modelos digitales del terreno) mediante un modelo de objetos y atributos que puede ser fácilmente aplicado a una base de datos.

Asimismo estos estándares definen un modelo espacial y de topología que permite la introducción de los datos espaciales en la propia base de datos.

Existen en la actualidad productos de empresas del sector que ofrecen una solución integrada basada en estos formatos para la gestión de datos y producción final de los servicios hidrográficos destacando especialmente ESRI Nautical y CARIS HPD (Hydrographic Production Database)

10. Cartas electrónicas.

Cartas electrónicas o digitales son aquellas que se realizan mediante sistemas informáticos para ser definitivamente empleadas por el usuario final asimismo en un soporte informático o digital sin que medie el papel.

10.1. Distintos formatos de cartografía raster y vector.

Existen disponibles para el navegante distintos formatos de cartas raster y vectoriales, entre las realizadas por empresas comerciales existen de distintos tipos, desde las bastante malas hasta las que proporcionan un buen servicio, pero habremos de recordar siempre que tan solo las ENC son las que pueden ser empleadas sin necesidad de llevar además cartas de papel.

Cartas vectoriales:

- ENC: Cartas vectoriales oficiales (formato S57) realizadas por servicios oficiales estatales, son en su uso junto a un ECDIS (el hardware adecuado para emplearlas a bordo) las sustitutas legales de la carta de papel.
- DNC: Cartografía náutica de la NIMA (ministerio de defensa de los EEUU), formato vectorial VPF, su uso esta muy extendido en buques de guerra.
- C-Map: Formato vectorial comercial, cobertura mundial.
- Transas: Formato vectorial comercial, cobertura mundial.
- Navionics: Formato vectorial comercial, cobertura mundial.

Cartas raster:

- ARCS: (Admiralty Raster Charts Service) Servicio de cartografía raster británico, cobertura mundial.
- BSB: Formato raster norteamericano, usado por este país y otros de aquel continente, empresas privadas ofrecen cartas de otras partes del mundo en el mismo formato.
- GeoTiff: Si bien es un formato estándar en el mundo de la teledetección es empleado para crear cartas raster entre otros por el Servicio Hidrográfico Australiano.

10.2. La norma S57.

S57 es una norma de la Organización Hidrográfica Internacional, que consiste en un formato digital para el intercambio de datos hidrográficos entre servicios hidrográficos y entre estos y los usuarios finales de dichos datos, tuvo un largo y costoso desarrollo pero finalmente fue adoptada como un estándar oficial de la Organización Hidrográfica Internacional en Mayo de 1992 durante la XIV Conferencia Hidrográfica Internacional en Mónaco.

La versión actual (y última de esta norma) de esta norma es la 3.1 y sustituyo a la anterior en Noviembre de 1996, ha sido sustituida por la norma S100, si bien se mantiene exclusivamente para producción de ENC (carta electrónica).

10.2.1. S57 como formato de intercambio.

S-57 es un formato pensado para facilitar el intercambio de datos hidrográficos entre distintos servicios hidrográficos (levantamientos hidrográficos, material para imprimir cartas de papel, datos de balizamiento, cables etc...) o entre estos y los usuarios finales (cartas electrónicas).

Deberían de haber existido distintas especificaciones para distintos productos realizados usando esta norma (intercambio de cartas de papel, de batimetría etc...), pero tan solo se creó un único producto, la ENC (Electronic Nautical Chart, Carta náutica electrónica), lo cual nos da una idea de la importancia de la misma. Este hecho asimismo nos da una pista de porque se ha sustituido por el estándar S100 más enfocado al trabajo con sistemas GIS.

Este formato fue pensado para ocupar poco espacio físico en disco, siendo los datos S57 muy optimizados en este aspecto.

10.2.2. Modelando la realidad. Objetos y atributos.

La norma S57 constituye también una forma de modelado de la realidad, como lo es asimismo la norma S4 y sus anexos INT1, INT2 e INT3 para la producción de carta de papel. Este modelado consiste en describir elementos del mundo aplicando un modelo que facilite su posterior interpretación y comprensión.

La forma en que S57 modela la realidad es mediante el uso de objetos y atributos de forma similar a como se usa en programación informática.

Supongamos que queremos realizar un modelo de un objeto determinado del mundo real, como un coche, mediante el uso de objetos y atributos, así emplearíamos el objeto COCHE, esto ya nos definiría el objeto en parte separándolo por ejemplo de motocicletas, barcos, aviones.... , pero aún pueden existir millones de objetos COCHE, ¿Cómo definir perfectamente el nuestro?, pues mediante los atributos, así el atributo MARCA con el valor "SEAT", ya nos define más el objeto, ya que solo un pequeño subconjunto de los automóviles del mundo son de esta marca, continuando con los atributos, MODELO con el valor "IBIZA" sigue definiendo el objeto, ya que tan solo un subconjunto de los automóviles SEAT son del modelo IBIZA, el atributo COLOR, con el valor "ROJO" achica aun mas este subconjunto y por fin el atributo MATRÍCULA con el valor "CA-1966-YA" define de manera única en el mundo el objeto que queríamos describir.

Como hemos visto en el ejemplo anterior los atributos pueden recibir distintos valores, así habrá distintos tipos de atributos según que el valor que se les pueda dar sea un número, texto o un valor seleccionado de una lista.

Aplicando un ejemplo náutico empleando S57, la luz de un faro se codificaría empleando el objeto LIGHTS (luz) y describiéndolo mediante los atributos: LITCHR(característica de la luz) = destellos, SIGGRP(grupo de la señal)=(3), SIGPER(periodo de la señal)=5 y OBJNAM(nombre del objeto)="21450".

Existen en S-57 dos tipos de objetos, los objetos espaciales y los objetos entidad, los primeros sirven únicamente para definir la posición en el espacio y la forma geométrica de los elementos del mundo real, y los objetos entidad sirven para, mediante los atributos correspondientes, definir el resto de características de los objetos, cada objeto entidad debe "apoyarse" en uno o varios objetos espaciales y cada objeto espacial en al menos uno entidad.

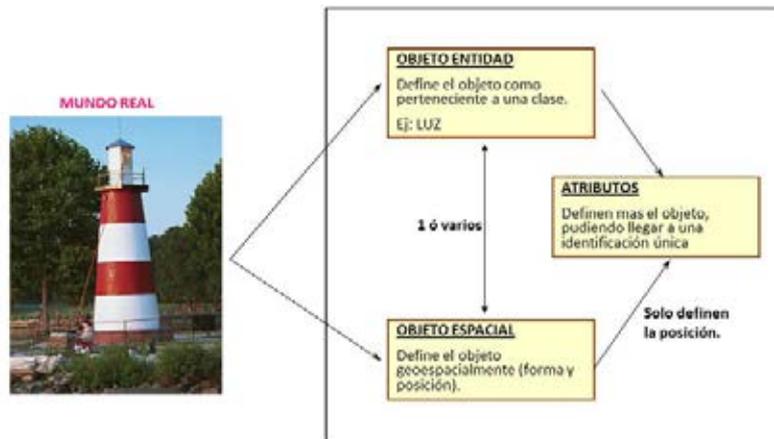


Ilustración 110: Objeto entidad, objetos espaciales y atributos.

Los atributos de los objetos espaciales pueden definir tan solo la posición del objeto (como por ejemplo con que precisión se midió), mientras que los atributos de los objetos entidad pueden definir múltiples características presentes en los objetos del mundo real.

10.2.3. Topología.

Estructura de datos bidimensional que permite codificar la geometría y las relaciones entre los distintos elementos geométricos.

De los distintos tipos de topología que se pueden definir el empleado en S57 es la llamada gráfica - plana o de cadena de nodos. Esta topología permite el relleno de colores para la representación en pantalla así como la activación de avisos y alarmas en áreas (áreas de profundidad, de peligro, restringidas etc..) y favorece asimismo la optimización del tamaño en disco de los archivos.

Con tres tipos de elementos se puede representar la geometría de cualquier elemento del mundo real:

- Nodos
- Bordes
- Caras

10.2.3.1. Nodos.

El nodo es un elemento adimensional (punto) que se define por una única coordenada espacial, latitud y longitud o x e y.

Los objetos espaciales de este tipo sirven para definir múltiples elementos del mundo real como balizas, faros, boyas, rocas aisladas etc...

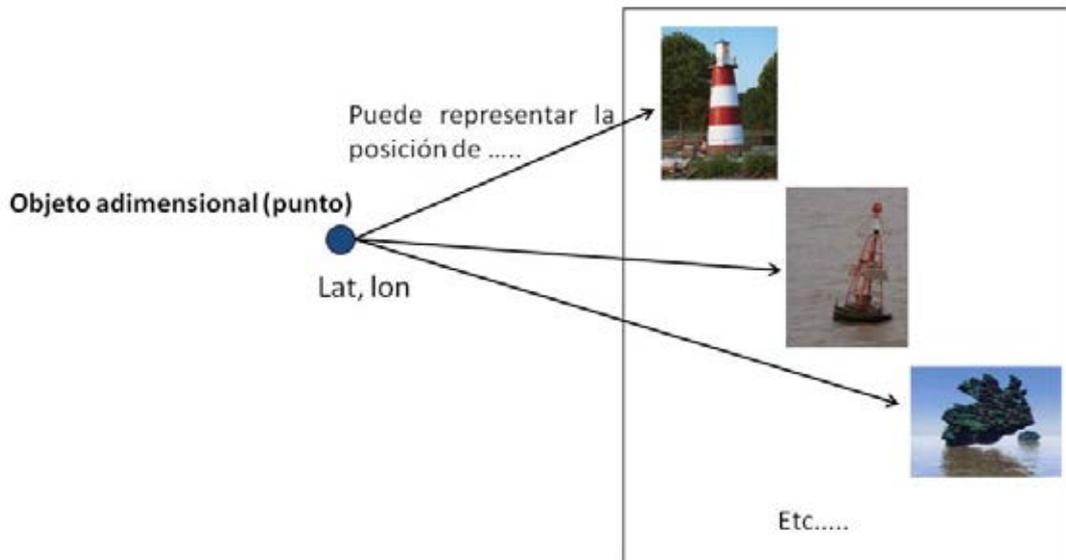


Ilustración 111: Nodo.

10.2.3.2. Bordes o cadenas de nodos.

El borde o cadena de nodos es un objeto unidimensional (línea) situado por dos o más pares de coordenadas (nodos). Los nodos de inicio y final de un borde se conocen como “nodos conectados”.

Los objetos espaciales de este tipo sirven para definir múltiples elementos del mundo real como cables, tuberías, enfilaciones, veriles etc...

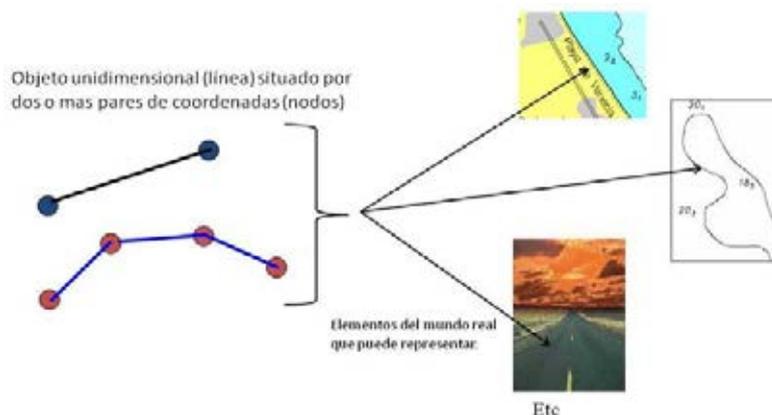


Ilustración 112: Bordes o cadena de nodos.

10.2.3.3. Caras o áreas.

Objeto bidimensional (área) limitado por uno o más bordes.

En el caso de una cara limitada por un único borde el nodo de inicio y el nodo final de dicho borde han de ser el mismo.

En el caso de una cara limitada por varios bordes el nodo final del primer borde y el nodo de inicio del segundo borde han de ser el mismo, y así sucesivamente, finalmente el nodo final del último borde y el nodo inicial del primero han de ser también el mismo.

Los objetos espaciales de este tipo sirven para definir múltiples elementos del mundo real como zonas de fondeo, áreas restringidas, poblaciones etc...

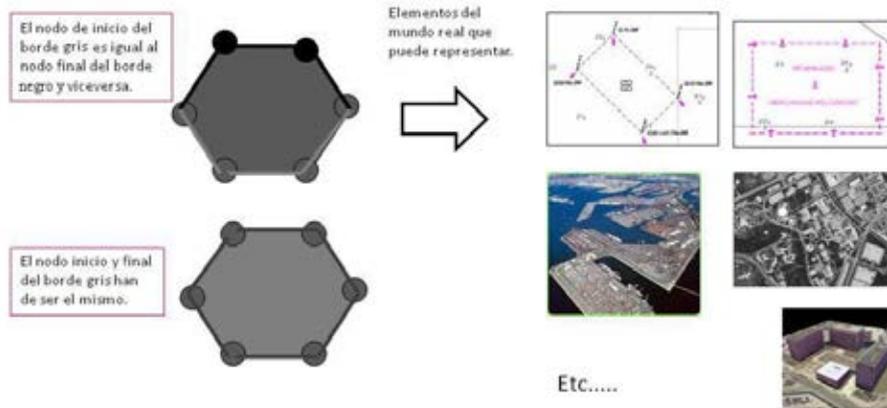


Ilustración 113: Caras

Resulta obvio a poco que lo analicemos que se presenta la necesidad de crear caras con un borde exterior y uno o más bordes interiores (podemos imaginarlos visualmente como una rosquilla o un queso de gruyere).

A la vista de una carta de papel esta necesidad se ve claramente, pensemos en los veriles, es frecuente que entre el veril de 10 y el de 20 (por poner un ejemplo) aparezcan varios bajos rodeados del veril de 10, pues bien, codificando áreas de profundidad, el área grande se representara por un objeto espacial cuyos bordes exteriores serán el veril de 10 y el de 20 y sus bordes interiores los veriles de 10 pequeños.

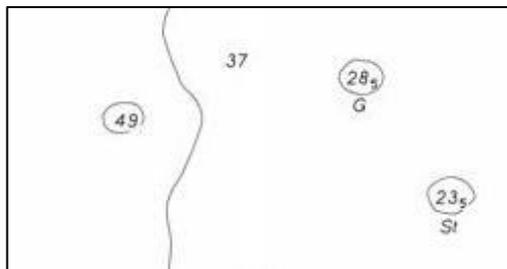


Ilustración 114: Las áreas formadas por los veriles pequeños forman agujeros en el área grande.

Se diferencian los bordes como exteriores o interiores a una cara por su "sentido de digitalización", esto es, si en un borde el orden de sus nodos es en el sentido de las agujas del reloj este es exterior, si en cambio el orden de sus nodos es el contrario a las agujas del reloj es interior, formando un hueco.

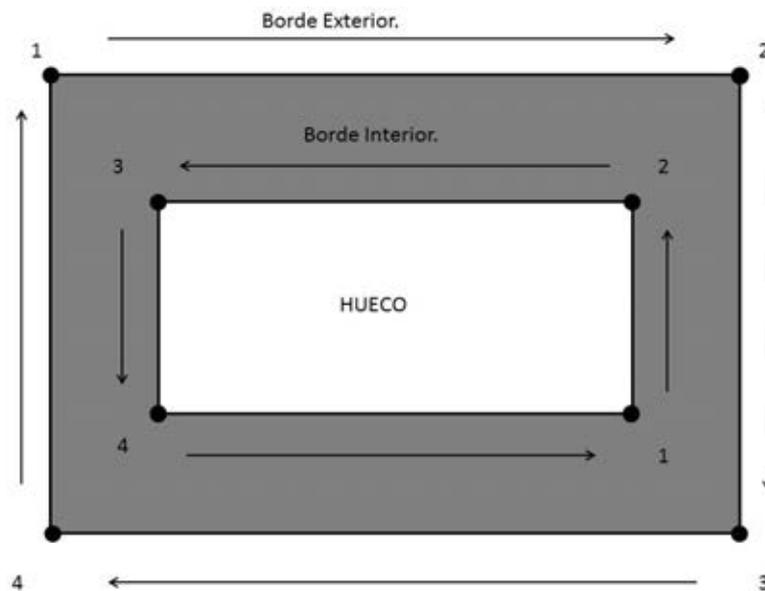


Ilustración 115: Cara con un borde interior.

10.2.3.4. Prohibición de duplicidad lineal.

En la topología de S57 está prohibida la duplicidad lineal, lo cual quiere decir que si dos bordes comparten un segmento, estos bordes se han de dividir en varios, y el segmento común ha de ser un único borde independiente.

Este es un tema especialmente delicado a la hora de crear caras, ya que estas suelen ser adyacentes a otras y por lo tanto los bordes que las delimitan podrían compartir geometría lo cual como ya hemos comentado está prohibido.

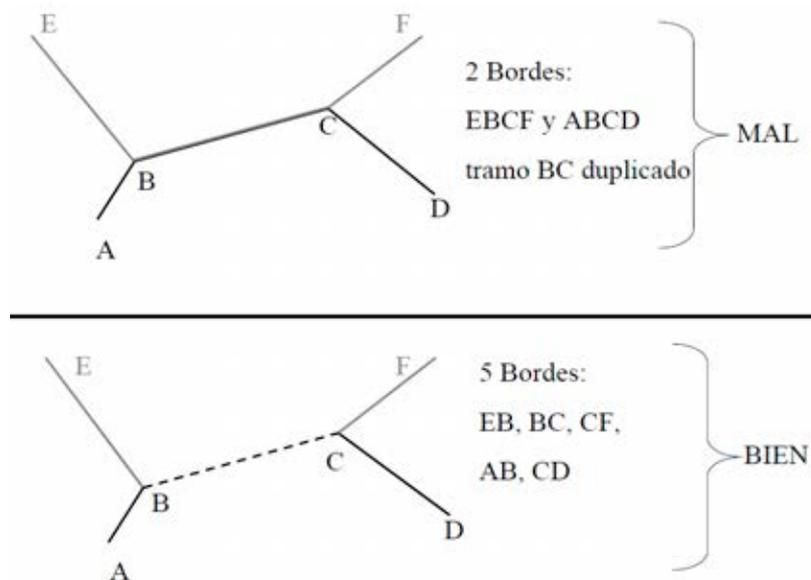


Ilustración 116: Duplicidad lineal prohibida.

10.3. ENC, producto realizado en S57.

ENC (Electronic Nautical Chart) es el formato de cartografía náutica vectorial de la Organización Hidrográfica Internacional y recibe el respaldo de la Organización Marítima

Internacional como sustituto legal de la carta de papel cuando se usa con un ECDIS, esta cartografía está realizada en formato S57 aunque se prevé que un futuro cercano pase a producirse en formato S100.

10.3.1. Definición de célula.

Cada carta ENC recibe el nombre de célula. Cada célula ha de ser rectangular, definida por dos meridianos y dos paralelos, las coordenadas en su interior se encuentran en datum WGS84 pero sin proyección (será el equipo ECDIS el que se encargue de generar la proyección) y, a efectos de ahorrar espacio en disco, en valores enteros que el ECDIS convertirá en decimales aplicando un factor de multiplicación.

Existen 6 tipos de células diferenciadas por su propósito de navegación (ver punto 3.1.3.).

Las células del mismo propósito de navegación no se pueden solapar, lo que unido a que estas han de ser rectangulares obliga, en ciertos casos, a dejar zonas de las mismas sin datos (existe un objeto apropiado para poder hacer esto) donde “encajará” la otra célula que de otro modo solaparía.

Las células físicamente se almacenan en un archivo que recibe el nombre de “data set”, para conocer cómo se nombran estos archivos y las actualizaciones a las células (también son data sets) ver punto 4.5.

10.3.2. Piel de la tierra.

Aunque en los archivos vectoriales suelen existir muchísimos “grupos” (también llamados capas o temas) en S57 aplicado a ENC solo existen dos: La piel de la tierra y “el resto”.

La piel de la tierra debe cubrir por completo la superficie con datos de una célula, los objetos que forman parte de la piel de la tierra son:

- DEPARE: Área de profundidad.
- DRGARE: Área dragada.
- FLODOC: Dique flotante.
- HULKES: Buque pontón.
- LNDARE: Área de tierra.
- PONTON: Pontón.
- UNSARE: Área no hidrografiada.

10.3.3. Relaciones entre objetos.

Las relaciones entre objetos S57 sirven para indicar que los objetos a los que representan en el mundo real están igualmente relacionados.

Existen dos tipos de relaciones en S57:

- Relaciones maestro – esclavo: Empleadas en las ayudas a la navegación para indicar la relación física entre el objeto estructura (soporte físico de los demás: boyas, balizas, edificios...) y los objetos equipamiento (luces, marcas de tope, señales de niebla..)
- Objetos colección: Relaciones entre varias ayudas a la navegación, o entre estas y peligros que balizan, enfilaciones que indican etc....

10.3.4. Meta datos.

Datos sobre los propios datos suministrados, como por ejemplo la precisión y calidad de los mismos, la fecha de obtención, etc...

Se suministran a tres niveles:

- Registro descripción del conjunto de datos (información general)
- Meta-objetos (información de una zona particular)
- Atributos de objetos (información de un objeto concreto)

Cada uno de los meta datos contenidos en estos niveles sustituye a los del nivel anterior y son asimismo más específicos que los del nivel anterior, siendo de esta forma cada nivel más general que el siguiente.

La mayor parte de información de este tipo se suministra en el "registro descripción del conjunto de datos", esto es, en la cabecera de la célula, aquí se suministran datos como el nombre de la célula, sus límites, la agencia productora etc...

El uso de Meta – objetos se debe limitar en lo posible, si bien existen tres meta-objetos obligatorios:

- M_COVR: Indica si hay cobertura de datos o no, se emplea para crear células en la que los datos no ocupen una zona rectangular.
- M_NSYS: Indica la zona de marcas de balizamiento (IALA A ó B), ver punto 6.1.1.1.
- M_QUAL: Indica la calidad de los datos batimétricos suministrados mediante el atributo CATZOC, ver punto 7.5.2.4.

10.4. AML.

Las Armadas han efectuado en los últimos años una transición de las cartas de papel a las electrónicas, pero a diferencia del navegante civil, el marino de guerra necesita otros productos geoespaciales adicionales a la carta de papel convencional.

Aunque esta información adicional no sea estrictamente necesaria para la navegación normal, puede llegar a serlo cuando la navegación se efectúa en un ambiente táctico, bien sea en operaciones reales, o bien en maniobras y ejercicios; así si disponemos de manera electrónica de la información de navegación convencional, resulta obvio la conveniencia de disponer de la misma manera de toda esta información adicional.

Para satisfacer esta necesidad, nace en el seno de la Alianza Atlántica e íntimamente ligado al WECDIS, la definición de un nuevo producto geoespacial conocido como AML (additional military layers, capas militares adicionales), que vienen a proporcionar al usuario militar toda aquella información geoespacial no directamente relacionada con la navegación requerida para la realización de las misiones específicas asignadas al buque.

Definición de la OTAN de la AML:

"La AML es una gama unificada de productos de datos geoespaciales digitales diseñados para satisfacer la totalidad de las necesidades de defensa de la OTAN distintas de la navegación marítima".

La información hidrográfica para uso militar ha sido tradicionalmente compilada en forma de cartas específicas como las cartas de submarinos, los perfiles de playa y las cartas de zonas de ejercicios. Hoy en día la información geoespacial susceptible de interesar al marino militar es muy variada, así existen distintos tipos de AML para cubrir distintas necesidades.

10.4.1.1. CLB, Contour Line Bathymetry.

Es una AML dedicada a incorporar de manera exclusiva información batimétrica, es decir veriles, sondas y áreas de profundidad. Normalmente se realizan para proporcionar al usuario militar mayor densidad de sondas y veriles que los proporcionados en ENC.

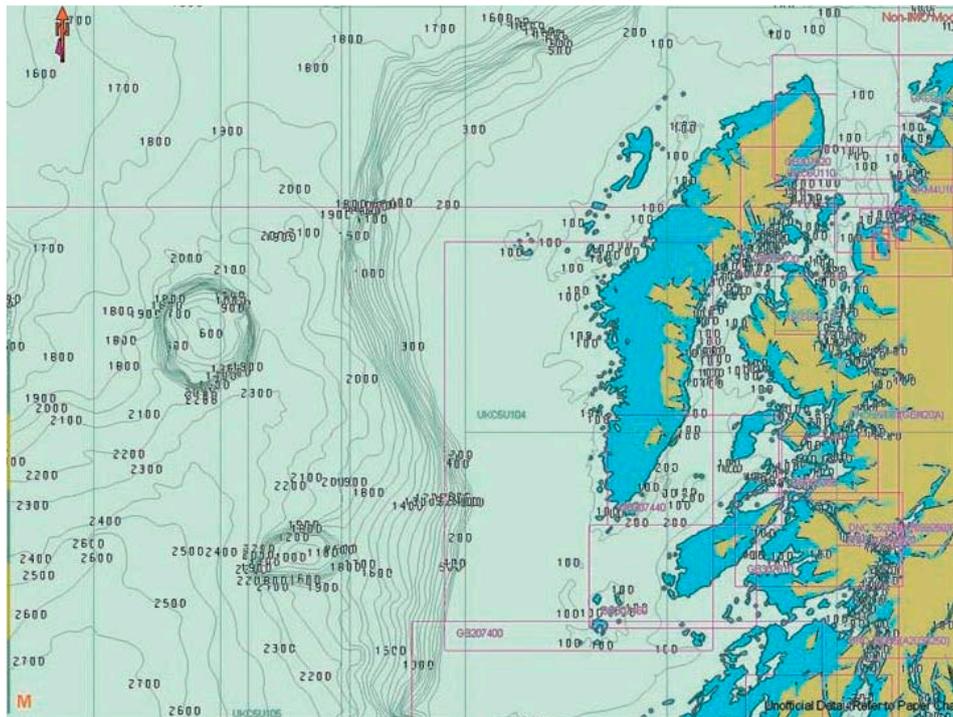


Ilustración 117: AML CLB del Oeste de Escocia.

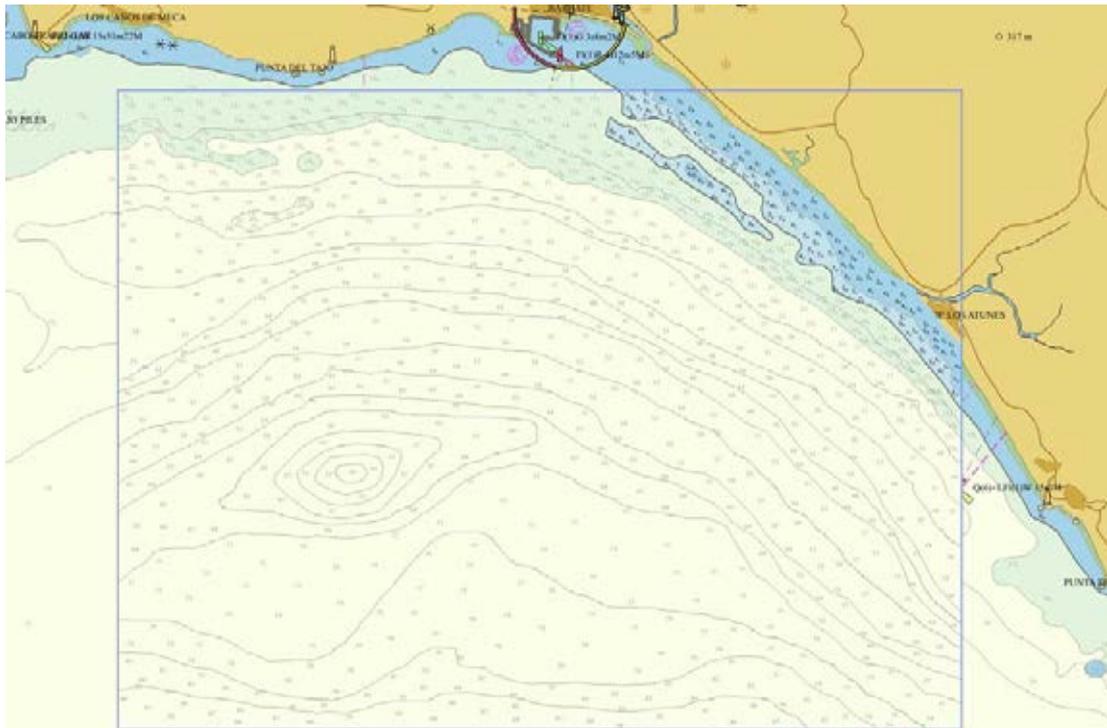


Ilustración 118: AML CLB sobre una ENC mostrando la mayor densidad de batimetría de esta.

10.4.1.2. ESB, Enviroment seabed and beach.

Datos ambientales del fondo y de las playas.

Producto diseñado para proveer información acerca del fondo, especialmente para operaciones anfibas y de desminado.

Puede incluir la siguiente información:

- Composición y espesor de múltiples capas de sedimentos incluyendo el lecho de roca.
- Propiedades físico – acústicas.
- Pendiente del fondo y perfiles.
- Áreas de MCM.
- Bancos de arena
- Marcas de arrastre
- Vegetación
- Áreas de playa como mapas a gran escala o como superponibles a otras cartas
- Información del fondo marino para apoyar ASW

10.4.1.3. Large Bottom Objects (LBO)

Datos de objetos grandes en el fondo. Estos objetos han de ser superiores a 5 metros ya sea en anchura, altura o longitud.

Estos objetos pueden ser:

- Naufragios.
- Rocas.
- Obstrucciones.
- Objetos instalados en el fondo marino.

La única geometría permitida para estos objetos es de tipo punto.

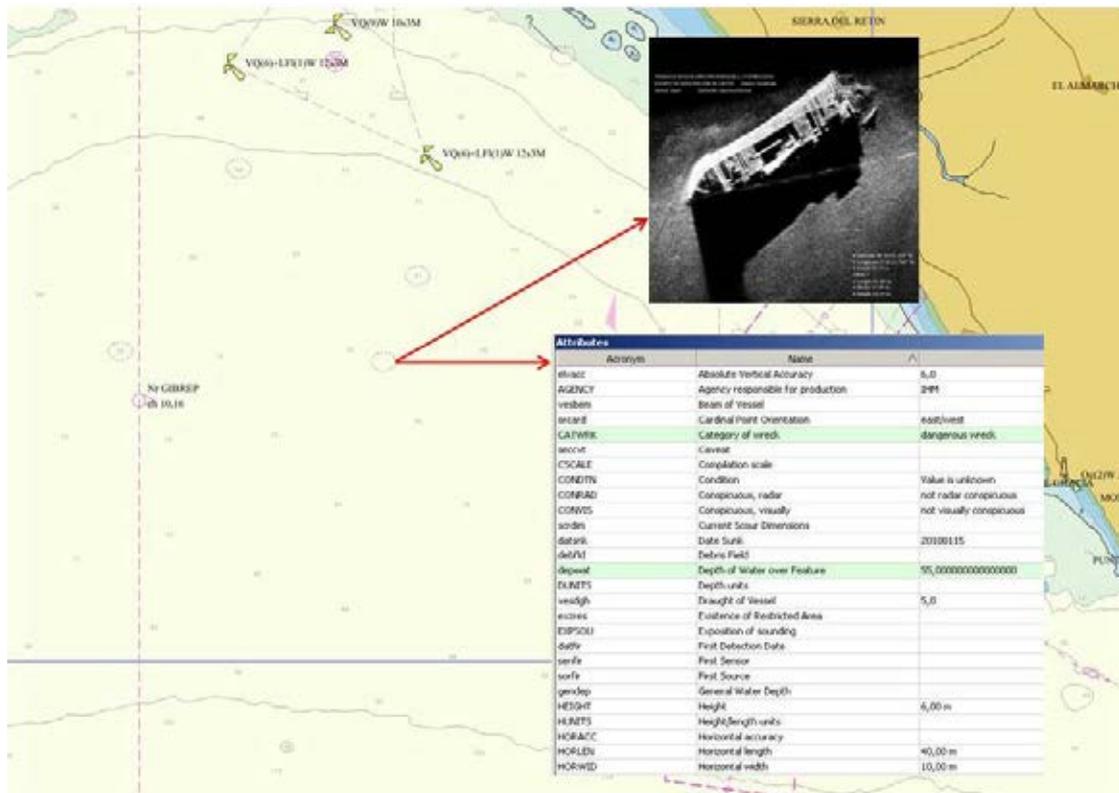


Ilustración 119: AML LBO con objeto WRECKS (naufragio)

Si bien este tipo de información se suele incluir en las cartas ENC comunes el propósito de estas AML es suministrar toda la información disponible de estos objetos para el uso de la misma durante operaciones submarinas, antisubmarinas, anfibas y de minado o desminado.

10.4.1.4. Maritime Foundation and Facilities (MFF)

MFF está diseñado para proporcionar un adecuado marco de referencia para los usuarios que necesiten datos cartográficos de fondo para sus AML pero no están en cartas electrónicas convencionales (por ejemplo, ENC, ARCS o DNC).

Es susceptible de contener información que puede aparecer en cualquier carta convencional como por ejemplo:

- Costa.
- Las fronteras nacionales.
- Puertos y Ciudades.
- Servicios portuarios.
- Luces de mayor alcance.
- Balizamiento principal.
- Información magnética.
- Información de mareas.

Asimismo podrá contener información de uso táctico:

- Elementos conspicuos al radar como plataformas marinas, boyas y balizas.
- Instalaciones de comunicaciones y su cobertura.
- Información de tuberías y cables.
- La actividad pesquera.
- Información de la producción de minerales, petróleo y gas.
- Límites de hielo.
- Información de búsqueda y rescate.
- Obstáculos del fondo marino que cubran un área significativa.

10.4.1.5. Routes, Areas and Limits (RAL)

Las AML RAL contienen entidades abstractas que pueden ser definidas por puntos, líneas y áreas.

Las RAL se utilizan para una amplia variedad de tareas operativas y de planificación.

Pueden incluir las siguientes:

- Áreas de prácticas militares.
- Zonas de patrulla área.
- Derrotas Q.
- Zonas restringidas (pecios históricos, reservas marinas, campos de minas, y las zonas de seguridad de instalaciones en alta mar)
- Zonas de tránsito submarino.
- Áreas barridas (con rastra o sonar de barrido lateral).
- Áreas del mar territorial (ZEE, zona de pesca, zona contigua, las áreas de la plataforma continental y líneas de base recta).
- Información aeronáutica seleccionada necesaria para el operador naval: aeródromos o aeropuertos, espacio aéreo (controlado, militar y regulados)...
- Waypoints, puntos de llamada e informe, ayudas a la navegación, puntos de notificación para helicópteros, lugares de encuentro y presentación de informes y puntos de información y llamada radio.

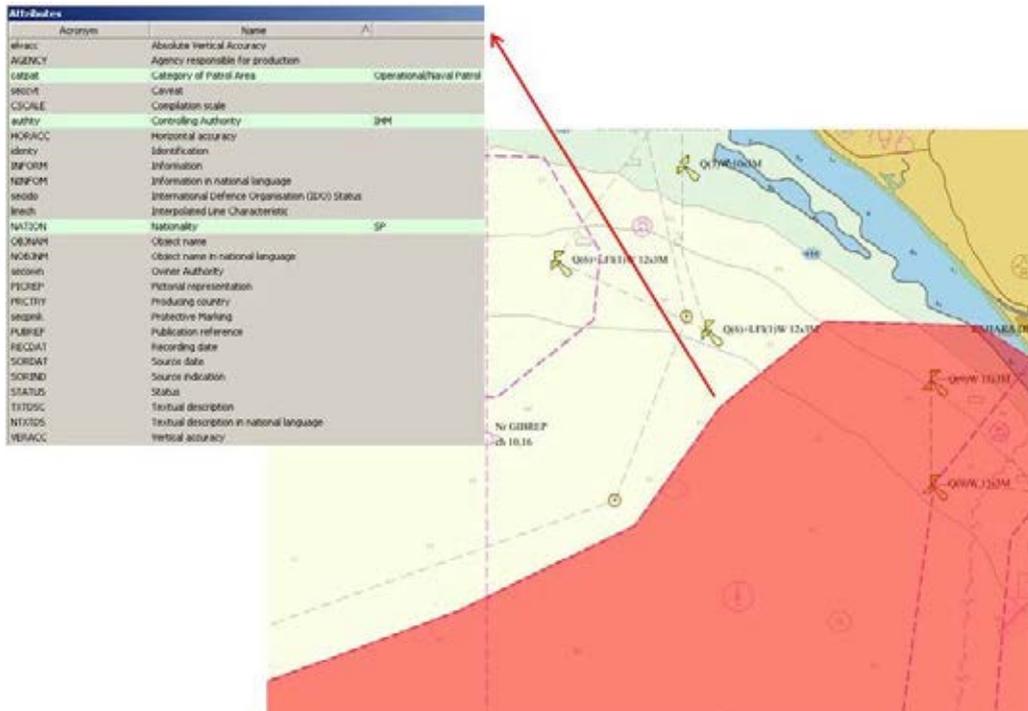


Ilustración 120: AML RAL con objeto patrare (area de patrulla)

10.4.1.6. Small Bottom Objects (SBO)

SBO incluye todos los contactos conocidos en el fondo que son menores de cinco metros, es decir, las minas y los contactos con forma de mina. Los usos orientativos incluyen las medidas contra-minas y operaciones anfibas.

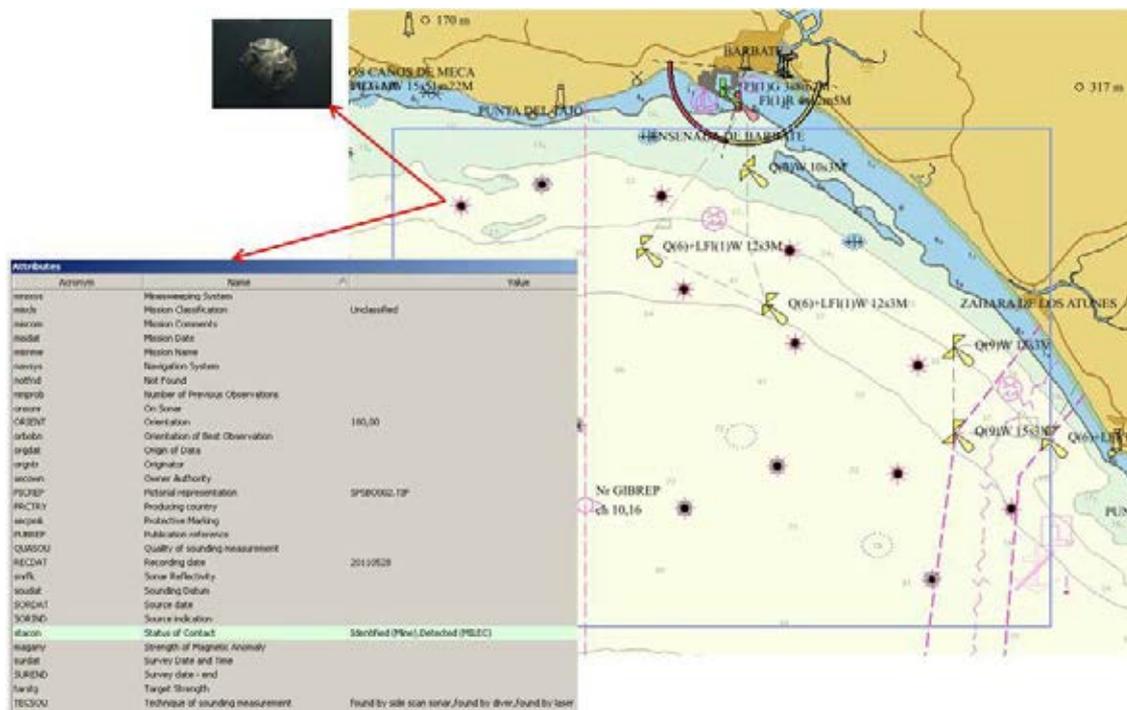


Ilustración 121: AML SBO con objeto mindev (mina)

10.4.1.7. Integrated Water Column (IWC)

El objetivo de la IWC es proporcionar datos oceanográficos para describir las condiciones que se encuentran dentro de la columna de agua

Las siguientes propiedades podrán estar incluidas:

Propiedades físicas:

- Temperatura
- Salinidad
- Velocidad del sonido
- Densidad
- Corrientes, tanto en superficie como bajo la misma.

Biología (mamíferos marinos).

10.4.1.8. Atmospheric and Meteorological Climatology (AMC)

El objetivo de AMC es proporcionar un conjunto de datos que describan las condiciones meteorológicas previsibles para ayudar en la planificación operativa.

Los siguientes tipos de información histórica se incluirán en una AMC:

- Viento.
- Velocidad.
- Dirección.
- Frecuencias.
- Temperatura del aire.
- Humedad relativa del aire.
- Punto de rocío.
- Presión.
- La cobertura de nubes.
- Visibilidad.
- Probabilidad de fenómenos meteorológicos.

10.4.1.9. Network Model Bathymetry (NMB)

Una buena representación del fondo es necesaria para las operaciones y su planeamiento, y para muchos propósitos un modelo batimétrico numérico es más útil que los veriles.

Los tipos de modelo a emplear incluyen la matriz (cuadrícula rectangular) y la red irregular de triángulos (TIN).

Los veriles se pueden generar automáticamente a partir de modelos batimétricos.

10.5. La norma S100

Durante los años que los servicios hidrográficos llevan empleando el estándar S57 mucha gente ha confundido este estándar con ENC (carta náutica electrónica) que en realidad es un producto realizado con aquel.

Esta percepción errónea hizo que se pensase que la aparición de versiones posteriores a la 3.0 de S57 afectarían gravemente a las ENC y a los ECDIS. Así, para evitar en el futuro cualquier conexión directa entre las ENC realizadas de acuerdo al estándar S57 3.1 y nuevas versiones del estándar, la OHI decidió en 2005 que la versión 4.0 de S57 que se encontraba en ese momento en desarrollo cambiase su denominación a S-100 *Universal Hydrographic Data Model*. Las especificaciones de los distintos productos a realizar empleando este estándar se denominarán S-10n, siendo n un número correlativo de los distintos productos, así ENC en formato S-100 será S-101, y las publicaciones náuticas digitales podrán ser S-102 y la batimetría matricial S-103.

S-100 es compatible con una variedad más amplia de fuentes de datos digitales, productos y clientes. Esto incluye nuevos modelos espaciales para soportar imágenes raster, datos 3-D y datos variables en el tiempo (x, y, z, y el tiempo), y nuevas aplicaciones que van más allá del alcance de la hidrografía tradicional (por ejemplo, la batimetría de alta densidad, la clasificación del fondo marino, GIS náutico, etc.)

10.6. ECDIS y WECDIS. (El Hardware / Software de ENC y AML)

Del mismo modo que las cartas de papel requieren para su uso a bordo de ciertos útiles, las cartas electrónicas requieren del uso de un equipo compuesto de software y hardware que proporciona al navegante las herramientas para realizar al menos las mismas operaciones que se llevan a cabo sobre una carta de papel, este equipo es el ECDIS.

ECDIS es el acrónimo de Electronic Charts Display & Information System, es decir sistema de visualización e información de cartas electrónicas.

El ECDIS asimismo podrá conectarse a otros equipos y presentar los datos suministrados por los mismos (posición, velocidad, sonda, blancos radar...) sobre la carta, y a raíz de estos datos generar alarmas advertencias y consejos que auxilien al navegante tanto durante el planeamiento de su derrota como mientras se efectúa la navegación.

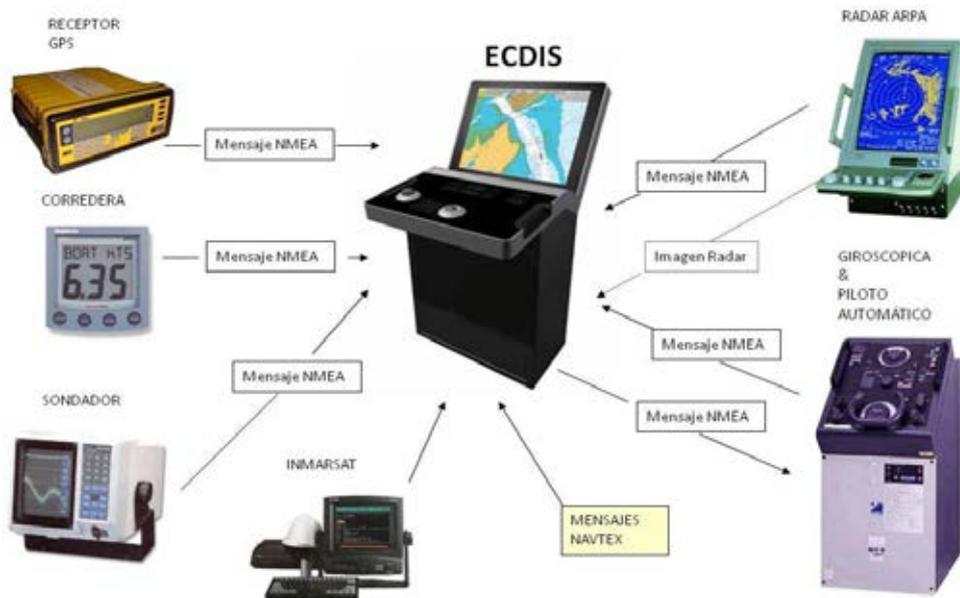


Ilustración 122: Conexión del ECDIS con otros equipos

La obligatoriedad que la regla 20 del capítulo V del convenio SOLAS establece de llevar a bordo las cartas y publicaciones náuticas, debidamente actualizadas, necesarias para la derrota a efectuar quedará debidamente cumplida con equipos ECDIS cuando se cumpla lo indicado en la resolución A817(19) de la OMI, que indica que un ECDIS contará con:

- Instalaciones que permitan sustituir sin riesgo las funciones del ECDIS a fin de garantizar que una avería de éste no dé lugar a una situación crítica;
- Un medio auxiliar que facilite la seguridad de la navegación durante el resto del viaje, en caso de avería del ECDIS.

Normalmente esto se suele entender en que cumplimos la norma si tenemos un segundo ECDIS o portamos una colección restringida de cartas de papel.

Dentro del seno de la OTAN se publicó el STANAG 4564 para, a partir de las normas de ECDIS, establecer unas propias para un Warfare ECDIS (WECDIS) que entre otras cosas se caracteriza por su capacidad de leer, representar y manejar AMLs.

10.6.1. Diferencias entre RCDS, ECS, ECDIS y WECDIS.

- **ECS:** Emplea cartas vectoriales no oficiales.
- **RCDS:** Emplea cartas raster.
- **ECDIS:** Emplea cartas vectoriales oficiales y fue sometido a un proceso oficial de certificación.
- **WECDIS:** Cumple con el STANAG 4564 de la OTAN y emplea AMLs.

Estos términos no solo definen a los equipos en sí, sino también a su modo de funcionamiento. Así, si por ejemplo empleáramos en un ECDIS cartografía raster diríamos que funciona “en modo RCDS”.

10.6.2. SENC, los datos cartográficos en el ECDIS.

Las células ENC producidas por los servicios hidrográficos llegaran al ECDIS que las “importara” a un formato propio mas fácil de interpretar y leer para el, a este formato se le denomina SENC y es distinto para cada modelo de ECDIS, los datos no han de sufrir ningún cambio ni transformación durante este proceso de importación.

Será de este SENC del cual el ECDIS lea la información y, aplicando la librería de presentación (símbolos, colores, tipos de línea etc..), la muestre en pantalla, asimismo mostrará toda la información procedente de otros equipos conectados a él.

Los archivos de actualización (extensión 001 y sucesivas) serán también leídos por el ECDIS que modificará su SENC con los cambios a la célula ENC contenidos en los mismos. El ECDIS guardar asimismo un registro histórico de las actualizaciones a todas las células, con los cambios efectuados.

10.6.3. Presentación de datos en un ECDIS.

Una de las ventajas de la cartografía vectorial consiste en que el usuario puede decidir la información que quiere ver, mostrando tan solo aquella que en determinado momento le es útil, y ocultando otra que aún de importancia en otra situación, en esta en concreto no es necesaria e incluso podría dificultar la visión de la realmente importante.

En el caso concreto de la cartografía ENC, esta capacidad de “filtrar información” en un ECDIS podría resultar “peligrosa”, ya que el usuario podría ocultar información vital para la seguridad del buque, para evitar esto se han establecido tres niveles de presentación, de los cuales, el que menos información muestra, presenta la información que la OHI ha considerado mínima imprescindible para la seguridad en la navegación.

- Presentación Base (Display base): Es el nivel mínimo de información cartográfica que puede mostrar el ECIDS en pantalla.
- Presentación estándar. (Standard display): Es el que presentará el ECDIS por defecto
- Presentación completa. (Display all or Estándar & other): Muestra toda la información de la carta.

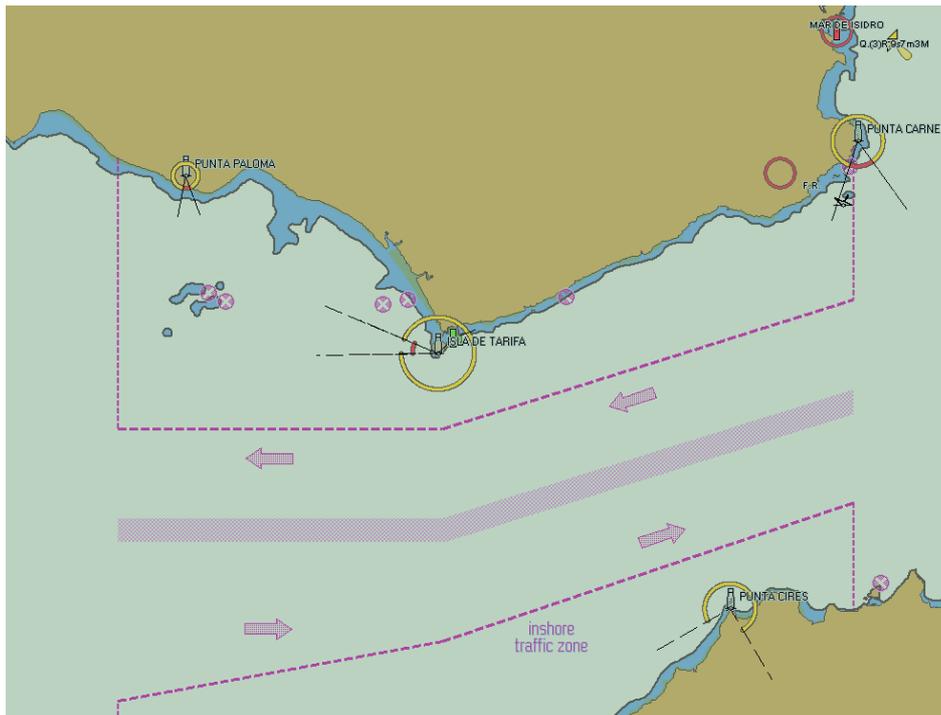


Ilustración 123: Presentación base.

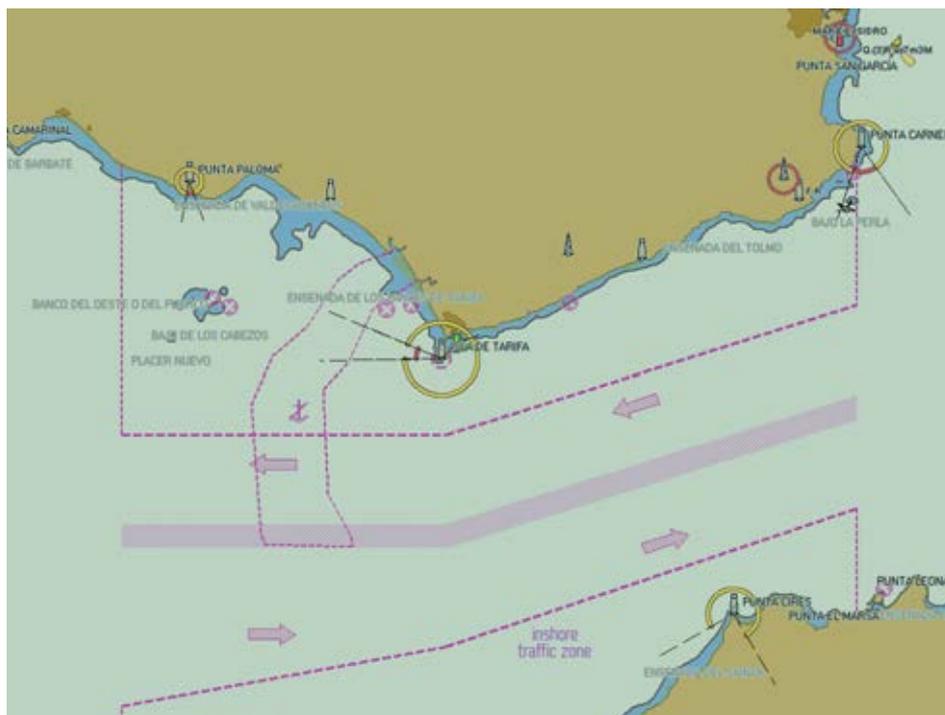


Ilustración 124: Presentación estándar.

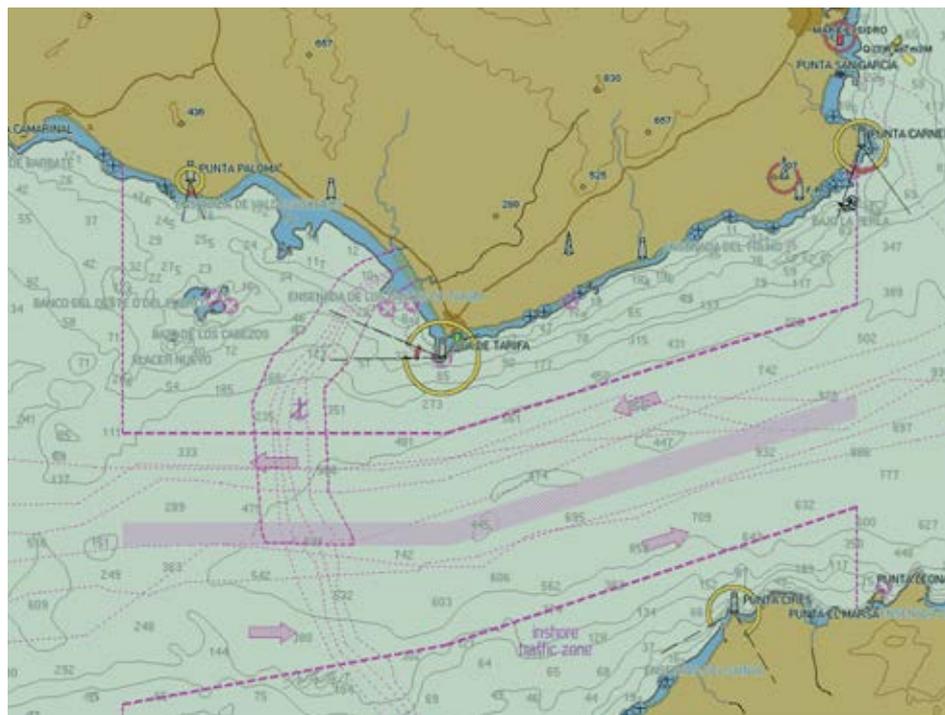


Ilustración 125: Presentación completa.

La simbología y colores a usar en los ECDIS se definen en la publicación especial N° 52 de la OHI (S52), se podrán elegir los símbolos simplificados diseñados para simplificar su representación en pantalla y facilitar su rápida identificación y otros más parecidos a los de la carta de papel.

En cuanto a los colores, los ECDIS permiten escoger diversos esquemas de colores, para adaptarlos a las condiciones de luminosidad del puente e impedir la pérdida de capacidad de visión nocturna tras un largo rato mirando el monitor del ECDIS.

Referencia cruzada entre este libro y la publicación S5 (STANDARDS OF COMPETENCE for Hydrographic Surveyors)

S5	Este libro
Option1: Nautical charting hydrography	
O1.1 Coastal Topography	5.Topografía costera.
O1.2 Siting of Aids	6.Emplazamiento de ayudas a la navegación.
O1.3 Publications	2.Publicaciones.
O1.4 Chart Re-Production	8.Producción cartográfica.
O1.5 Correction of Charts	2.1.5.Avisos a los navegantes. 4.Actualización de cartas.
O1.6 Chart Compilation	3.Compilación cartográfica.
O1.7 GIS	9.Sistemas de información geográfica (GIS), su aplicación a la cartografía náutica.
Essential 5: Hydrographic data management	
E5.3(b) Spatial data processing & analysis	9.3.Bases de datos con Información geográfica. 7.3.DTM, modelos digitales del terreno. 3.3.1.Algoritmos de generalización lineal. Douglas Peucker.
E5.3(b) Marine GIS	9.Sistemas de información geográfica (GIS), su aplicación a la cartografía náutica.
E5.4 (a) Visualisation and presentation	7.Presentación de datos y producción cartográfica. Visualización y presentación.
E5.4 (b) Marine cartography	1.3.Componentes de una carta náutica. 1.6.Base de datos GEBCO.
E5.5 (a) Chart Compilation	3.Compilación cartográfica.
E5.5 (b) Coastal Topography	5.Topografía costera.
E5.5 (c) Publications	2.Publicaciones.
E5.5 (d) Chart Production/reproduction	8.Producción cartográfica.
E5.5 (e) Correction of Charts	2.1.5.Avisos a los navegantes. 4.Actualización de cartas.
E5.5 (f) Electronic Charts	10.Cartas electrónicas.

Contenido

1. Cartografía Náutica.....	1
1.1. La carta náutica.....	1
1.1.1. Implicaciones legales de las cartas náuticas.	1
1.2. Idea general de levantamiento de una carta náutica.	2
1.3. Componentes de una carta náutica.	3
1.4. La Organización Hidrográfica Internacional. (OHI)	3
1.4.1. ¿Por qué los Estados ribereños deben ser miembros de la OHI?	4
1.4.2. Historia.	4
1.4.3. Misiones de la OHI.	5
1.4.4. Publicaciones de la OHI de aplicación a la cartografía náutica.	6
1.5. El Instituto Hidrográfico de la Marina. (IHM)	6
1.5.1. Antecedentes históricos.	6
1.5.2. Misiones.	7
1.6. Base de datos GEBCO.	9
2. Publicaciones.	11
2.1. Publicaciones del Instituto Hidrográfico de la Marina.....	11
2.1.1. Anuario de mareas.	11
2.1.1.1. Datos a aportar para el anuario de mareas.	12
2.1.2. Derroteros.	13
2.1.2.1. Datos a aportar para la elaboración del derrotero.....	13
2.1.3. Libros de faros.	14
2.1.3.1. Datos a aportar para la elaboración del libro de faros.	14
2.1.4. Libros de radioseñales.....	14
2.1.4.1. Datos a aportar para el libro de radioseñales.....	15
2.1.5. Avisos a los navegantes.....	16
2.1.5.1. Tipos de avisos.....	17
2.1.5.2. Contenido del grupo de avisos a los navegantes.....	19
2.1.5.3. Términos en avisos literales.....	19
2.1.5.4. El hidrógrafo como fuente de avisos a los navegantes.....	20
2.2. Trabajos complementarios de las campañas hidrográficas.	21
2.2.1. Derroteros	21
2.2.2. Vistas de costa.....	21
2.2.3. Libros de faros.....	22
2.2.4. Libros de radioseñales.....	22
2.2.5. Datos de puertos deportivos.....	22
3. Compilación cartográfica.	24
3.1. Abstracción cartográfica.	24
3.1.1. Escala.....	24
3.1.2. Proyecciones.	25
3.1.2.1. Clasificación de las proyecciones.....	25
3.1.2.2. Proyecciones empleadas en cartografía náutica.	27
3.1.2.3. Proyección Mercator.	28
3.1.2.4. Proyección transversa de Mercator y UTM.	29
3.1.2.5. Proyección estereográfica polar y UPS.	32
3.1.3. Propósito de uso.	33

3.2. Graficismo.	34
3.3. Generalización cartográfica de elementos lineales y áreas.	36
3.3.1. Algoritmos de generalización lineal. Douglas Peucker.	36
3.4. Selección y filtrado de elementos atendiendo a la escala y propósito de uso de la carta.	41
3.5. Representación cartográfica de datos vectoriales.	45
3.5.1. El problema: simbología vectorial y escalas.	45
3.5.2. La solución empleada en S57, atributos SCAMIN y SCAMAX.	46
4. Actualización de cartas.	48
4.1. Marco legal.	48
4.2. El grupo de avisos a los navegantes (GAN).	48
4.3. Avisos radiados.	48
4.3.1. El sistema NAVTEX.	49
4.3.2. El sistema SAFETYNET.	49
4.4. Secuencia de actualización desde la fuente hasta el navegante.	50
4.4.1. El hidrógrafo como fuente de avisos a los navegantes.	50
4.5. El sistema de actualizaciones de ENC.	51
5. Topografía costera.	53
5.1. Obtención de la línea de costa	53
5.1.1. Métodos topográficos.	53
5.1.1.1. Taquimetría.	53
5.1.1.2. G.P.S.	54
5.1.2. La fotogrametría.	55
5.2. El datum de marea y la línea de costa.	56
5.3. La línea de costa en las cartas náuticas.	57
5.3.1. Características naturales de la costa.	58
5.3.2. Línea de costa artificial, obras de defensa e instalaciones portuarias.	58
5.4. Vistas de costa.	59
5.4.1. Croquis descriptivos de ayudas a la navegación.	60
5.4.2. Fotografías aéreas oblicuas para descripción de la costa.	62
6. Emplazamiento de ayudas a la navegación.	63
6.1. Balizamiento marítimo.	63
6.1.1. IALA / AISM	63
6.1.1.1. Regiones IALA A y B.	64
6.1.2. Balizamiento lateral.	64
6.1.3. Balizamiento cardinal.	66
6.1.4. Balizamiento de aguas seguras o navegables.	67
6.1.5. Balizamiento de peligro aislado.	67
6.1.6. Balizamientos especiales.	68
6.1.7. Simbología cartográfica para representar el balizamiento.	68
6.1.8. Enfilaciones y derrotas recomendadas en canales.	69
6.2. Influencia de la marea y la corriente en las boyas.	69
6.3. Influencia del balizamiento en el levantamiento hidrográfico.	70
7. Presentación de datos y producción cartográfica. Visualización y presentación.	72

7.1. Datos raster.	72
7.2. Datos vectoriales.	73
7.3. DTM, modelos digitales del terreno.	73
7.3.1. TIN, red irregular de triángulos.	74
7.3.2. La triangulación de Delaunay y su aplicación a los modelos DTM, TIN y al cálculo de veriles.	74
7.4. Trazados de esqueleto.	75
7.4.1. Esqueletos UTM en parcelarios.	75
7.4.2. Esqueletos Mercator en parcelarios.	75
7.4.3. Esqueletos, marcos y graduaciones en las cartas según INT2.	76
7.5. Trazado de sondas	77
7.5.1. Sondas en el parcelario.	77
7.5.1.1. Selección de sondas.	78
7.5.1.2. Trazado de sondas con colores.	79
7.5.2. Sondas en la carta.	80
7.5.2.1. Truncado de las sondas.	80
7.5.2.2. Sondas procedentes de levantamientos sistemáticos.	81
7.5.2.3. Otras sondas.	81
7.5.2.4. Diagramas de levantamientos.	82
7.6. Trazado de veriles.	84
7.6.1. Trazado manual de veriles.	84
7.6.2. Generación de DTM.	85
7.6.2.1. Cálculo de veriles desde DTM.	85
7.6.3. Veriles estándar según S4.	87
7.6.4. Generalización de veriles.	87
7.7. Dibujo topográfico en cartas y parcelarios.	89
7.7.1. Restituciones fotogramétricas.	89
7.7.2. Trazado de taquimetrías.	89
7.8. Simbología empleada en cartas y parcelarios.	89
7.8.1. INT1.	89
7.8.2. INT2.	90
7.8.3. INT3.	90
7.9. Datos literales en los parcelarios.	92
7.10. Datos literales en las cartas según S4, INT1, INT2 e INT3.	93
8. Producción cartográfica.	95
8.1. Impresión de cartas y publicaciones.	95
8.1.1. Impresión Offset.	95
8.1.1.1. Colores planos.	96
8.1.1.2. Cuatricromía. (CMYK)	97
8.1.2. Impresión bajo demanda. (Print on demand.)	97
8.2. Generación de originales de las cartas.	97
8.2.1. Desde archivos CAD.	99
8.2.2. Desde archivos PostScript.	99
9. Sistemas de información geográfica (GIS), su aplicación a la cartografía náutica.	100
9.1. Definición. ¿Qué es un GIS?	100
9.2. Gestión de datos vectoriales y raster.	103
9.2.1. Operaciones sobre datos vectoriales.	103
9.2.2. Operaciones sobre datos raster.	103

9.3. Bases de datos con Información geográfica.....	104
9.3.1. Definiciones básicas.....	104
9.3.2. Enfoque cliente – servidor.....	104
9.4. Organización de una base de datos de información náutica. (Formatos S57 y S100)	105
10. Cartas electrónicas.....	106
10.1. Distintos formatos de cartografía raster y vector.....	106
10.2. La norma S57.....	106
10.2.1. S57 como formato de intercambio.....	107
10.2.2. Modelando la realidad. Objetos y atributos.....	107
10.2.3. Topología.....	108
10.2.3.1. Nodos.....	108
10.2.3.2. Bordos o cadenas de nodos.....	109
10.2.3.3. Caras o áreas.....	109
10.2.3.4. Prohibición de duplicidad lineal.....	111
10.3. ENC, producto realizado en S57.....	111
10.3.1. Definición de célula.....	112
10.3.2. Piel de la tierra.....	112
10.3.3. Relaciones entre objetos.....	112
10.3.4. Meta datos.....	113
10.4. AML.....	113
10.4.1.1. CLB, Contour Line Bathymetry.....	114
10.4.1.2. ESB, Enviroment seabed and beach.....	115
10.4.1.3. Large Bottom Objects (LBO).....	115
10.4.1.4. Maritime Foundation and Facilities (MFF).....	116
10.4.1.5. Routes, Areas and Limits (RAL).....	117
10.4.1.6. Small Bottom Objects (SBO).....	118
10.4.1.7. Integrated Water Column (IWC).....	119
10.4.1.8. Atmospheric and Meteorological Climatology (AMC).....	119
10.4.1.9. Network Model Bathymetry (NMB).....	119
10.5. La norma S100.....	120
10.6. ECDIS y WECDIS. (El Hardware / Software de ENC y AML).....	120
10.6.1. Diferencias entre RCDS, ECS, ECDIS y WECDIS.....	121
10.6.2. SENC, los datos cartográficos en el ECDIS.....	122
10.6.3. Presentación de datos en un ECDIS.....	122
Referencia cruzada entre este libro y la publicación S5 (STANDARDS OF COMPETENCE for Hydrographic Surveyors).....	125
Contenido.....	126
Listado de ilustraciones.....	130

Listado de ilustraciones.

Ilustración 1: Logotipo de la organización hidrográfica internacional.	3
Ilustración 2: Alberto I de Mónaco.	5
Ilustración 3: Escudo del Instituto Hidrográfico de la Marina.	6
Ilustración 4: Escudo de la Escuela de Hidrografía.	8
Ilustración 5: Logotipo de GEBCO.	9
Ilustración 6: Carta GEBCO.	10
Ilustración 7: Red de mareógrafos.	12
Ilustración 8: Señal de un racon (oscar) en la presentación RADAR.	15
Ilustración 9: Red española DGPS para navegación marítima.	15
Ilustración 10: Operador de una estación VTS.	16
Ilustración 11: Portada de la publicación semanal de "Avisos a los Navegantes".	17
Ilustración 12: Aviso literal. Carta 402.	17
Ilustración 13: Anexo gráfico al Aviso núm. 41/315/2010 para la carta 4041.	18
Ilustración 14: Aviso gráfico, carta 105.	20
Ilustración 15: Corrección a un derrotero.	20
Ilustración 16: Indicación de Escala en la información literal de una carta Española.	25
Ilustración 17: Escala gráfica.	25
Ilustración 18: Proyecciones según punto de proyección.	27
Ilustración 19: Gerardus Mercator.	28
Ilustración 20: Latitud media.	29
Ilustración 21: Johann Heinrich Lambert.	29
Ilustración 22: Proyección transversa de Mercator.	30
Ilustración 23: Husos y bandas UTM en el mundo.	31
Ilustración 24: Diagrama de levantamientos con Nota de cuadrícula UTM.	32
Ilustración 25: Proyección estereográfica polar.	33
Ilustración 26: Aplicación del graficismo a la compilación cartográfica.	35
Ilustración 27: Ejemplos de graficismo en elementos de área, línea y punto.	35
Ilustración 28: Selección de símbolo escalable o de tamaño fijo.	36
Ilustración 29: Puntos eje inicio y fin y el de mayor distancia.	37
Ilustración 30: Calculo del siguiente punto eje.	37
Ilustración 31: Cálculo del siguiente punto eje (2).	37
Ilustración 32: Cálculo del siguiente punto eje (3).	38
Ilustración 33: Subdivisión con solo dos puntos.	38
Ilustración 34: Eliminación de un punto dentro del umbral.	38
Ilustración 35: Un punto a mayor distancia del umbral, se subdivide.	39
Ilustración 36: Eliminación de un punto dentro del umbral (2).	39
Ilustración 37: Subdivisión con solo dos puntos (2).	39
Ilustración 38: Un punto a mayor distancia del umbral, se subdivide (2).	39
Ilustración 39: Un punto a mayor distancia del umbral, se subdivide (3).	40
Ilustración 40: Subdivisión con solo dos puntos (3).	40
Ilustración 41: Eliminación de un punto dentro del umbral (3).	40
Ilustración 42: Subdivisión con solo dos puntos (4).	40
Ilustración 43: Última subdivisión posible.	41
Ilustración 44: Resultado final.	41
Ilustración 45: Cádiz en la carta 44B Escala 1:175.000.	42

Ilustración 46: Cádiz en la carta 443 Escala 1:50.000	42
Ilustración 47: Cádiz en la carta 443a Escala 1:25.000.....	43
Ilustración 48: Cádiz en la carta 4430 Escala 1:12.500	44
Ilustración 49: Carta ENC ES504430 a su escala de compilación.....	45
Ilustración 50: Carta ENC ES504430 a escala inferior a la de compilación.....	46
Ilustración 51: ES504430 a escala inferior a la de compilación. empleando SCAMIN.	46
Ilustración 52: Receptor NAVTEX.....	49
Ilustración 53: Suministro de datos ENC y actualizaciones a través del RENC.....	52
Ilustración 54: Taquimetría para delimitar línea de costa.	54
Ilustración 55: Estación base RTK.....	54
Ilustración 56: RTK remoto.	55
Ilustración 57: Niveles de marea y datos representados en la carta.	56
Ilustración 58: Zona intermareal con sondas negativas.	56
Ilustración 59: Tarjeta de una carta que nos aclara el datum de mareas y el de altitudes.	57
Ilustración 60: Línea de costa hidrografiada.	57
Ilustración 61: Línea de costa imperfectamente hidrografiada.	57
Ilustración 62: Vista de costa de un derrotero español efectuada a partir de una fotografía. ...	60
Ilustración 63: Vista de costa en un derrotero británico.....	60
Ilustración 64: Croquis descriptivo de un faro en un derrotero.....	61
Ilustración 65: Fotografía general de una baliza en un derrotero británico.	61
Ilustración 66: Fotografía de detalle de la baliza anterior.....	61
Ilustración 67: Fotografía aérea oblicua.....	62
Ilustración 68: Regiones de balizamiento A y B.....	64
Ilustración 69: Símbolo de dirección de balizamiento cuando no resulte obvio.....	64
Ilustración 70: Balizamiento en tierra y mar.....	68
Ilustración 71: Enfilaciones, derrotas recomendadas basadas en marcas en tierra.	69
Ilustración 72: Elipse de corrientes de marea.....	70
Ilustración 73: Ejemplo de balizamiento, Cádiz.	71
Ilustración 74: Ejemplo de balizamiento. Mahón.	71
Ilustración 75: Datos Raster.	72
Ilustración 76: Datos vectoriales.....	73
Ilustración 77: Visualización de archivo DTM (TIN) en Hypack.	73
Ilustración 78: Triangulación de Delaunay a partir de una nube de puntos.....	74
Ilustración 79: Cálculo de un veril empleando Delaunay.	74
Ilustración 80: Ejemplo de estilos en INT2.....	76
Ilustración 81: Explicación gráfica del cuadro de graduaciones de la INT2	77
Ilustración 82: Proceso de selección de sondas.....	79
Ilustración 83: Detalle de un parcelario trazado con sondas en colores.....	79
Ilustración 84: Sonda de 44 entre los veriles de 50 y 100.....	80
Ilustración 85: Situación de las sondas.	81
Ilustración 86: Ejemplos de sondas fuera de posición.	81
Ilustración 87: Sonda "sin fondo" de un escandallo de 330 metros.	82
Ilustración 88: Ejemplo de diagrama de levantamientos británico.	83
Ilustración 89: Ejemplo de diagrama de levantamientos español.	83
Ilustración 90: Ejemplo de diagrama de levantamientos ZOC australiano.....	84
Ilustración 91: Proceso de creación de veriles en CARIS GIS.	86
Ilustración 92: Creación de veriles en CARIS GIS, con suavizado y selección de los mismos.....	86
Ilustración 93: Creación de veriles en Hypack, con selección de los mismos y suavizado.	87
Ilustración 94: Generalización de veriles en función de la escala.....	88
Ilustración 95: Generalización de veriles cercanos.	88

Ilustración 96: Reverso de la INT3, detalle del portulano de Micklefirth.	91
Ilustración 97: Datos literales en el trazado definitivo de un parcelario.	92
Ilustración 98: Datos literales en el trazado de una exploración.	92
Ilustración 99: Datos literales en el margen.	93
Ilustración 100: Dimensiones de los marcos interiores.	94
Ilustración 101: Ejemplo de datos literales en la tarjeta de una carta española.	94
Ilustración 102: Funcionamiento esquemático de imprenta offset.	96
Ilustración 103: Separación de colores CMYK e imagen compuesta.	97
Ilustración 104: Filmadora de fotolitos Agfa.	98
Ilustración 105: Agfa VPP, sistema de impresión CTP directamente a la plancha.	98
Ilustración 106: Producción cartográfica actual.	100
Ilustración 107: Sistema de avisos en la producción cartográfica actual.	101
Ilustración 108: Producción cartográfica basada en GIS.	102
Ilustración 109: Funciones booleanas sobre datos vectoriales.	103
Ilustración 110: Objeto entidad, objetos espaciales y atributos.	108
Ilustración 111: Nodo.	109
Ilustración 112: Bordes o cadena de nodos.	109
Ilustración 113: Caras.	110
Ilustración 114: Las áreas formadas por los veriles pequeños forman agujeros en el área grande.	110
Ilustración 115: Cara con un borde interior.	111
Ilustración 116: Duplicidad lineal prohibida.	111
Ilustración 117: AML CLB del Oeste de Escocia.	114
Ilustración 118: AML CLB sobre una ENC mostrando la mayor densidad de batimetría de esta.	115
Ilustración 119: AML LBO con objeto WRECKS (naufragio)	116
Ilustración 120: AML RAL con objeto patare (area de patrulla)	118
Ilustración 121: AML SBO con objeto mindev (mina)	118
Ilustración 122: Conexión del ECDIS con otros equipos	121
Ilustración 123: Presentación base.	123
Ilustración 124: Presentación estándar.	123
Ilustración 125: Presentación completa.	124