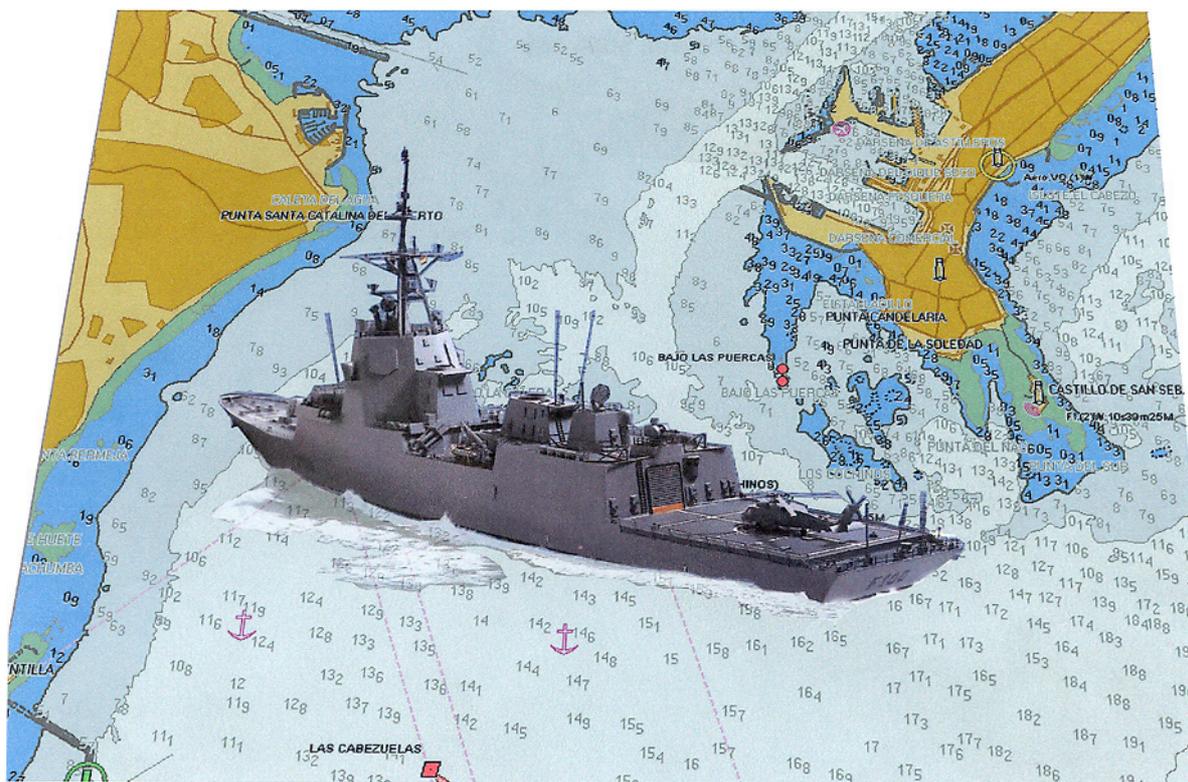


Instituto Hidrográfico de la Marina.
Escuela de Hidrografía



LA CARTA ELECTRÓNICA



Constantino Cid Álvarez
Sgto. 1.º Hidrógrafo

Cádiz. Marzo 2005



A los hidrógrafos que nos precedieron cuya abnegada y nunca suficientemente bien valorada labor a bordo de los antiguos buques planeros mantuvo viva a lo largo de los años la fuente de la que bebe nuestra cartografía.





1. PRESENTACION DE LA ASIGNATURA.

En un mundo cada vez mas pequeño y “globalizado” el Instituto Hidrográfico de la Marina y su Escuela de Hidrografía, no pueden permitir que los alumnos de esta acaben su formación como hidrógrafos de las distintas armadas sin que en su formación se incluya, aunque sea sin entrar en grandes profundidades, las novedades que de unos años a esta parte han evolucionado, cuando no revolucionado, la cartografía náutica mundial.

Aún cuando la principal misión de la escuela sea formar hidrógrafos que sean capaces de efectuar levantamientos hidrográficos y analizar y procesar la información de los mismos, un mínimo de formación en cartografía es necesario, aún mas cuando esta moderna cartografía de la que hablamos se ha convertido en una revolución en la seguridad de la navegación.

Como en todas las revoluciones, la gente se vuelve para buscar a alguien que en el desconcierto de los cambios sirva de guía, pues bien, en las armadas ante la introducción de la moderna cartografía electrónica y los equipos y métodos asociados esta figura a la que volverse y mirar puede muy bien ser la del hidrógrafo, y todos esperaran de este un cierto grado de formación en este tema.

Asimismo conviene no perder nunca de vista el objetivo final de nuestro trabajo, siempre la información obtenida va a ser finalmente utilizada para ser plasmada en un documento cartográfico (carta náutica) hasta ahora en soporte de papel y ahora, y aún mas en el futuro, en formato electrónico. Este cambio de formato tendrá distintas implicaciones en nuestro trabajo en el futuro y es nuestro deber estar preparados para las nuevas exigencias que deberemos de afrontar para estar donde siempre hemos estado, en el lugar que nos corresponde: cuidando de la seguridad de los navegantes.

Deseo terminar este preámbulo rogando al sufrido alumno que se enfrenta a esta asignatura que la afronte con ilusión y paciencia, y comunicarle desde ya que cuenta para lo que necesite con su profesor y con el personal de la sección de cartografía.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Antecedentes históricos.

Muchos Servicios Hidrográficos, incluido el Instituto Hidrográfico de la Marina, comenzaron a capturar datos de forma digital en la década de los 60. Así mismo se empezaron a usar sistemas informáticos en el proceso de creación de la carta de papel en los 70. Con los avances habidos en los 80 en los sistemas de tratamiento gráfico, así como con la popularización del uso de ordenadores, algunos Servicios Hidrográficos consideraron la posibilidad de producir cartas en formato “electrónico” que fuesen empleadas a bordo de los buques mediante ordenadores dotados de programas específicos.

De forma prácticamente paralela en varias zonas de aguas restringidas y navegación especialmente peligrosa se establecieron sistemas de navegación de precisión por microondas, pero los responsables de estos sistemas vieron que los mismos solamente tendrían verdadera utilidad si se pudiesen mostrar de manera continua y en “tiempo real” las posiciones suministradas sobre una carta de la zona de manera que permitiesen la rápida toma de decisiones sobre la derrota del buque.

2.2. La importancia de las cartas electrónicas.

Desde los comienzos de la navegación marítima la principal preocupación de los navegantes fue responder a una pregunta aparentemente sencilla: ¿Dónde se encuentra exactamente mi barco? Para responder a esta pregunta se debían obtener demoras a objetos fijos en tierra, objetos celestes y en épocas mas recientes radio-ayudas para trazar estas demoras sobre una carta y obtener la posición que **tenía** el barco en el momento de ser tomadas. Medir estas demoras, obtener una solución de posición para las mismas y trazarla en la carta consumía mucho tiempo, haciendo que la posición obtenida fuese la que **tenía** el barco “hace algunos minutos”, esto que en alta mar y/o en buques lentos puede no tener demasiada importancia, junto a la costa y/o en buques de alta velocidad es vital.

Las cartas electrónicas permiten que las situaciones se muestren en “tiempo real” sobre las mismas empleando los sistemas de navegación por satélite como GPS / DGPS. Mientras que en un puente con una dotación bien adiestrada se podría esperar en situaciones críticas que se situase el barco sobre la carta cada tres minutos un sistema que trabaje con carta electrónica puede hacerlo cada segundo de manera indefinida y con una mayor precisión, esto permite dar mayor confianza en la navegación y libera a la dotación de este pesado trabajo.

Es de destacar la capacidad de estos equipos de integrar distintos datos de importancia para la navegación, procedentes de distintos sistemas (radar, giroscópica, corredera...) así como la generación automática de alarmas ante situaciones de posible riesgo para el buque antes de que estas se produzcan.

En especial la posibilidad de disponer de imagen radar sobre la carta da, si ambas líneas de costa coinciden, una confianza en la bondad de la posición obtenida como nunca antes se pudo tener.

2.3. Terminología.

Ver Anexo 1. Definiciones y acrónimos.

2.4. ECS, RCDS y ECDIS.

Los equipos físicos (hardware) y programas (software) necesarios a bordo para poder emplear cartas electrónicas reciben estos tres acrónimos, la diferencia entre los mismos es la que sigue:

- ECS: emplea cartas vectoriales no oficiales.
- RCDS: emplea cartas raster.
- ECDIS: emplea cartas vectoriales oficiales y fue sometido a un proceso oficial de certificación.

Las diferencias entre raster y vector serán ampliamente abordadas mas adelante.

Cuando un ECDIS muestra cartas vectoriales no oficiales se dice que “trabaja en modo ECS” y cuando muestra cartas raster “en modo RCDS”.

2.5. Legislación.

Prácticamente todas las actividades humanas imaginables son objeto de legislación que las permite, prohíbe o regula. Así una actividad tan importante como la navegación no podría ser menos, existe un convenio llamado SOLAS (Safe Of Life At Sea) que regula una serie de cuestiones relativas a la seguridad de los buques.

En el capítulo V del SOLAS se establece la obligatoriedad de portar cartas náuticas oficiales debidamente actualizadas para la derrota que el buque tenga prevista. Así mismo se establece que los barcos dotados de ECDIS certificados (mas adelante hablaremos de la certificación de los ECDIS) con las cartas electrónicas (ENC) en formato S-57 (el formato oficial de la OHI) no están obligados a portar cartas de papel, ya que se considera a estos sistemas como el “equivalente legal” de las mismas.

Este “reconocimiento legal” de la bondad y utilidad de estos sistemas pueden curiosamente haber jugado en su contra, ya que muchos marinos y armadores han interpretado el termino “equivalente legal” como si la combinación ECDIS-ENC fuese igual a una carta de papel cuando en realidad, como espero que el alumno tenga oportunidad de comprobar, es muy superior en cuanto a uso, prestaciones y seguridad.

Recordar siempre que para poder prescindir de la carta de papel se han de dar las siguientes condiciones:

- Que empleemos un ECDIS certificado.
- Que las cartas que usemos sean ENC (formato S-57) producidas por un servicio hidrográfico oficial.



2.6. La Armada y la carta electrónica.

La Armada Española no podía permanecer ajena a la “revolución digital” en el mundo de la navegación, y así el Instituto Hidrográfico de la Marina produce desde hace ya algunos años cartas ENC (formato S57) así como avisos para las mismas. Estas cartas son distribuidas a los usuarios civiles a través de un servicio paneuropeo que distribuye también las de otros países vecinos.

Los barcos hidrógrafos están dotados de nuevas versiones del Software “Hypack” que permite usar como “fondo” para los proyectos de líneas y levantamientos cartas ENC.

Se han adquirido equipos ECDIS certificados de marcas comerciales para algún buque auxiliar, permitiendo al mismo tiempo reducir la guardia de puente e incrementar la seguridad de la nave. En cuanto a los buques de primera línea, las nuevas fragatas F100 están dotadas de consolas de navegación para usar ENC y DNC (cartografía de la NIMA norteamericana), también el buque anfibio Galicia dispone, al estar preparado para alojar un estado mayor conjunto, de consolas para planeamiento, mando y control que pueden usar cartas ENC. Existe asimismo en alguna unidad de la flota, en proceso de prueba, una consola WECDIS (ECDIS para aplicaciones militares).

3. LA PRODUCCION CARTOGRÁFICA EN LOS SERVICIOS HIDROGRÁFICOS

El presente capítulo pretende que el alumno comprenda el proceso de trabajo en las secciones de cartografía de los servicios hidrográficos, que como ya hemos comentado en la introducción se basa desde hace ya unos años en sistemas digitales.

3.1. Introducción a los formatos de archivos empleados.

A fin de estudiar posteriormente el flujo de trabajo cartográfico, es necesario que el alumno se familiarice con los distintos archivos que se emplean para la producción de cartas de papel.

3.1.1. Archivos gráficos.

Pueden ser archivos vectoriales o bien raster (ver *capítulo 4* "DATOS VECTORIALES Y RASTER"), si bien en el proceso final de generar los originales que empleará la imprenta para la producción de la carta será necesario siempre un raster (que puede ser obtenido a partir de los archivos vectoriales).

Los archivos vectoriales suelen ser generalmente archivos de CAD (diseño asistido por ordenador) del mismo tipo de los que utilizan ingenieros y arquitectos, si bien para su empleo en cartografía los paquetes de software CAD incorporan "añadidos" para poder trabajar con distintas coordenadas y proyecciones.

3.1.2. Archivos no gráficos.

También se suelen emplear en los procesos de producción otros tipos de archivos que incluyen información no gráfica de los que destacan las bases de datos en las que se suelen almacenar información susceptible de aparecer en las cartas y otras publicaciones náuticas como luces, naufragios, cables, ayudas a la navegación etc...

3.1.3. Sistemas de información geográfica.

La unión de archivos gráficos georeferenciados (esto es, que se pueden consultar sobre el gráfico las coordenadas geográficas del mismo) a bases de datos es lo que se llama Sistemas de Información Geográfica, mas ampliamente conocidos por las siglas SIG (o GIS en ingles), este tipo de sistemas permite consultar desde un "mapa" múltiples datos acerca de los elementos mostrados en el mismo.

Los sistemas GIS son ampliamente usados hoy en día para usos comerciales como por ejemplo, localización de empresas y comercios en determinadas zonas, localización de cultivos, evolución de la deforestación etc.. .

3.2. Producción basada en datos vectoriales (IHM)

La producción del IHM se basa hoy por hoy en el uso de archivos vectoriales de CAD (MicroStation), en estos archivos se genera el esqueleto de la carta (red de meridianos y paralelos), y en este formato se recibe así mismo la información procedente de fotogrametría. La batimetría procedente de los distintos parcelarios se encuentra en otros formatos, pero es importada a un archivo de este tipo. La mezcla de toda esta información es lo que genera la denominada “minuta vectorial”.

Sobre la minuta vectorial se efectúan comprobaciones visuales tanto en pantalla como en copias en papel para comprobar que toda la información reflejada en la misma se corresponde con los documentos fuente y así mismo con otras cartas de la zona de distinta escala (coherencia de información entre distintas escalas) generando en caso de encontrarse errores un bucle de comprobación – corrección.

Una vez finalizado con éxito (0 errores) el proceso anterior se pasa a la generación de las áreas de color, que son aquellas zonas de la carta que aparecen en algún color (amarillo para la tierra, dos tonos de azul para la batimetría mas próxima a costa, magenta dispositivos de separación de tráfico y verde para las zonas intermareales). Este proceso se realiza actualmente de manera semiautomática mediante programas de procesos topológicos (información sobre topología en el punto **5.4"Topología."**) que ayudan al operador a “cerrar” las áreas de color mediante la identificación de las líneas que las bordean y la eliminación de posibles errores (líneas mal unidas, intersecciones no efectuadas etc. ..)

Para poder imprimir ya la información con un aspecto igual al de la carta de papel que llegará al navegante se realizarán los “patrones lineales”, esto es, dar su simbología apropiada a las líneas que tienen algún símbolo asociado, como pueden ser tuberías, cables, límites de áreas en la mar (fondeaderos, zonas de ejercicios..) y se añaden las rosas de declinación magnética, la tarjeta de la carta y todas las notas necesarias.

Comienza entonces un nuevo bucle de comprobación – corrección, en el que ya se pueden comprobar todos los elementos que aparecerán finalmente en la carta publicada. Cuando esta última comprobación resulta satisfactoria (0 errores) se convierte este archivo a formato Raster (ver **punto 4.1 "Datos raster, imágenes informáticas."**) a fin de generar los fotolitos necesarios para la impresión de la carta.

El archivo vectorial sin áreas de color (pero con los procesos topológicos efectuados), ni patrones lineales se guarda en un “banco de datos” de cartografía y será empleado para realizar avisos gráficos (también será actualizado con todos los avisos publicados). Este archivo guardado en el banco de datos será empleado como base para el proceso de producción de cartas ENC.

En la **Ilustración 1: Producción IHM** vemos un esquema de lo anteriormente descrito.

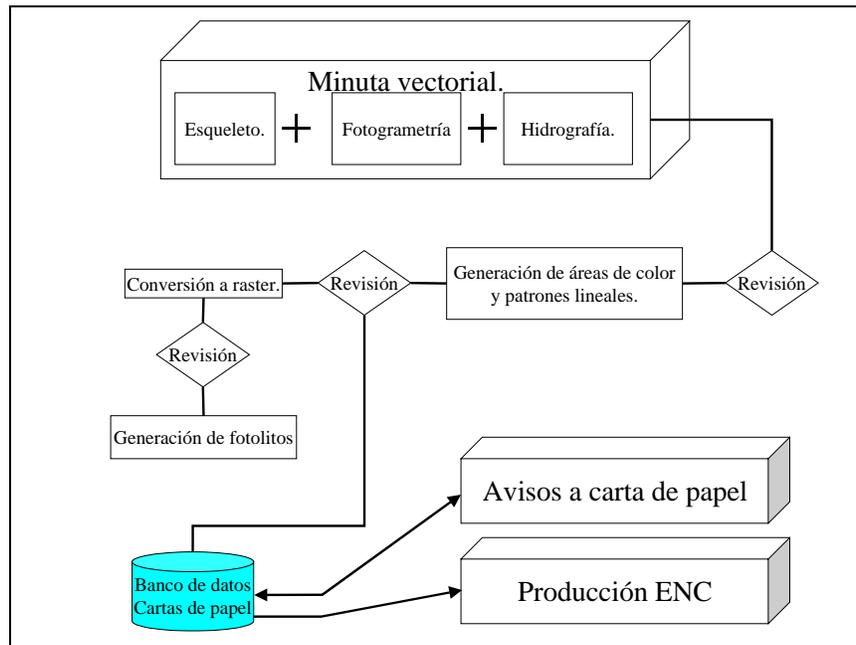


Ilustración 1: Producción IHM

3.3. Producción basada en datos raster (UKHO)

La principal diferencia del proceso con el ya visto para el IHM es que el banco de datos esta formado por archivos raster en dos formatos distintos:

- Monocromo de alta resolución, para las cartas de papel y como base para la producción de ENC.
- De color a baja resolución, para las cartas ARCS (cartas electrónicas raster).

Esto implica que para la realización de nuevas ediciones o para la producción de cartas ENC, los datos han de ser vectorizados de nuevo, haciendo este sistema mucho mas lento y trabajoso que en el proceso explicado en el punto anterior.

En la **Ilustración 2: Producción UKHO** vemos un esquema de lo anteriormente descrito.

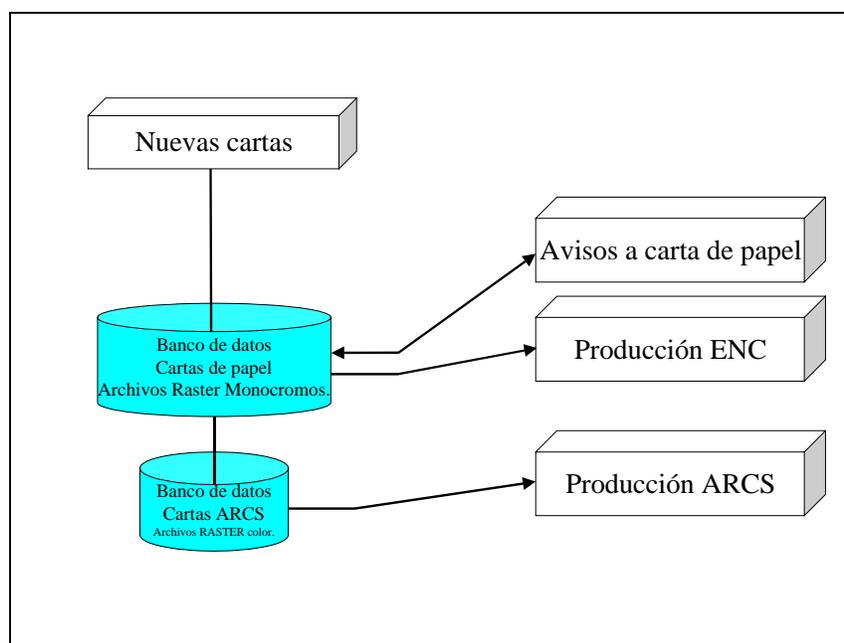


Ilustración 2: Producción UKHO

3.4. El futuro de la producción cartográfica.

La práctica totalidad de los servicios hidrográficos del mundo se hallan hoy inmersos (en distintas fases mas o menos avanzadas) en un proceso de implantación de nuevos sistemas de producción cartográfica que tienen como base fundamental una base de datos (que sustituye a los actuales bancos de datos) que contendrá todos los elementos del mundo real codificados de acuerdo a la norma S57 (la misma empleada en las cartas ENC).

La introducción de nuevos datos (procedentes de nuevos levantamientos, nuevos vuelos fotogramétricos, información de autoridades portuarias etc.) se realizará mediante programas que comprobarán de manera automática a que publicaciones (cartas de papel o ENC, libros de faros....)

afectan los nuevos datos, generando de manera mas o menos automáticas los correspondientes avisos.

La producción de nuevas cartas o de nuevas ediciones de las mismas será también de manera semiautomática haciendo una consulta a la base de datos de todos los objetos susceptibles de aparecer en la publicación a realizar y que se encuentren físicamente en los límites geográficos de la misma.

La población inicial de esta base de datos es a priori la mayor dificultad en la aplicación inmediata de estos sistemas, y a este respecto existen dos posibilidades diferenciadas, a saber:

- Población a partir de archivos vectoriales para la producción de carta de papel (banco de datos vectorial), complementada en su caso por datos existentes en bases de datos (luces, radio-ayudas etc. ...).
- Población a partir de cartas ENC, que ya se encuentran en formato S-57 y suelen tener una gran cantidad de información.

En la **Ilustración 3: Futuro de la producción cartográfica.** vemos un esquema de lo anteriormente descrito.

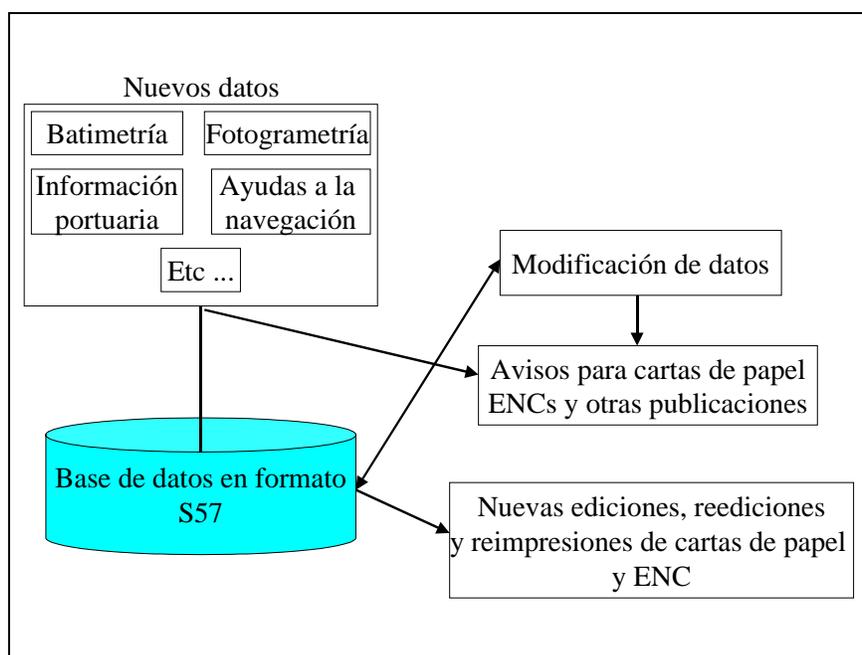


Ilustración 3: Futuro de la producción cartográfica.

3.5. Distribución de cartas electrónicas. Conceptos WEND y RENC.

Tradicionalmente cada servicio hidrográfico se encargaba de la distribución y venta de su propia cartografía, normalmente a través de distribuidores autorizados con los que se firmaban acuerdos en los que se fijaban precios, servicios prestados al usuario por estos distribuidores etc., asimismo era frecuente mediante acuerdos bilaterales entre distintas naciones, que una misma carta fuese producida por distintos servicios hidrográficos (normalmente los datos originales eran los mismos y procedían del país con responsabilidad de hidrografiar las aguas cubiertas por la carta).

Así el navegante se encontraba que para conseguir la cartografía que cubriese largas derrotas tenía que acudir a distintos distribuidores (los encargados de la distribución de los distintos países) y además podía optar por cartas idénticas publicadas por distintos servicios hidrográficos.

Con las cartas S57, cada carta es única y solo un país puede tener la responsabilidad de su producción (solo puede existir el portulano de Barcelona producido por España), lo cual dificultaría al navegante la obtención de la cartografía que necesita si cada servicio hidrográfico tuviese una distribución propia e independiente de los demás.

Así nace en el seno de la OHI el concepto WEND (Worldwide Electronic Navigational Chart Data Base) como una red común de cobertura mundial de cartas ENC. Resulta obvio la gran dificultad de establecer esta red mundial, así que se establece el RENC (Regional ENC Coordinating Centre) como nodo regional de dicha red.

En la práctica los dos RENCs establecidos hasta el momento (Primar - Stavanger en Noruega y IC-Enc en Gran Bretaña) actúan como distribuidores de los distintos servicios hidrográficos que se han adherido a los mismos (el IHM pertenece a IC-Enc) y como validadores de que los datos están correctamente codificados en formato S-57. Es decir, los RENCs validan los datos (cartas y actualizaciones) recibidos de los distintos servicios hidrográficos, asegurando al cliente que estos datos están de acuerdo al estándar S-57 y son por tanto perfectamente utilizables con cualquier ECDIS del mercado; ayudando también al cliente al permitirle la adquisición de cartas de distintos países, en un solo distribuidor.

Normalmente la adquisición de una carta ENC por parte de un cliente lleva aparejada una suscripción a los distintos avisos de la misma por un periodo de tiempo prefijado.

4. DATOS VECTORIALES Y RASTER

La cartografía náutica siempre tuvo una representación eminentemente gráfica, pictorial. Una carta náutica colgada en una pared puede ser para un neófito simplemente una bonita ilustración, pero para un marino adiestrado en su uso será sin duda una fuente inestimable de información de gran ayuda, la diferencia entre estas dos personas es simplemente que la segunda conoce el “lenguaje gráfico” empleado, mientras que la primera no, es como si oyese una canción en una lengua extraña, podrá apreciar el ritmo, pero no entender la letra.

Al pasar la información cartográfica a los sistemas informáticos se repite esta situación. Esta información puede ser tratada como un simple gráfico (información raster) o bien como una completa base de datos repleta de información que puede ser tratada informáticamente (información vectorial).

4.1. Datos raster, imágenes informáticas.

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.

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 pixels.
- De cada pixel 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 pixels, expresada en ppi (pixels por pulgada), a mayor ppi, mayor resolución y por tanto calidad.

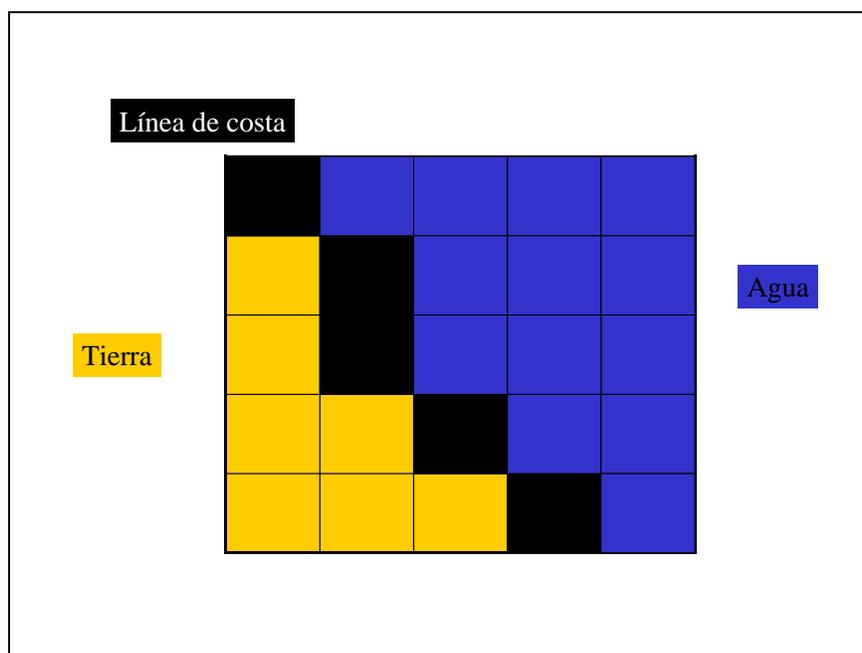


Ilustración 4: Datos raster.

Como vemos la obtención de información de este tipo de archivos es exclusivamente visual, esto es, que la interpretación de la información mostrada depende exclusivamente de lo apreciado visualmente por el usuario, no hay manera de que el software empleado pueda decirnos por ejemplo que lo mostrado es una playa, una boya o un naufragio.

4.2. Datos vectoriales, complejas bases de datos.

Los archivos vectoriales no son imágenes, son bases de datos mas 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.

En el caso de una carta electrónica vectorial, el archivo contendrá información acerca de la forma y posición de objetos del mundo real de interés para el navegante (línea de costa, veriles, ayudas a la navegación etc...) de manera que dichos objetos se puedan representar gráficamente, así como información relevante de los mismos que pueda ser asimismo de interés (tipo de una boya, forma y color....) no solo para su representación gráfica sino para informar al navegante acerca del objeto.

La información puede ser obtenida de manera visual o bien alfanumérica mediante informes acerca de los distintos objetos y puede ser empleada de distintas maneras por los programas de navegación, siendo de especial importancia la consulta de estos datos para poder generar alarmas automáticas, por ejemplo: si el software de navegación sabe que calamos 6 mts. y nos dirigimos a un veril de 5mts. (puede identificarlo al estar los datos relativos a su forma, posición, tipo de objeto y profundidad codificados en el archivo) podrá generar una alarma que nos avise del peligro.

Debido a que la representación gráfica de estos datos se realiza por un programa, los mismos podrán representarse de distintas maneras, eligiendo distintas simbologías, distintos colores (que se adapten por ejemplo a las condiciones de luminosidad del puente) y distintas proyecciones.

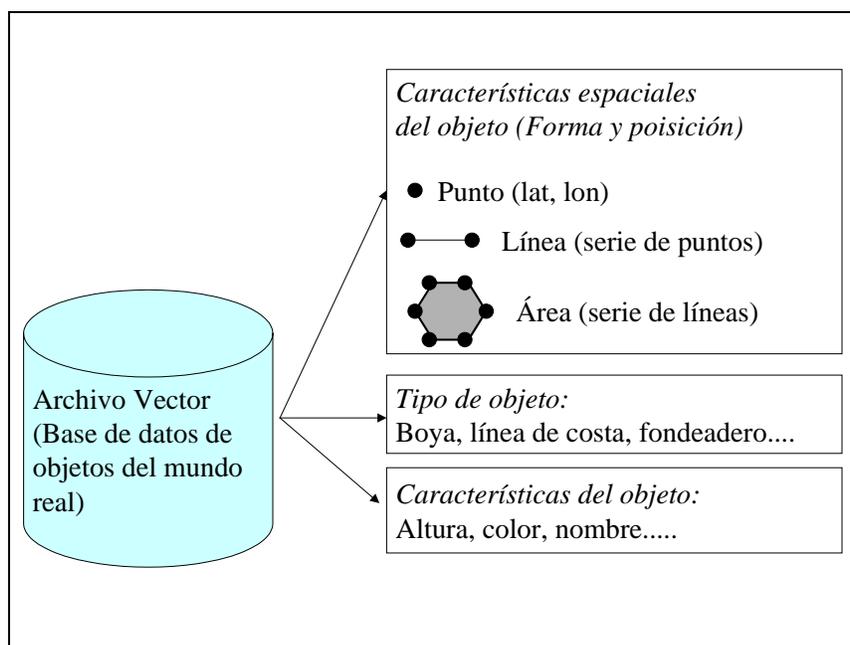


Ilustración 5: Datos vector.

4.3. Comparación entre raster y vector, ventajas e inconvenientes de cada uno.

A pesar de que en años recientes la discusión sobre la conveniencia de emplear cartas raster o bien cartas vectoriales fue de las más repetidas cuando se hablaba acerca de cartografía electrónica, hoy por hoy no hay discusión posible, simplemente las cartas vectoriales son muy superiores a las raster desde múltiples puntos de vista.

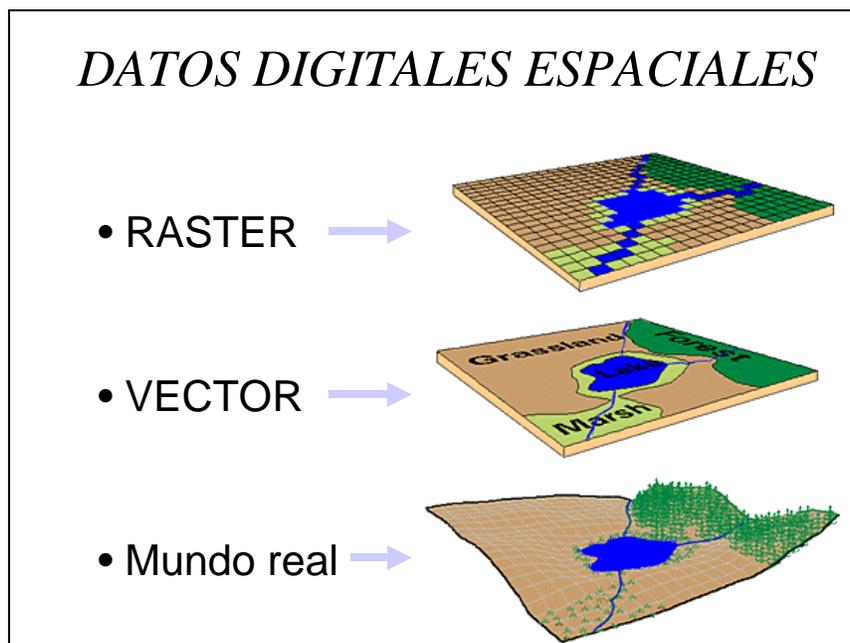


Ilustración 6: Mundo real - vector - raster.

4.3.1. Cantidad de información y su consulta.

Desde este punto de vista no hay discusión posible, las cartas raster contienen exclusivamente la misma información que las cartas de papel y esta solo podrá ser consultada e interpretada de manera visual por el usuario, en comparación las cartas vectoriales podrán contener una cantidad de información abrumadora (procedente por ejemplo de libros de faros y derroteros) y esta puede ser consultada de diversas maneras, incluso de manera automática por los programas de navegación de manera que podrán generar alarmas que avisen al usuario de situaciones potencialmente peligrosas.

4.3.2. El zoom.

La posibilidad de hacer distintos niveles de zoom en las cartas, viendo detalles de una zona determinada o la totalidad de la carta es algo sin duda muy práctico, pero que afecta muchísimo a las cartas raster.

Raster: Al hacer zoom en una pequeña zona de la carta esta pequeña zona se ha de representar ocupando toda la pantalla, lo cual hace que los pixels de la carta se tengan que representar empleando muchos pixels del monitor, provocando una apariencia "irreal" deformando símbolos y textos. Si en cambio pretendemos hacer un zoom para ver la totalidad de la carta en pantalla, esta

última tendrá menos pixels que la carta por lo que el software habrá de filtrar los pixels que mostrará haciendo a textos y símbolos ilegibles.

Vector: Al efectuarse la representación gráfica a partir de una consulta a los objetos de la “base de datos” que estas cartas son en realidad y emplear siempre símbolos y textos del mismo tamaño el zoom no afecta a estas cartas.

4.3.3. Simbología y colores.

Los “defensores” de la cartografía raster argumentan como ventaja de la misma la idéntica apariencia en cuanto a colores y símbolos con la carta de papel, con lo que el navegante ve lo que esta acostumbrado a ver.

Sin embargo las cartas vectoriales pueden representarse con distintas simbologías, algunas muy similares a las de la carta de papel, y con distintos colores, que permiten adaptar la representación gráfica de la carta a las condiciones de luz ambiental, de forma que el navegante no pierda la capacidad de visión nocturna tras un tiempo de visión de la carta.

4.3.4. Requerimientos de disco y CPU.

Los archivos raster ocupan muchísimo mas espacio en disco que los vectoriales y son por tanto mas difíciles de transmitir (han de limitarse a los soportes físicos) y exigen mas a la CPU, por lo que esta se ralentiza, especialmente al hacer cambios de zoom o trabajar con muchas cartas a la vez.

4.3.5. Producción.

La gran ventaja de la cartografía raster es su enorme facilidad de producción, prácticamente un buen escáner de gran formato y un programa de georeferenciación es suficiente para con limitados medios de personal producir un gran catalogo de estas cartas.

En cambio, producir cartografía vectorial requiere grandes inversiones en software apropiado, personal adiestrado en su uso y con conocimientos náuticos y cartográficos, y bastante tiempo, mas tiempo a mayor cantidad de información que se quiera suministrar al usuario.

4.3.6. Ventajas e inconvenientes, raster – vector (cuadro comparativo).

	RASTER	VECTOR
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Facilidad de producción. ➤ Aspecto familiar al navegante. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad de información. ➤ Consulta automática (alarmas). ➤ Varias simbologías y colores. ➤ No se ve afectada por el zoom. ➤ Menos espacio en disco.
INCONVENIENTES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Información exclusivamente visual. ➤ Comportamiento ante el zoom. ➤ Espacio ocupado en disco. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dificultad de producción.

4.3.7. Distintos formatos de cartografía náutica raster y vectorial.

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 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.

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.

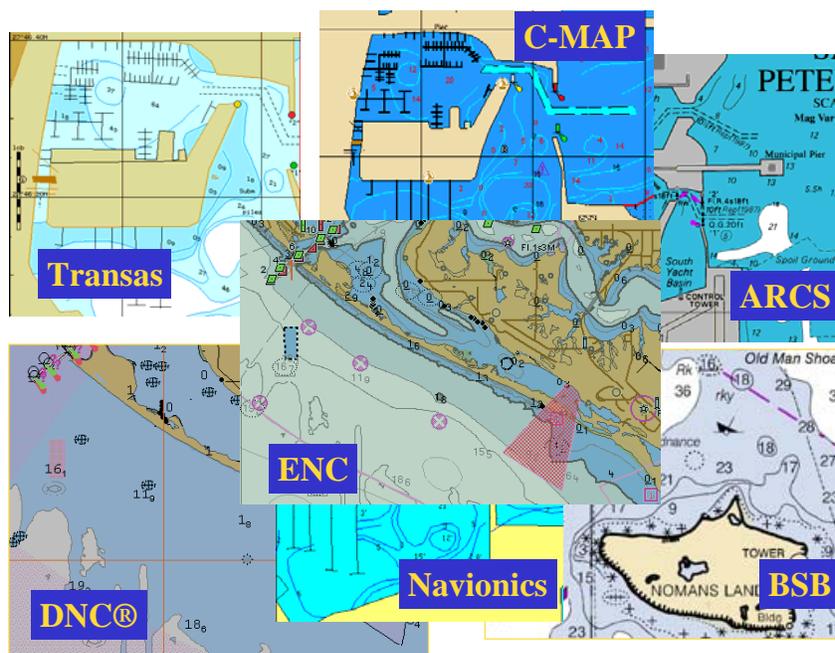


Ilustración 7: Distintos formatos cartográficos disponibles.

5. LA NORMA S57

5.1. *Introducción y antecedentes históricos.*

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 de esta norma es la 3.1 y sustituyó a la anterior en Noviembre de 1996.

5.2. *S57 como formato de intercambio.*

¿Qué quiere decir que S-57 es un formato de intercambio de datos?

Pues sencillamente, que es un formato pensado para facilitar el intercambio de datos hidrográficos entre distintos servicios hidrográficos (levantamientos hidrográficos, “repromats” de cartas de papel, datos de balizamiento, cables etc...) o entre estos y los usuarios finales (cartas electrónicas).

Deberían existir distintas especificaciones para distintos productos realizados usando esta norma (intercambio de cartas de papel, de batimetría etc...), pero por el momento los esfuerzos se han centrado en un único producto, la ENC (Electronic Nautic Chart, Carta náutica electrónica), lo cual nos da una idea de la importancia de la misma.

La concepción de la norma como “formato de intercambio” implica que el mismo fue pensado para ocupar poco espacio físico en disco, siendo los datos S-57 muy optimizados en este aspecto.

5.3. *Modelado de la realidad, objetos y atributos.*

La norma S57 constituye también una forma de modelado de la realidad, como lo son también las normas INT1 y M4 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.

5.3.1. *Objetos y atributos.*

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 más 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(período de la señal)=5, 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.

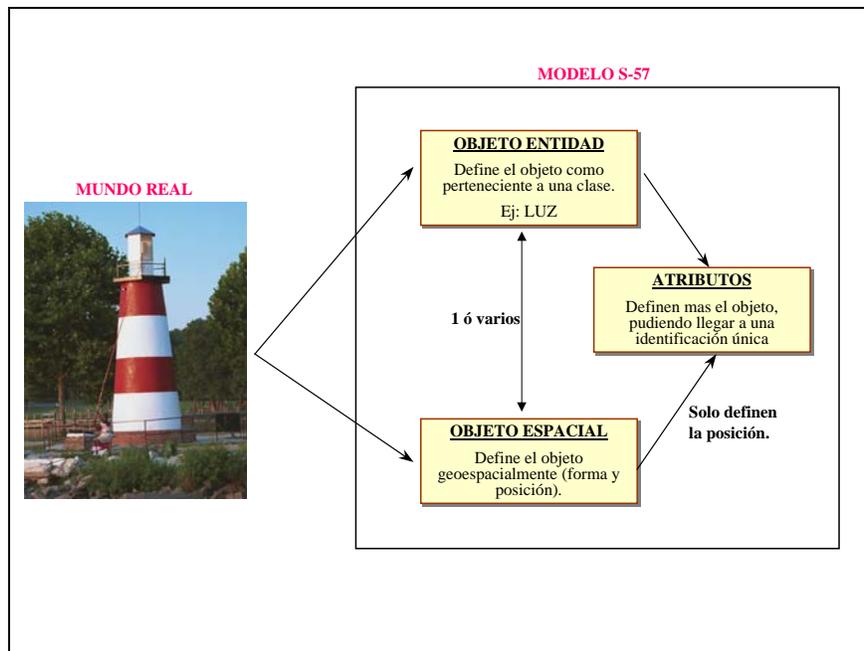


Ilustración 8: Objetos entidad y objetos espaciales.

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.

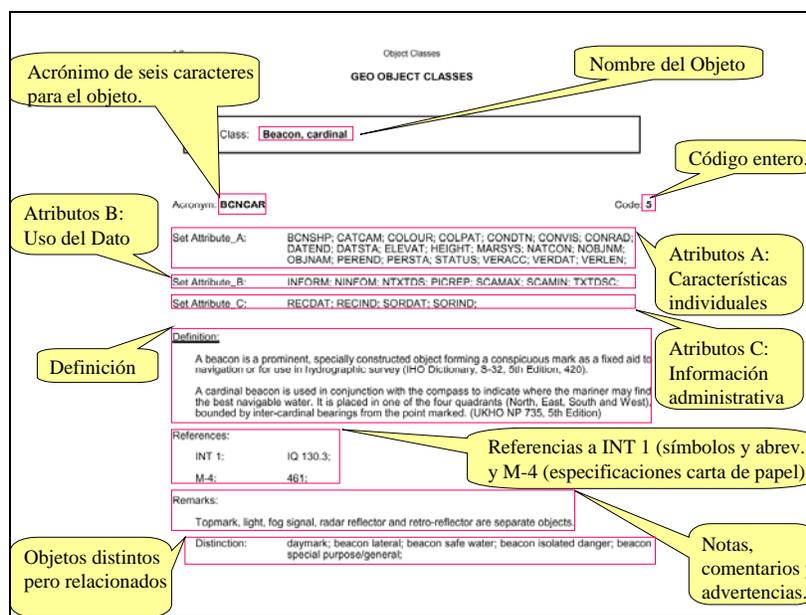
5.3.2. Catalogo de objetos.

La norma S-57 comprende un número limitado de objetos entidad (que son suficientes para describir cualquier elemento de interés náutico del mundo real) que se enumeran y describen en una parte de la norma conocida como catalogo de objetos. Los distintos objetos se dividen en cuatro tipos:

- Geo: Contiene características descriptivas de una entidad del mundo real.
- Meta: Contiene información acerca de otros objetos (ej. Escala de compilación, datum vertical).
- Colección: Contienen información acerca de relaciones entre otros objetos.
- Cartográficos: Contiene información acerca de la representación cartográfica de una entidad del mundo real. (prohibidos para ENC)

En el catalogo de objetos podemos encontrar la siguiente información:

- Nombre del objeto.
- Código S57 del objeto. (un numero entero)
- Acrónimo de seis letras del objeto. (basado en el nombre en lengua inglesa del mismo).
- Atributos del tipo A (que definen características individuales) que pueden ser usados con el objeto.
- Atributos del tipo B (uso del dato), suelen reflejar información que no se puede definir con los atributos anteriores y suelen ser textos o imágenes descriptivas.
- Atributos del tipo C (Información administrativa), suelen indicar el origen de los datos.
- Definición del objeto procedente de un diccionario náutico.
- Referencias a INT1 y M4. (simbología, abreviaturas y normas para cartas de papel)
- Objetos distintos pero relacionados con este o que pueden ser confundidos con el mismo.
- Notas, comentarios y advertencias.



The diagram shows a page from the S-57 catalog for the object class 'Beacon, cardinal'. The page is annotated with callouts explaining different sections:

- Object Classes:** GEO OBJECT CLASSES
- Class:** Beacon, cardinal
- Acronym:** BCNCAR
- Code:** 5
- Set Attribute_A:** BCNSHP; CATCAM; COLOUR; COLPAT; CONDTN; CONVIS; CONRAD; DATEND; DATSTA; ELEVAT; HEIGHT; MARSYS; NATCON; NOBJNM; OBJNAM; PEREND; PERSTA; STATUS; VERACC; VERDAT; VERLEN;
- Set Attribute_B:** INFORM; NINFOM; NTXTDS; PICREP; SCAMAX; SCAMIN; TXTDSC;
- Set Attribute_C:** RECDAT; RECIND; SORDAT; SORIND;
- Definition:** A beacon is a prominent, specially constructed object forming a conspicuous mark as a fixed aid to navigation or for use in hydrographic survey (IHO Dictionary, S-32, 5th Edition, 420). A cardinal beacon is used in conjunction with the compass to indicate where the mariner may find the best navigable water. It is placed in one of the four quadrants (North, East, South and West), bounded by inter-cardinal bearings from the point marked. (URHO NP 735, 5th Edition)
- References:** INT 1: IQ 130.3; M-4: 461;
- Remarks:** Topmark, light, fog signal, radar reflector and retro-reflector are separate objects.
- Distinction:** daymark; beacon lateral; beacon safe water; beacon isolated danger; beacon special purpose/general;

Callouts from the diagram:

- Acrónimo de seis caracteres para el objeto.** (points to BCNCAR)
- Nombre del Objeto** (points to Beacon, cardinal)
- Código entero.** (points to 5)
- Atributos B: Uso del Dato** (points to Set Attribute_A and Set Attribute_B)
- Atributos A: Características individuales** (points to Set Attribute_A)
- Atributos C: Información administrativa** (points to Set Attribute_C)
- Definición** (points to Definition)
- Referencias a INT 1 (símbolos y abrev.) y M-4 (especificaciones carta de papel)** (points to References)
- Objetos distintos pero relacionados** (points to Distinction)
- Notas, comentarios y advertencias.** (points to Remarks)

Ilustración 9: Hoja del catálogo de objetos.

5.3.3. Catalogo de atributos.

La norma S-57 comprende un número limitado de atributos (que son suficientes para describir cualquier elemento de interés náutico del mundo real de manera única) que se enumeran y describen en una parte de la norma conocida como catalogo de atributos.

Podemos dividir los atributos en seis tipos por el valor que se les puede dar a los mismos:

- Enumerated (E): Un número seleccionado de una lista predefinida.
- List (L): Uno o mas números de una lista predefinida.
- Float (F): Un valor numérico de punto flotante con un rango, resolución, unidades y formato predefinidos.
- Integer (I): Un valor numérico entero con un rango, resolución, unidades y formato predefinidos.
- Coded string (A): Cadena de caracteres ASCII en un formato predefinido.
- Free text (S): Cadena alfanumérica de formato libre. Puede ser el nombre de un fichero de texto o gráfico.

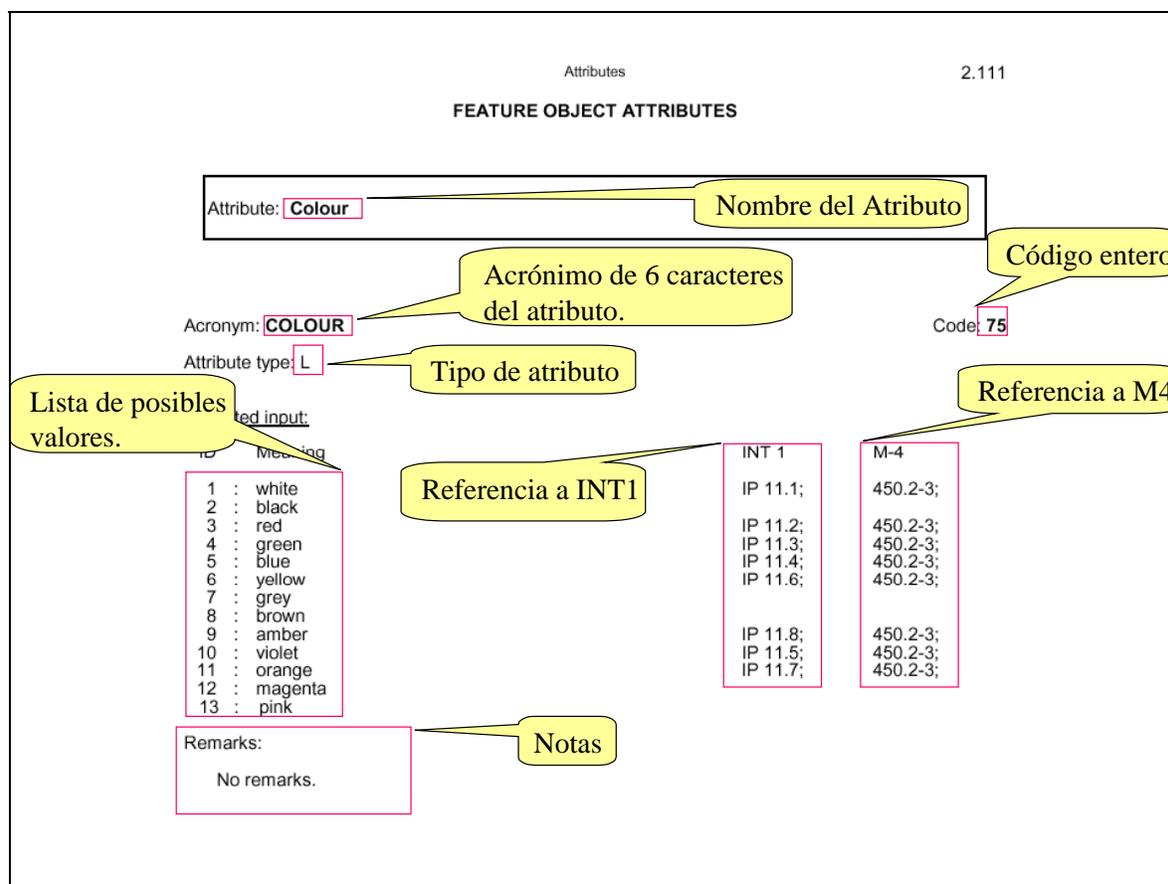


Ilustración 10: Hoja del catalogo de atributos.

5.4. 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: Objetos adimensionales (puntos) pueden definir objetos del mundo real como boyas, balizas, luces etc...
- Bordes: Objetos unidimensionales (líneas) situados por dos o mas pares de coordenadas (nodos) pueden definir objetos del mundo real como líneas de costa, enfilaciones, cables etc...
- Caras: Objetos bidimensionales (áreas) limitados por uno o mas bordes, pueden definir objetos del mundo real como áreas de fondeo, poblaciones etc...

Los objetos espaciales S57 han de ser de alguno de los tipos anteriores.

5.4.1. Nodo.

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

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

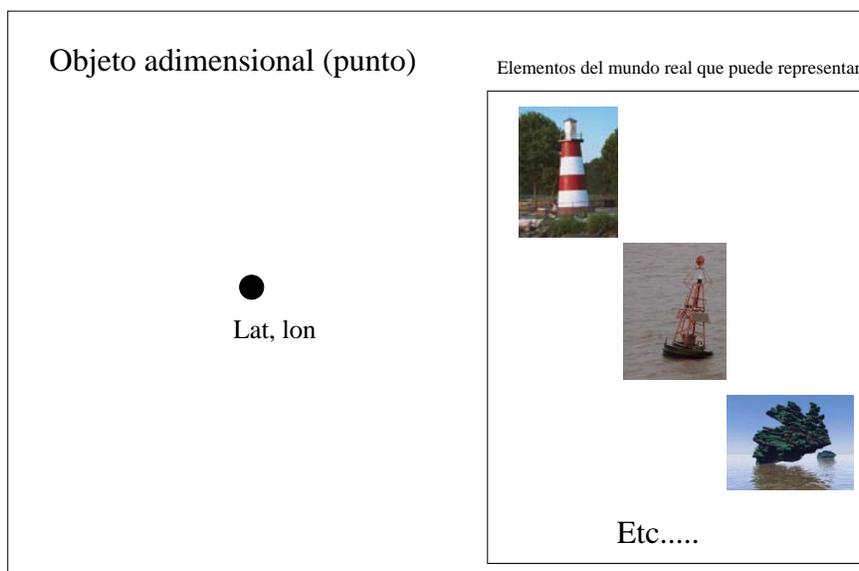


Ilustración 11: Nodos.

5.4.2. Borde.

El borde es un objeto unidimensional (línea) situado por dos o mas 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...

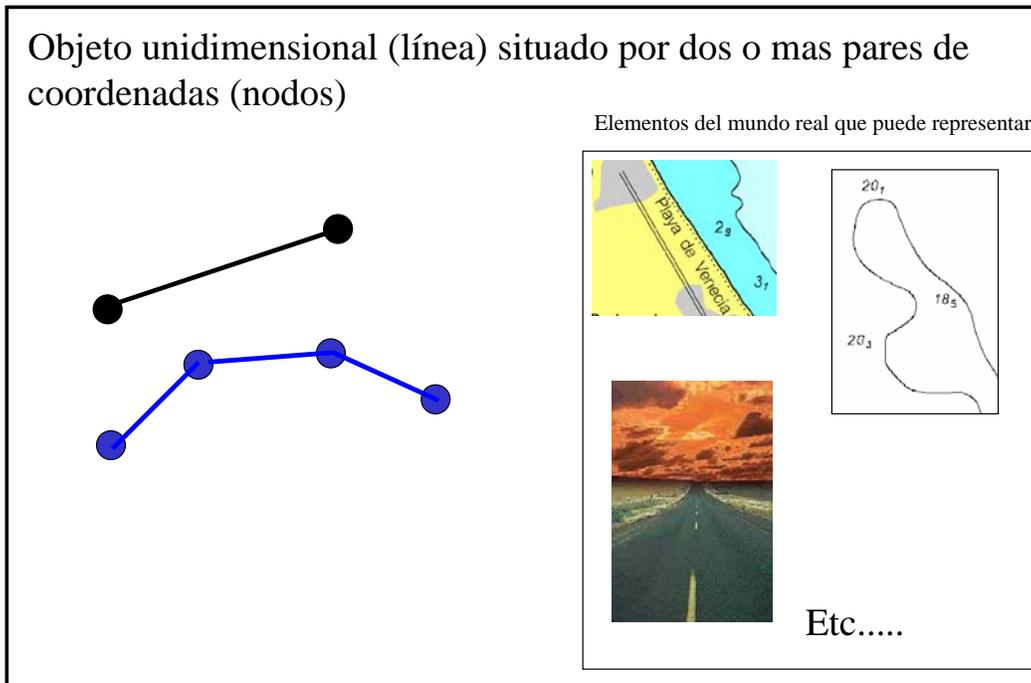


Ilustración 12: Bordes.

5.4.3. Cara.

Objeto bidimensional (área) limitado por uno o mas 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...

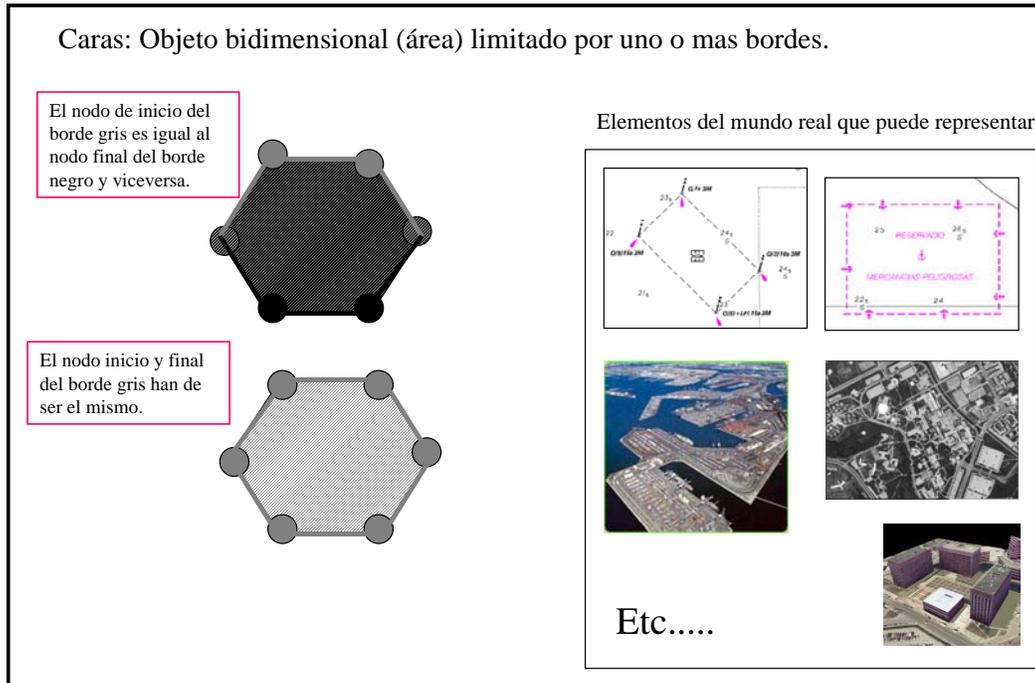


Ilustración 13: Caras.

Resulta obvio a poco que lo analicemos que se presenta la necesidad de crear caras con un borde exterior y uno o mas 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.

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.

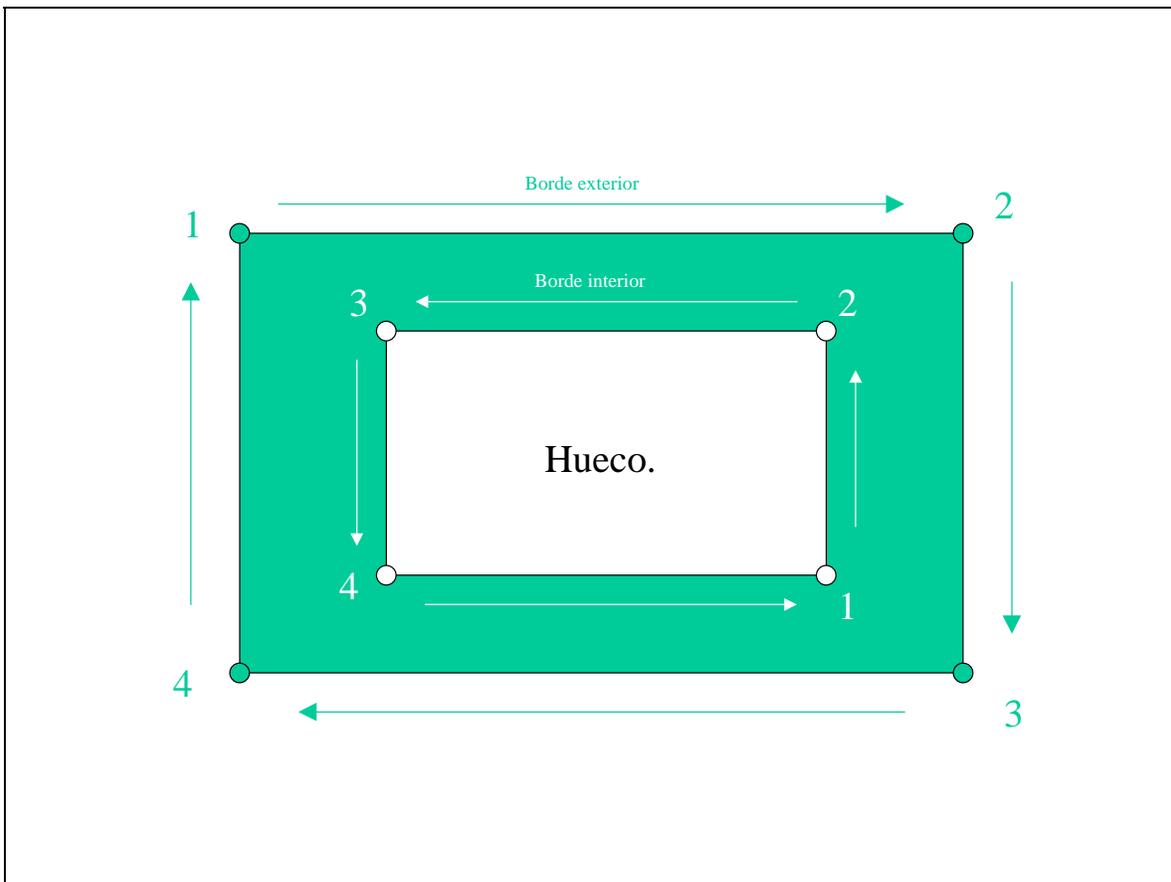


Ilustración 14: Borde exterior e interior de una cara.

5.4.4. Duplicidad lineal.

En S57 esta 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 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 esta prohibido.

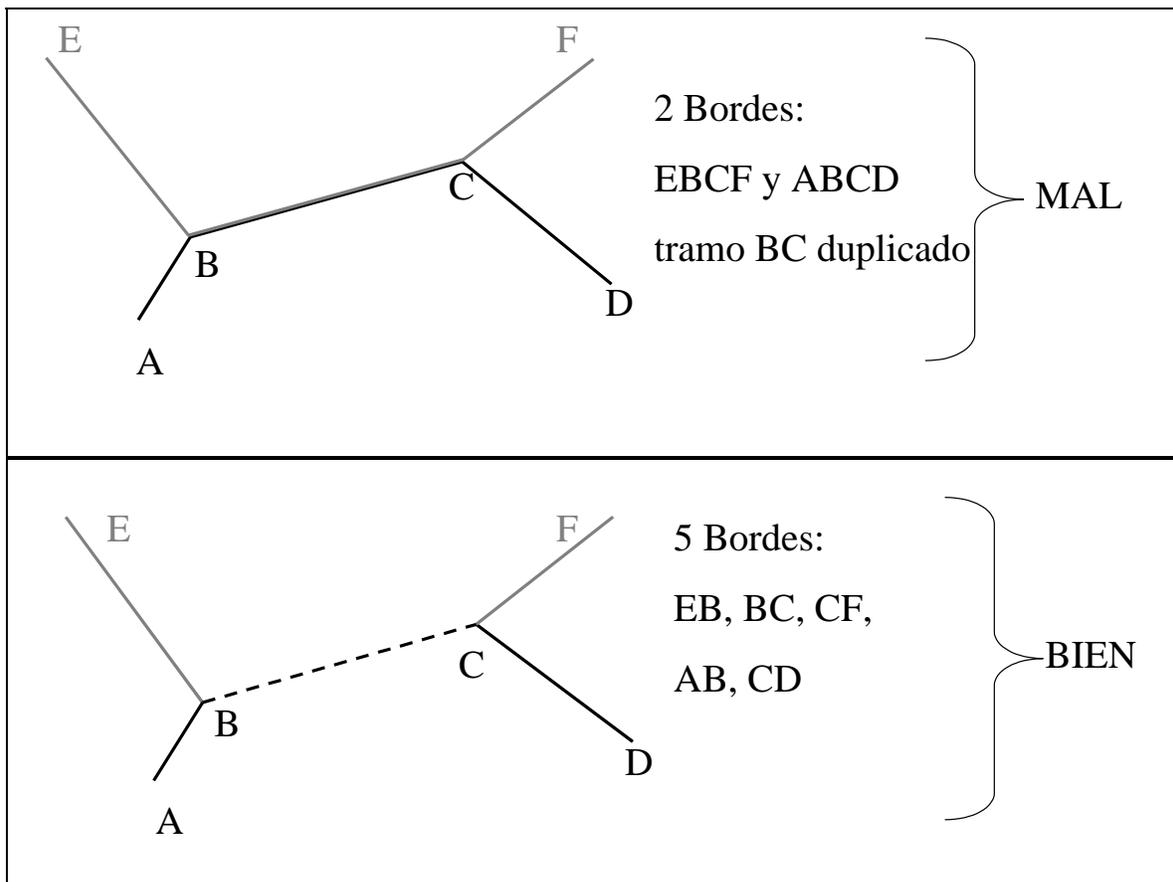


Ilustración 15: Duplicidad lineal.

5.5. ENC, producto realizado en S-57.

ENC (Electronic Nautic Chart) es como hemos visto el formato de cartografía náutica vectorial de la Organización Hidrográfica Internacional y recibe el respaldo de la Organización Marítima Internacional cuando se usa con un ECDIS, esta cartografía esta realizada en formato S57 y constituye por el momento el único producto bien definido y disponible como aplicación de esta norma.

Vamos a ver algunas características de especial importancia de las cartas ENC que conviene conocer:

5.5.1. Células.

Cada carta ENC recibe el nombre de 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.

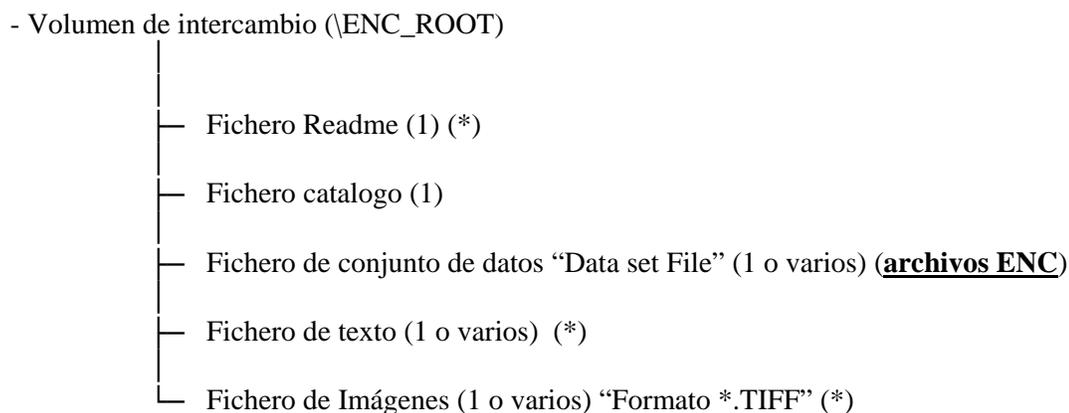
Existen 6 tipos de células diferenciadas por lo que se llama “propósito de navegación”, que sustituye en cierta manera al concepto tradicional de escala y da una idea al navegante de para que tipo de navegación es apropiada la carta:

- Overview (General). Cartas de escala muy pequeña que muestran una buena porción del globo.
- General (Arrumbamiento). Apropriadas para la navegación en demanda de un continente o isla.
- Coastal (Costera). Para la navegación a lo largo de una costa.
- Approach (Aproche). Carta para la navegación de aproximación a un puerto.
- Harbour (Portulano). Carta para la entrada en puerto y navegación por su dársena interior.
- Berthing (De amarre). Carta de escala muy grande apropiada incluso para auxiliar en el amarre en baja visibilidad.

Las células del mismo propósito de navegación no se pueden solapar, lo que unido a que estas han de ser rectangulares obliga 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.

5.5.2. Volúmenes de intercambio.

Los datos ENC se podrán intercambiar en cualquier soporte físico y mediante telecomunicación. Los mismos irán en una estructura de directorios / archivos determinada llamada “exchange sets” o “volúmenes de intercambio”.



(*) Puede no existir ninguno.

5.5.3. Encapsulamiento.

No queremos aburrir al alumno con complicadas definiciones acerca del significado de “encapsulamiento” (si bien el alumno curioso encontrara una buena definición en la parte 1 del manual de S57), pero podemos simplificar diciendo que se trata de la forma en que los datos se suministran, de manera que sean utilizables por sistemas muy distintos (sistemas operativos y hardware).

El estándar de encapsulamiento empleado por S57 es el ISO/IEC 8211, que facilita la labor de los programadores a la hora de realizar aplicaciones que accedan a datos S57.

5.5.4. Data Sets.

Extensión: Extensión del fichero.

EDTN: Edición.

UPDN: numero de actualización.

UPDT: Fecha de actualización de la aplicación. (Solo para las nuevas cartas)

ISDT: Fecha de edición.

Data Set	Extensión	EDTN	UPDN	UPDT	ISDT
New Data Set (Nueva Carta)	000	1	0	20000104	20000104
Update (Corrección a la Carta)	001....	1	1...(*)	Prohibido	20000505
Re_issue (Reedición)	000	1	...(**)	20010205	20010205
New Edition(Nueva edición)	000	2	0	20030505	20030105

* Se incrementa en uno con cada nuevo Update Data Set.

** Se incrementa en uno respecto al ultimo Update Data Set.

Los “New Data Sets” , “Re_issues” y “New Editions” forman los llamados Base Cell Files y los “Update” los llamados Update Cell Files.

5.5.5. Nombre de un archivo Data Set.

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.Aproche
- 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”)

5.6. Ejemplos de codificación.

La publicación S57 de la organización hidrográfica internacional contiene en los documentos de especificación de productos (recordemos que el único producto disponible por el momento es ENC) el anexo A “Uso del catalogo de objetos para ENC” y es aquí donde habremos de dirigirnos para solventar cualquier duda acerca de cómo codificar cualquier elemento del mundo real, asimismo el anexo D “Referencia cruzada de INT1 a S57” es especialmente útil cuando se tienen dudas sobre como codificar a S57 cualquier cosa que podamos encontrar en una carta de papel.

La extensión de dichos anexos supera con mucho las pretensiones de los presentes apuntes, por lo que nos limitaremos aquí a ver tan solo unos cuantos ejemplos y algunos casos que pueden ser especialmente complicados para quien se inicia en codificación S57.

Queda el alumno advertido de que cualquier duda a la hora de codificar deberá ser solventada con la pertinente consulta a los documentos anteriormente referidos.

5.6.1. Piel de la tierra.

Aunque en otros tipos de cartografía vectorial existen 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.

5.6.2. Veriles.

Como no podía ser menos debido a la importancia que estas líneas tienen existe un objeto específico para codificarlas en S57, el objeto **DEPCNT** (depth contour), dicho objeto tiene un atributo que ha de ser codificado obligatoriamente, el atributo **VALDCO** (Value of depth contour) donde indicaremos la profundidad en metros de dicho veril.

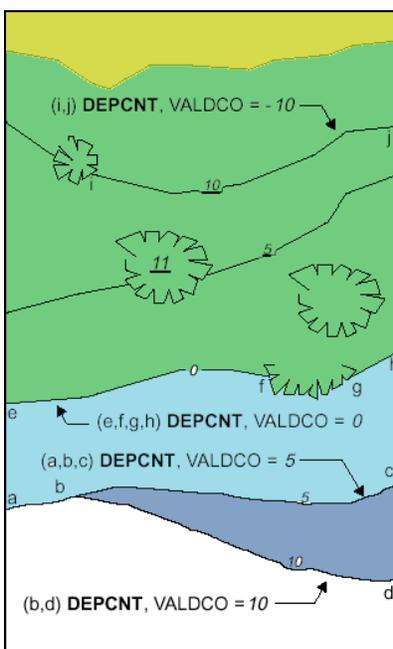


Ilustración 16: Veriles.

5.6.3. Áreas de profundidad.

Llamamos área de profundidad a aquella zona comprendida entre dos veriles ,entre un veril y la costa o entre un veril y un dragado, las profundidades en esta zona estarán siempre comprendidas entre los valores de los dos veriles o del veril y la línea de pleamar o del veril y el dragado.

El objeto S57 apropiado para codificar estas áreas es el objeto **DEPARE** (Depth area) y se habrán de codificar siempre en estos objetos los atributos **DRVAL1** (Depth range value 1) con el valor de la mínima profundidad y **DRVAL2** (Depth range value 2) con el valor de la máxima.

La importancia que este objeto tiene para la ENC es enorme, ya que es una fuente de información importantísima a la hora de generar alarmas en los equipos ECDIS al comparar el valor de DRVAL1 con el calado de la embarcación.

En el caso de áreas intermareales (aparecen en verde en las cartas) el valor de DRVAL1 será -H, siendo este valor aproximadamente igual a la mayor pleamar astronómica.

Cuando un DEPARE limitado por dos veriles, sea además adyacente a la línea de costa, en ese trozo de línea de costa se codificará un objeto DEPARE de tipo línea con DRVAL1 igual a -H y DRVAL2 igual al valor de profundidad del veril menos profundo de los que limitan el área.

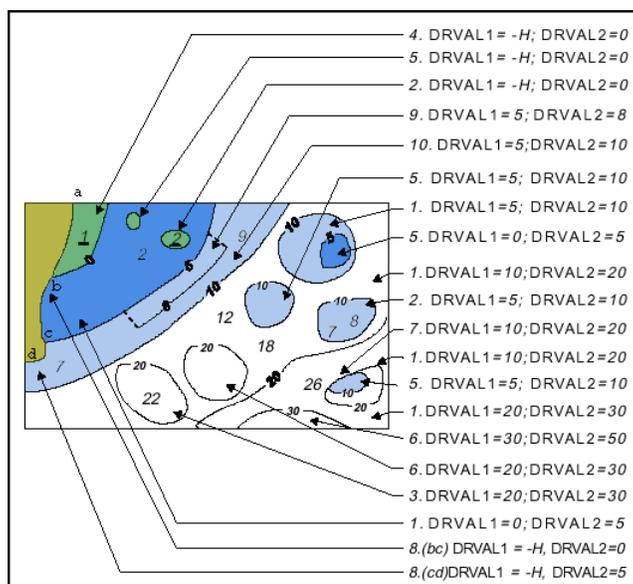


Ilustración 17: Areas de profundidad

Los ríos se codificarán como DEPARE solo en el caso de que sean navegables a la escala de compilación de la célula (así por ejemplo el Guadalquivir se codificaría con sus correspondientes DEPAREs en una célula de escala apropiada para navegar por el mismo, pero en una de escala 1:1.000.000 se codificaría con el objeto **RIVERS**).

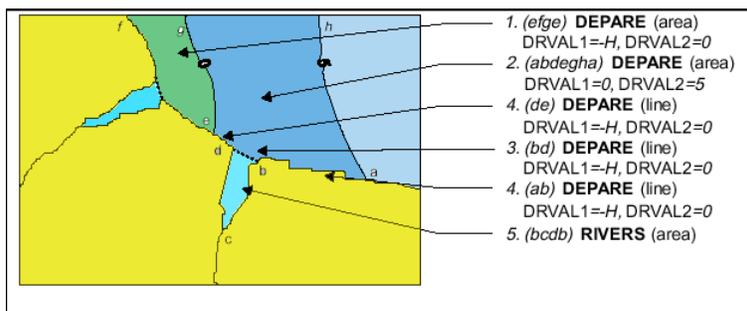


Ilustración 18: Areas de profundidad adyacentes a ríos.

Para la codificación de las áreas dragadas existe el objeto **DRGARE** (Dredged area), como estas áreas tienen una profundidad constante, los atributos DRVAL1 y DRVAL2 tendrán el mismo valor.

En los bordes de dragados adyacentes a áreas de profundidad se creará un objeto DEPARE de tipo línea con DRVAL1 igual al DRVAL2 del área de profundidad adyacente y DRVAL2 igual a la profundidad del dragado. En el caso de que el valor de profundidad del dragado este comprendido entre los del DEPARE adyacente esto no será necesario.

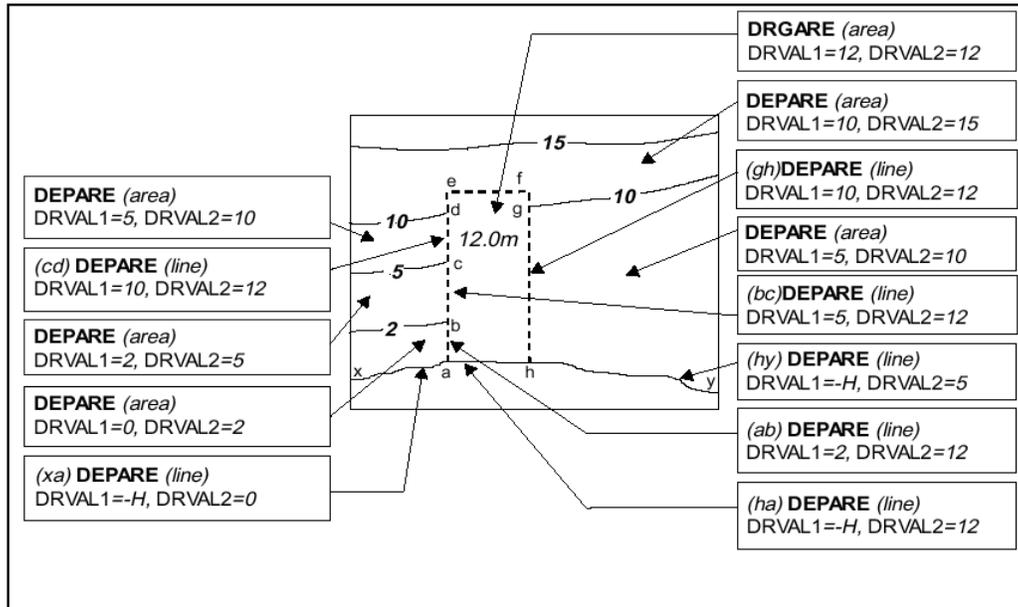


Ilustración 19: Áreas de profundidad adyacentes a dragados.

5.6.4. Naturaleza del fondo.

La codificación de la naturaleza del fondo se realiza mediante diversos objetos:

- Las “calidades del fondo” representadas mediante un texto en la carta se codifican mediante el objeto **SBDARE** (Seabed area) de tipo punto, codificando el tipo de fondo mediante el atributo **NATSUR**.
- Los bancos de arena representadas en cartas de papel mediante una línea de puntos con una “S” en su interior se codifican también con dicho objeto, pero de tipo área, y el atributo **NATSUR=4** (arena).
- Los arrecifes se codifican con el mismo objeto indicando en **NATSUR** si son de roca o de coral y con el atributo **WATLEV** si están en seco, siempre cubiertos, a flor de agua o cubren y descubren.
- Las rocas prominentes que se representan en carta de papel mediante cruces o asteriscos, se codifican empleando el objeto **UWTROC** (Underwater/awash rock).

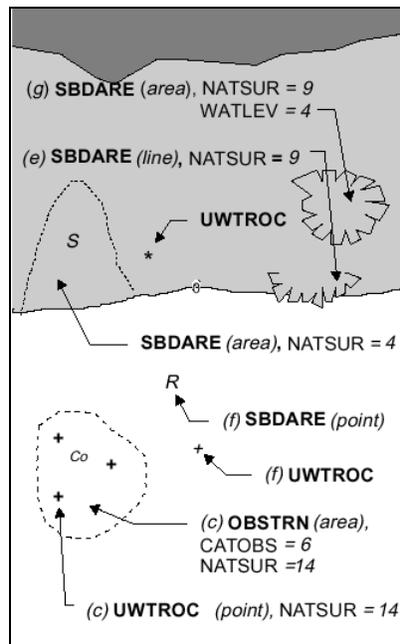


Ilustración 20: Naturaleza del fondo.

5.6.5. Luces.

Para la codificación de luces se empleará el objeto **LIGHTS**, los soportes de las luces como edificios, boyas, balizas etc... se codificarán con otros objetos.

Atributos a codificar:

CATLIT (category of light) . Indica la función de la luz , solo se indicara en los siguientes casos:

1. Luz direccional.
2. Aero-faro.
6. Luz de balizamiento aéreo.
7. Luz detectora de niebla.

En el caso de varias luces de las mismas características en la misma posición se indicara también:

19. Dispuestas horizontalmente.
20. Dispuestas verticalmente.

El número de las mismas se indicara en el atributo **MLTYLT**.

COLOUR . Indica el color de la luz.

DATEND y **DATSTA**. Codifica el periodo de tiempo en que las luces se emplean temporalmente.

EXCLIT . Normalmente sera 4 (de noche). No es necesario indicarlo.

HEIGHT . Altura de la luz en metros (Columna 5 del libro de faros)

LITCHR . Características de la luz:

LITCHR	Abreviatura Nac.	Abreviatura Int.	INT-1
1. Fija	F	F	P10.1
2. Destellos	D	Fl	P10.4
3. Destellos largos	DL	LF	P10.5
4. Centelleos	Ct	Q	P10.6
5. Centelleante rápida	Rp	VQ	P10.7
6. Centelleante ultra-rápida	U	UQ	P10.8
7. Iso-fase	Iso	Iso	P10.3
8. De ocultación	Oc	Oc	P10.2
9. Centelleante intermitente	CtI	IQ	P10.6
10. Centelleante rápida intermitente	RpI	IVQ	P10.7
11. Centelleante ultra-rápida inter.	UI	IUQ	P10.8
12. Morse	Mo (letra)	Mo (letter)	P10.9
13. Fija y destello	FD	F Fl	P10.10
28. Alternativa	Alt BR Ej: Blanco y rojo	Alt WR Ex: White & red	P10.11

El dato para el atributo **LITCHR** aparece en abreviatura nacional en la columna 4 del libro de faros.

LITVIS (light visibility). No se codificara excepto en raros casos.

Para las luces de sectores:

4. Intensificado (este sector con respecto a los demás)
5. Menor intensidad (este sector con respecto a los demás)

En general:

7. Oscurecida.
8. Parcialmente oscurecida.

MARSYS (marks navigational - System of). Sistema de balizamiento , solo sera necesario indicarlo en el caso de que se contradiga con lo indicado en el “Registro descripción del conjunto de datos” y con los “meta-objetos” (Es decir: prácticamente nunca)

MLTYLT (multiplicity of lights). Sirve para indicar el numero de luces de idénticas características que existen en un sitio.

NOBJNM . Nombre nacional.

OBJNAM . Nombre internacional.

ORIENT . Orientación desde el Norte en grados sexagesimales (Solo para luces direccionales y de efecto Moiré)

PEREND y **PERSTA** . Codifica el periodo de tiempo en luces que solo funcionan en una temporada del año.

SECTR1 y **SECTR2** . Empleado para luces sectoriales , demora verdadera desde la mar (mismo sistema que el libro de faros)
El orden de SECTR1 y SECTR2 es el de las agujas del reloj.

SIGGRP (signal group) . Prohibido para luces fijas (CATLIT=1). Numero de señales , combinación de señales o carácter morse. Ejemplos:

Nacional	Internacional	SIGGRP
Gp D (3)	Fl (3)	(3)
Gp Oc (2+1)	Oc (2+1)	(2+1)
Mo (AA)	Mo (AA)	(AA)

SIGPER (signal period) . Tiempo ocupado por un ciclo entero de intervalos de luz y eclipse. Se saca directamente de la columna N° 4 del libro de faros. (Prohibido para luces fijas CATLIT=1)

SIGSEQ (signal sequence) . Secuencias de tiempos ocupados por luz y eclipse. El periodo de eclipse se indicara entre paréntesis. En el caso de luces de ocultación se codificaran primero los eclipses , y al revés en el resto de los casos.

Ejemplos:

Destellos:

$00.2 + (05.5) + 00.2 + (10.5)$

Ocultación:

$(00.2) + 05.5 + (00.2) + 10.5$

La suma de los valores de SIGSEQ debe ser igual a SIGPER.

STATUS . Indica el estado en que se encuentra un determinado objeto.

VALNMR . Alcance nominal en millas , se obtiene de la columna N°6 del libro de faros.

En el caso de luces de sectores cada sector se ha de codificar como una luz independiente.

5.6.6. Boyas.

Para la codificación de boyas existen distintos objetos S57 según la función de la boya.

Tipo de boya	Descripción	Objeto S57
Cardinal	Indica al navegante donde encontrar la mejor zona navegable, mostrando en que cuadrante se encuentran las aguas navegables.	BOYCAR
Lateral	Nos indica a que costado hemos de dejarla para transitar por aguas navegables.	BOYLAT
De peligro aislado	Boya situada sobre un peligro aislado rodeada por aguas navegables.	BOYISD
De aguas navegables	Indica que a su alrededor las aguas son navegables.	BOYSAW
De propósito especial - general	Usada para indicar un área de características especiales que aparece en la carta o derrotero.	BOYSPP
Carga y descarga	Boya para carga y descarga de gas o petróleo y derivados de buques tanque.	BOYINB

Un caso especial son las boyas de amarre, que se codifican con el objeto **MORFAC** (Mooring/Warping facility), que se emplea para codificar toda clase de elementos empleados para el amarre de buques.

Atributos comunes a todas las boyas:

BOYSHP . indica la forma de la boya.

Forma	Int1	BOYSHP
Cónica	Q20	1
Cilíndrica	Q21	2
Esférica	Q22	3
Castillete	Q23	4
Espeque	Q24	5
Barril	Q25	6
Super - boya	Q26	7

COLOUR . Indica el color de la boya, en caso de que esta presente mas de un color, se codificarán todos por orden, indicando como se presentan estos colores mediante el atributo **COLPAT**.

CONRAD . Indica si la boya tiene reflector radar.

Atributos para boyas cardinales:

CATCAM (Category of cardinal mark).

Marca cardinal	CATCAM	COLOUR	COLPAT
Norte	1	2,6	1
Este	2	2,6,2	1
Sur	3	6,2	1
Oeste	4	6,2,6	1

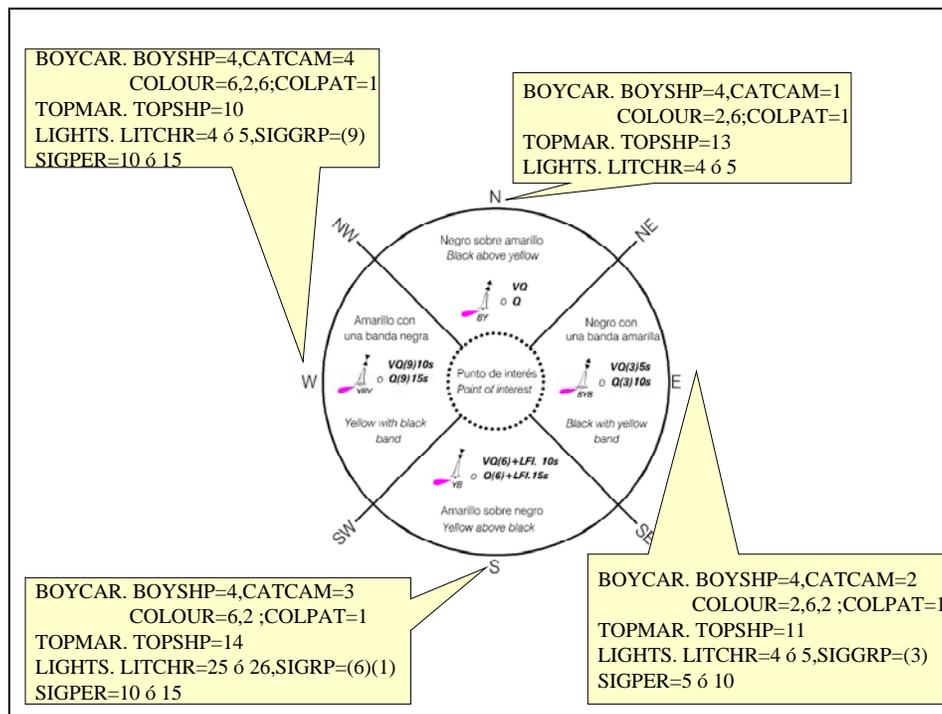


Ilustración 21: Balizamiento cardinal.

Atributos para boyas laterales:

CATLAM (Category of lateral mark).

Marca lateral	CATLAM	COLOUR		COLPAT
		IALA A	IALA B	
Babor.	1	3	4	-
Estribor	2	4	3	-
Canal preferente a estribor	3	3,4,3	4,3,4	1
Canal preferente a babor	4	4,3,4	3,4,3	1

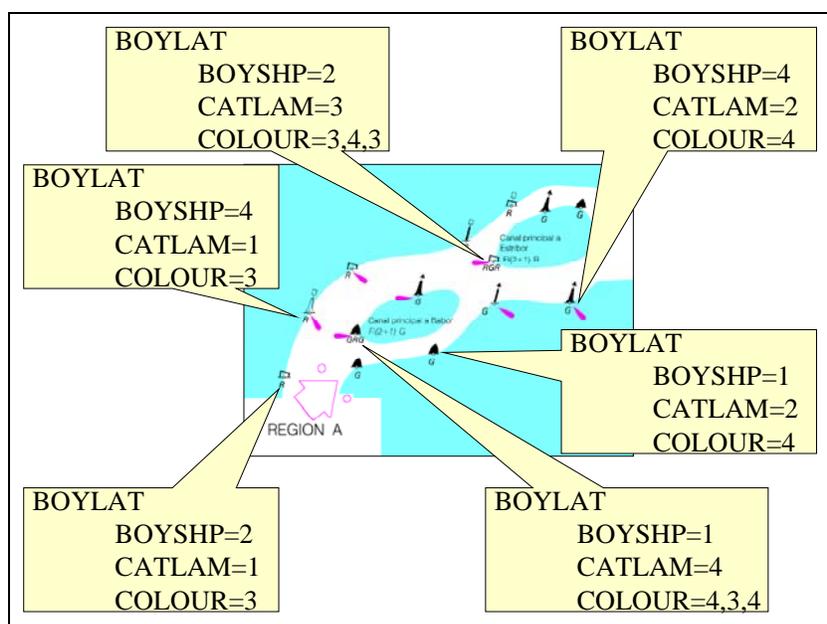


Ilustración 22: Balizamiento lateral.

Atributos para marcas de propósito especial - general:

CATSPM . Lista de ¡52! Propósitos distintos.

5.6.7. Balizas.

Para la codificación de balizas existen distintos objetos S57 según la función de la baliza.

Tipo de baliza	Descripción	Objeto S57
Cardinal	Indica al navegante donde encontrar la mejor zona navegable, mostrando en que cuadrante se encuentran las aguas navegables.	BCNCAR
Lateral	Nos indica a que costado hemos de dejarla para transitar por aguas navegables.	BCNLAT
De peligro aislado	Baliza situada sobre un peligro aislado rodeada por aguas navegables.	BCNISD
De aguas navegables	Indica que a su alrededor las aguas son navegables.	BCNSAW
De propósito especial - general	Usada para indicar un área de características especiales que aparece en la carta o derrotero.	BCNSPP

Atributos comunes a todas las balizas:

BCNSHP . indica la forma de la baliza.

Forma	Int1	BCNSHP
Stake, pole, perch, post. Poste clavado en el fondo.	Q90	1
Withy . Tronco clavado en el fondo.	Q92	2
Beacon tower. Torre del orden de 10m.	Q110	3
Lattice beacon. Estructura de franjas de madera o metal cruzadas.	Q111	4
Pile beacon. Tronco pesado y grande o un gran trozo de metal sujeto al fondo.	-	5
Cairn. Montículo de piedras cónico o piramidal	Q100	6
Buoyant beacon. Baliza unida al fondo pero con un dispositivo de flotación.	-	7

COLOUR . Indica el color de la boya, en caso de que esta presente mas de un color, se codificarán todos por orden, indicando como se presentan estos colores mediante el atributo **COLPAT**.

Atributos para balizas cardinales:

CATCAM (Category of cardinal mark).

Marca cardinal	CATCAM	COLOUR	COLPAT
Norte	1	2,6	1
Este	2	2,6,2	1
Sur	3	6,2	1
Oeste	4	6,2,6	1

Atributos para balizas laterales:

CATLAM (Category of lateral mark).

Marca lateral	CATLAM	COLOUR		COLPAT
		IALA A	IALA B	
Babor.	1	3	4	-
Estribor	2	4	3	-
Canal preferente a estribor	3	3,4,3	4,3,4	1
Canal preferente a babor	4	4,3,4	3,4,3	1

Atributos para marcas de propósito especial - general:

CATSPM . Lista de ¡52! Propósitos distintos.

5.6.8. Enfilaciones y derrotas recomendadas.

Las enfilaciones se codifican con el objeto **NAVLNE** (Navigation line).

Las derrotas recomendadas se codifican con el objeto **RECTRC** (Recommended track)

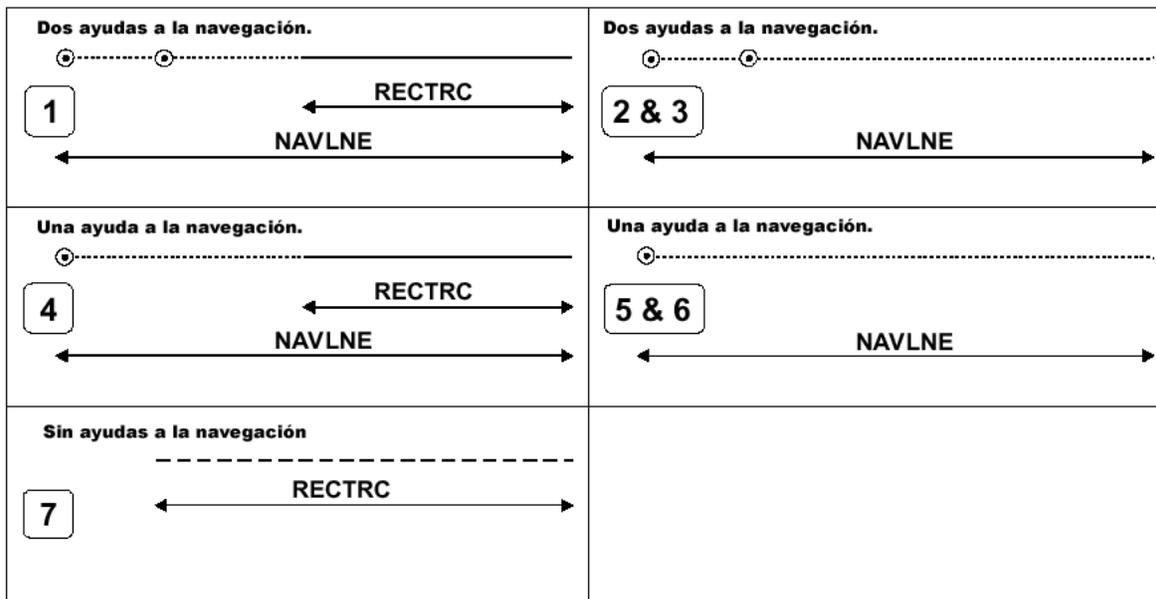


Ilustración 23: Enfilaciones y derrotas recomendadas.

5.6.9. Áreas militares.

Si una zona es de ejercicios o maniobras militares se codificara como:

MIPARE (Military practice area)

Atributo **CATMPA**

- 2.- Zona de ejercicios con torpedos.
- 3.- Zona de ejercicios con submarinos.
- 4.- Zona de fuego de artillería (Bombas y misiles).
- 5.- Zona de practicas con minas.
- 6.- Zona de practicas con armas ligeras.

Sin embargo si la zona es una zona real de operaciones o que presenta peligro por la ubicación de antiguas minas se codificara como:

RESARE (Restricted area)

Atributo **CATREA**

- 9.- Área militar.
- 14.-Campo minado.

5.6.10. Dispositivos de separación de tráfico.

El “carril” en el cual el tráfico marítimo ha de ir en una única dirección se codifica como TSSLPT.

Las líneas que separan dos carriles (en caso de que no estén separados por zonas), un carril o una rotonda de la zona de tráfico costero se codificara como TSELNE.

La línea que separa un carril o rotonda de mar abierto se codificara como TSSBND.

Si lo que separa los “carriles” o estos de la zona de navegación costera es una zona y no una línea esta se codificara como TSEZNE.

Los cruces entre por lo menos cuatro carriles serán codificados como TSSCRS (este objeto no se superpondrá al objeto TSEZNE que habrá en su centro).

Las “rotondas” se codificaran como TSSRON (se refiere al carril en la rotonda, no a la rotonda en si). Este objeto no se superpondrá al TSEZNE que habrá en su centro.

Las zonas de navegación costera entre el dispositivo de separación del tráfico y la costa, se codifican como ISTZNE.

Para codificar el dispositivo de separación de tráfico completo se ha de agregar todos sus objetos a un objeto colección C_AGGR.

Una ruta de aguas profundas pertenezca o no a un dispositivo de separación de tráfico se codificará como DWRTPT y su línea central como DWRTCL.

Una derrota recomendada se codifica como RCRTCL.

Una dirección recomendada para el tráfico se codifica como RCTLPT de tipo punto si no se trata de un área definida.

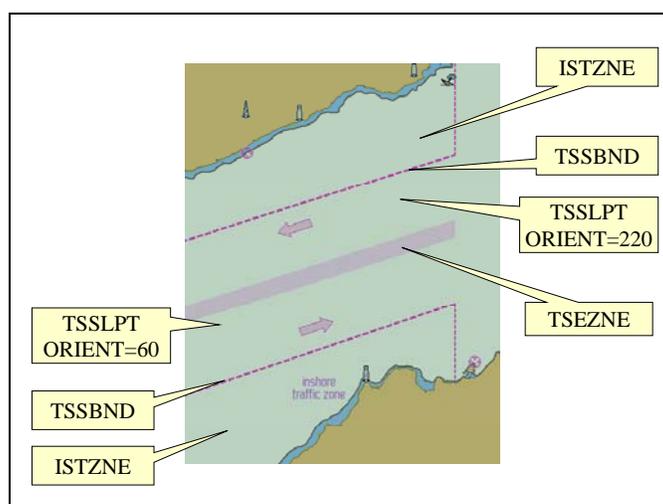


Ilustración 24: DST ejemplo 1

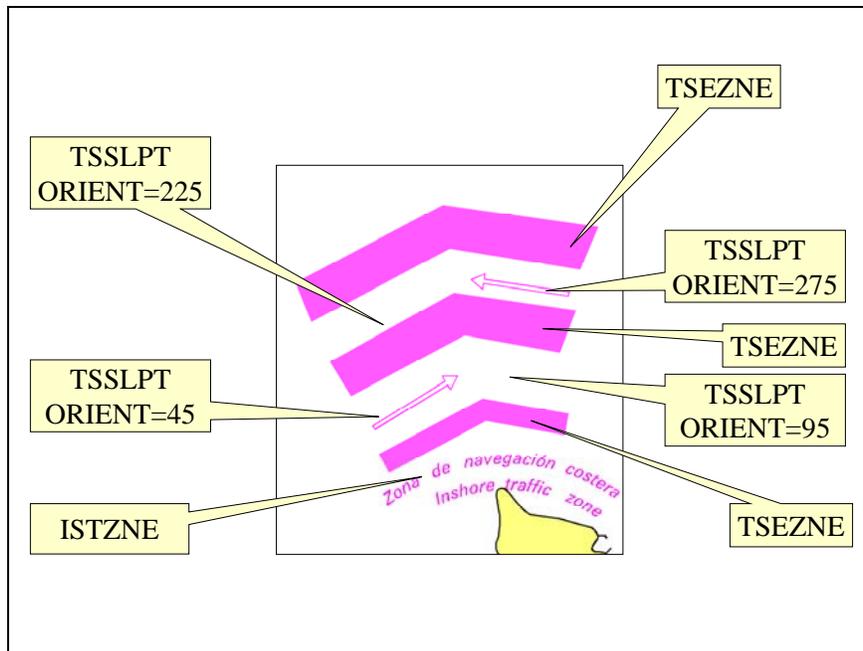


Ilustración 25: DST Ejemplo 2.

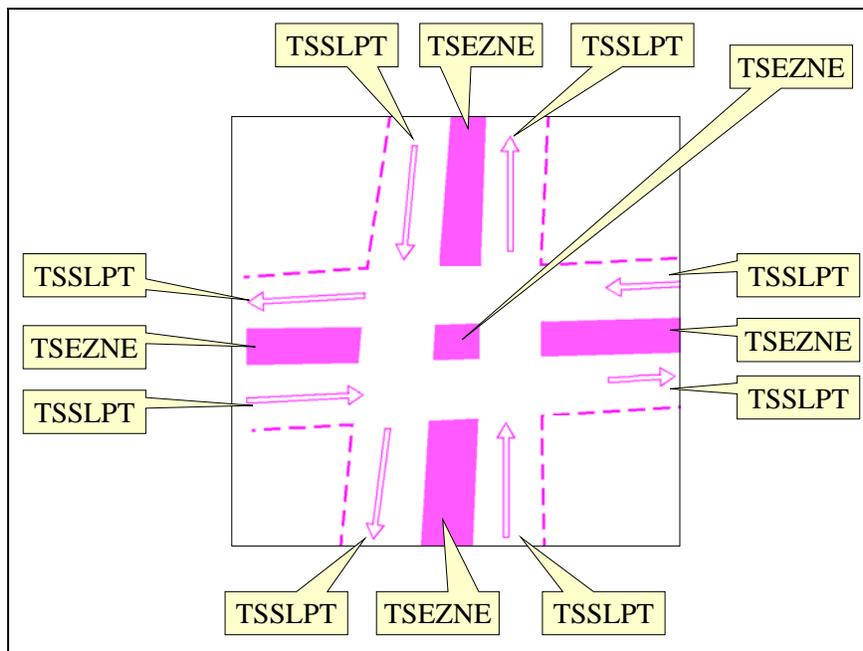


Ilustración 26: DST Ejemplo 3.

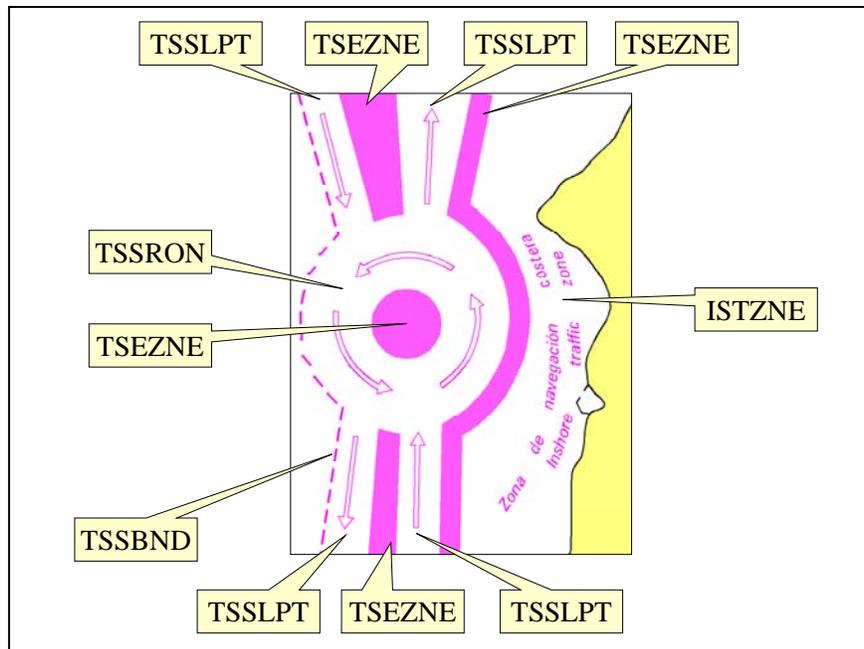


Ilustración 27: DST Ejemplo 4 (Rotonda).

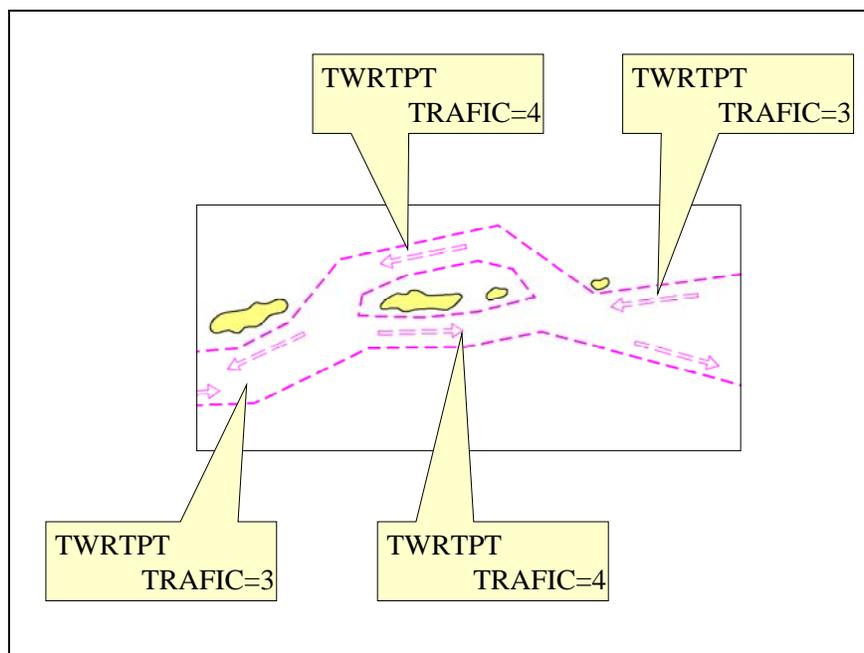


Ilustración 28: DST Ejemplo 5

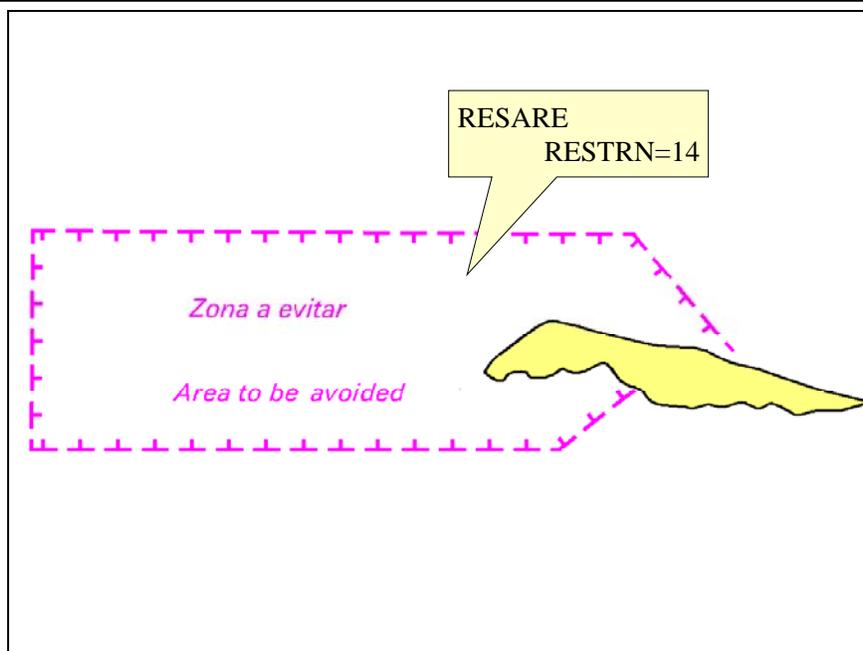


Ilustración 29: Zona a evitar.

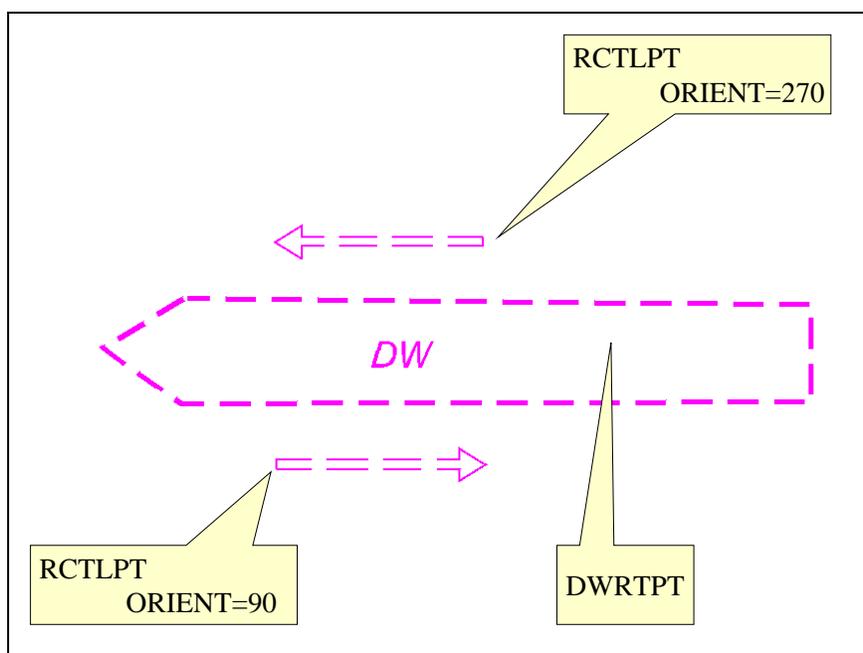


Ilustración 30: Ruta de aguas profundas.

5.6.11. Sondas

El objeto SOUNDG es un caso especial en S57, ya que es el único que puede tener como primitiva geométrica múltiples objetos de tipo nodo (sondas), esto permite agrupar muchas sondas en un solo objeto, en general las sondas se codificarán empleando un solo objeto excepto aquellas que difieran de las demás en algún aspecto, como por ejemplo que sean sondas de escasa fiabilidad o estén fuera de su rango de profundidad.

5.6.12. Filtrado de objetos por escala en pantalla.

A pesar de lo explicado en el punto **4.3.2 El Zoom**, las cartas S57 pueden verse afectadas por el mismo en la pantalla del ECDIS cuando el usuario hace “zoom atrás” (esto es, por ejemplo, ver una carta escala 1:10.000 a escala 1:50.000), esto es debido al tamaño fijo de los símbolos y textos, es obvio que finalmente estos se machacaran ocultando el resto de elementos de la carta provocando un fenómeno conocido como clutter.

Para tratar de prevenir el clutter se puede emplear el atributo SCAMIN de los objetos S57, el valor de SCAMIN determina la escala de visualización por debajo de la cual un objeto no es representado en pantalla, así si a una boya en una célula 1:10.000 se le da un valor de SCAMIN 1:25.000 no aparecerá en pantalla si el usuario hace un zoom de escala inferior a 1:25.000 (por ejemplo 1:30.000).

Algunas normas de codificación de este atributo:

- SCAMIN solo afecta a la representación gráfica de un objeto, que este no se presente en pantalla no quiere decir que no este, el objeto siempre esta presente para el ECDIS pudiendo por ejemplo generar alarmas.
- Si no se emplea SCAMIN, el objeto se presentará en todas las escalas.
- Si se emplea SCAMIN este debe recibir siempre un valor de escala inferior al de compilación de la carta.
- Los objetos de la piel de la tierra y los objetos META siempre han de ser representados, por lo tanto no se ha de codificar en los mismos este atributo.
- Si el mismo objeto aparece en células de distinto propósito de navegación, el mismo valor de SCAMIN debería de ser asignado en todas las células donde aparezca.

5.6.13. Relaciones entre objetos.

Las relaciones entre objetos S57 sirven para indicar objetos que en el mundo real están 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....

5.6.14. Meta – Información.

Información referida a los datos suministrados, como por ejemplo la precisión y calidad de los mismos, la fecha de obtención, etc...

MODO EN QUE SE SUMINISTRAN LOS META DATOS:

Se suministran a tres niveles:

- Registro descripción del conjunto de datos (información general)



(Sustituye a)

- Meta-objetos (información de una zona particular)



(Sustituye a)

- Atributos de objetos (información de un objeto concreto)

La mayor parte de información de este tipo se suministra en el “registro descripción del conjunto de datos”, esto es, en la cabecera del fichero, 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).
- M_QUAL: Indica la calidad de los datos batimétricos suministrados.



5.7. El futuro: S57 V4

Hasta el momento a pesar de ser S57, como ya hemos dicho; un estándar de intercambio de datos hidrográficos, el único producto para el que se ha aplicado ha sido realmente ENC, esto es carta electrónica.

Con la nueva versión se pretende extender el uso de S57, creando no solo un modelo vectorial sino también matricial (para la batimetría digital) y raster, asimismo se cambiara el encapsulado al estándar ISO TC211 que al ser un estándar ampliamente empleado por la industria para el desarrollo de herramientas GIS favorecerá la difusión y uso de datos S57 así como la realización de software para su realización procesado y control de calidad, el encapsular los datos en el actual ISO /IEC 8211 se mantendrá como opción.

Actualmente en el seno de la OHI existen diversos grupos de trabajo encargados del desarrollo de este estándar y de sus aplicaciones.

Se prevé que esta versión podrá estar lista próximamente, la actual versión 3.1 permanece actualmente “congelada” y seguirá usándose en el futuro cercano para ENC.

5.8. Comparación ENC – DNC.

La cartografía DNC producida por NIMA (Ministerio de Defensa USA) tiene gran importancia en el ámbito de las Armadas debido a su gran cobertura y la multitud de equipos de este país que soportan este formato.

Podemos considerar a DNC como a un subconjunto de VPF (vector product file), formato vectorial usado para la cartografía digital militar norteamericana.

Este formato es un su concepción muy diferente a ENC – S57, así podemos ver una descripción de las principales diferencias:

- No es un formato de intercambio, no está optimizado para ocupar poco espacio, y los programas que lo emplean lo leen directamente, no lo transforman a uno propio.
- Al contrario de ENC, que solo posee dos grupos (piel de la tierra y resto de objetos), los datos están estructurados en 12 “capas” predeterminadas.
- La producción total de este formato recae en NIMA, mientras las ENC’s son realizadas por cada país responsable (incluso en los EEUU por NOAA).
- Su distribución está restringida (entre otras cosas por los copyrights de los datos empleados) y se realiza exclusivamente a través de 29 CD-ROM distintos.
- No existe actualmente (si bien está en desarrollo) un sistema de actualizaciones (avisos a los navegantes), limitándose a la sustitución de los CDs por otros más actualizados.
- No dispone de la equivalencia legal con la carta de papel (si bien los buques de guerra no están obligados a cumplir el convenio SOLAS).
- La actualidad de los datos (por la cobertura global planeada y la falta de un sistema de actualizaciones) es en muchos casos cuando menos bastante cuestionable.

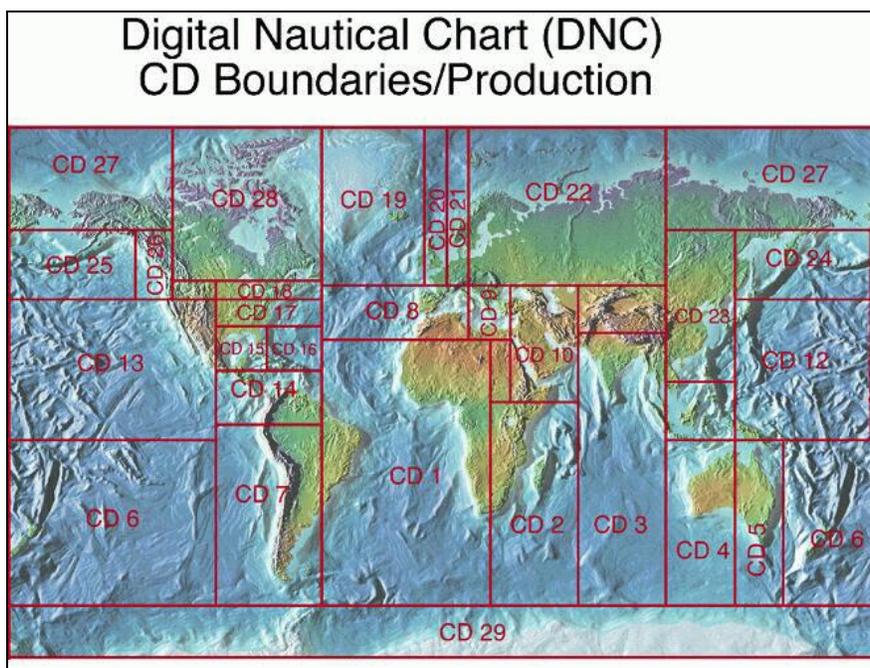


Ilustración 31: CDs DNC.

6. ECDIS (EL HARDWARE DE ENC....Y MUCHO MAS)

El objetivo de este capítulo es que el alumno sea capaz de identificar estos equipos, comprenda su funcionamiento básico y sus prestaciones, así como las ventajas que aporta su uso y las precauciones aconsejables en dicho uso.

6.1. El hardware / Software de la carta electrónica.

Del mismo modo que las cartas de papel requieren para su uso que el navegante disponga de ciertos útiles, las cartas electrónicas requieren del uso de un conjunto software / hardware que capacitan al usuario a realizar al menos las mismas operaciones que se llevan a cabo sobre una carta de papel y que puede asimismo conectarse a otros equipos y presentar los datos suministrados por los mismos (posición, velocidad, sonda, blancos...) 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.

Como vimos en el *capítulo 2 ECS, RCDS y ECDIS*. no todos los equipos preparados para trabajar con cartas electrónicas son ECDIS, pero es este el que da al navegante la garantía de cumplir la legislación internacional y de haber sido sometido a una serie de test por parte de una autoridad marítima competente que garantizan como mínimo una serie de prestaciones estándar.

6.1.1. Legislación acerca del ECDIS.

En la regla 20 del capítulo V del convenio SOLAS (convenio para preservar la vida humana en la mar) de las naciones unidas se establece que a bordo de todo buque deberá haber, debidamente actualizadas, las cartas náuticas y otras publicaciones necesarias para el viaje proyectado.

La resolución A817(19) complementa esta regla indicando que un equipo ECDIS se aceptará siempre que cuente con un sistema apropiado de back-up. Es importante recordar que un ECDIS solo cumplirá con esta legislación si emplea cartas ENC (formato S57), en caso de emplearlo con cartas raster o cartas vectoriales de otros formatos (esto es, trabajando como RCDS o ECS) sigue siendo obligatorio portar las cartas de papel.

¿Qué podemos entender como un back-up apropiado para nuestro ECDIS? Existen dos tendencias a este respecto, a saber:

- Un segundo ECDIS, conectado en red con el primero.
- Una colección restringida de cartas de papel.

6.1.2. Funcionamiento básico de un ECDIS.

El ECDIS es en su parte física básicamente un ordenador marinizado, esto es, adaptado a las condiciones particularmente duras que se dan en un buque, que contara con una unidad central de una potencia suficiente para realizar todas las tareas que se le exigirán con una unidad de alimentación ininterrumpida (SAI o UPS), una o varias unidades de almacenamiento capaces para guardar un colección muy extensa de cartografía y datos de usuario (derrotas, cuaderno de bitácora, notas...), interfaz con el usuario apropiada al trabajo a bordo (monitores de gran tamaño, trackball, teclado iluminado..) y dispositivos de entrada y salida en número y tipo adaptados a mantener al ECDIS conectado con el resto de equipos del puente (GPS, giroscópica, piloto automático, radar.....)

En cuanto a su parte lógica se apoya normalmente en un sistema operativo comercial (Windows o Unix) que resulta casi transparente al usuario y dispone de un programa capaz de realizar sobre la cartografía trabajos de planeamiento y chequeo de las derrotas, situación del barco a partir de posiciones obtenidas (por ejemplo de un GPS) generación de alarmas sobre peligros potenciales etc...

Como ya dijimos en el *capítulo 5 “S57 como formato de intercambio.”* Los archivos generados con este formato no son para ser empleados directamente por un sistema sino para ser leídos y transformados a un sistema propio.

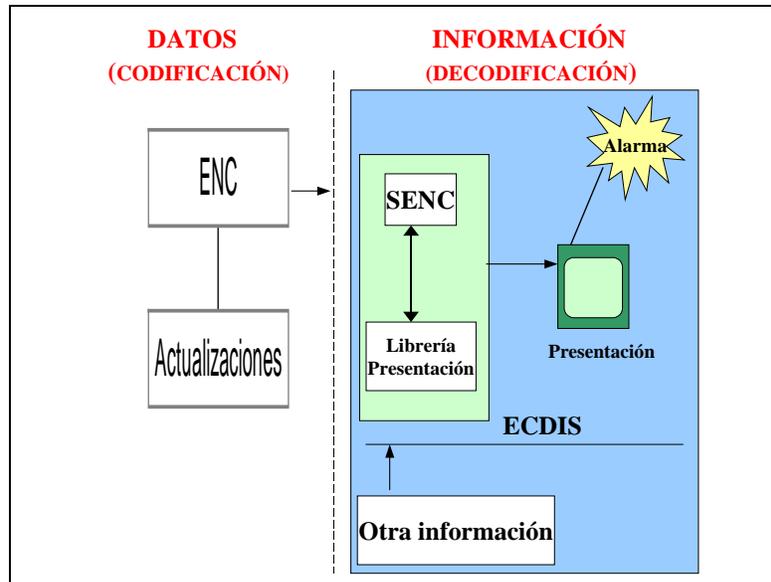


Ilustración 32: Llegada de información al ECDIS.

Así pues, las células ENC producidas por los servicios hidrográficos llegarán al ECDIS que las “importará” 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, el usuario puede estar tranquilo, ya que los datos no sufren 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 el.

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.

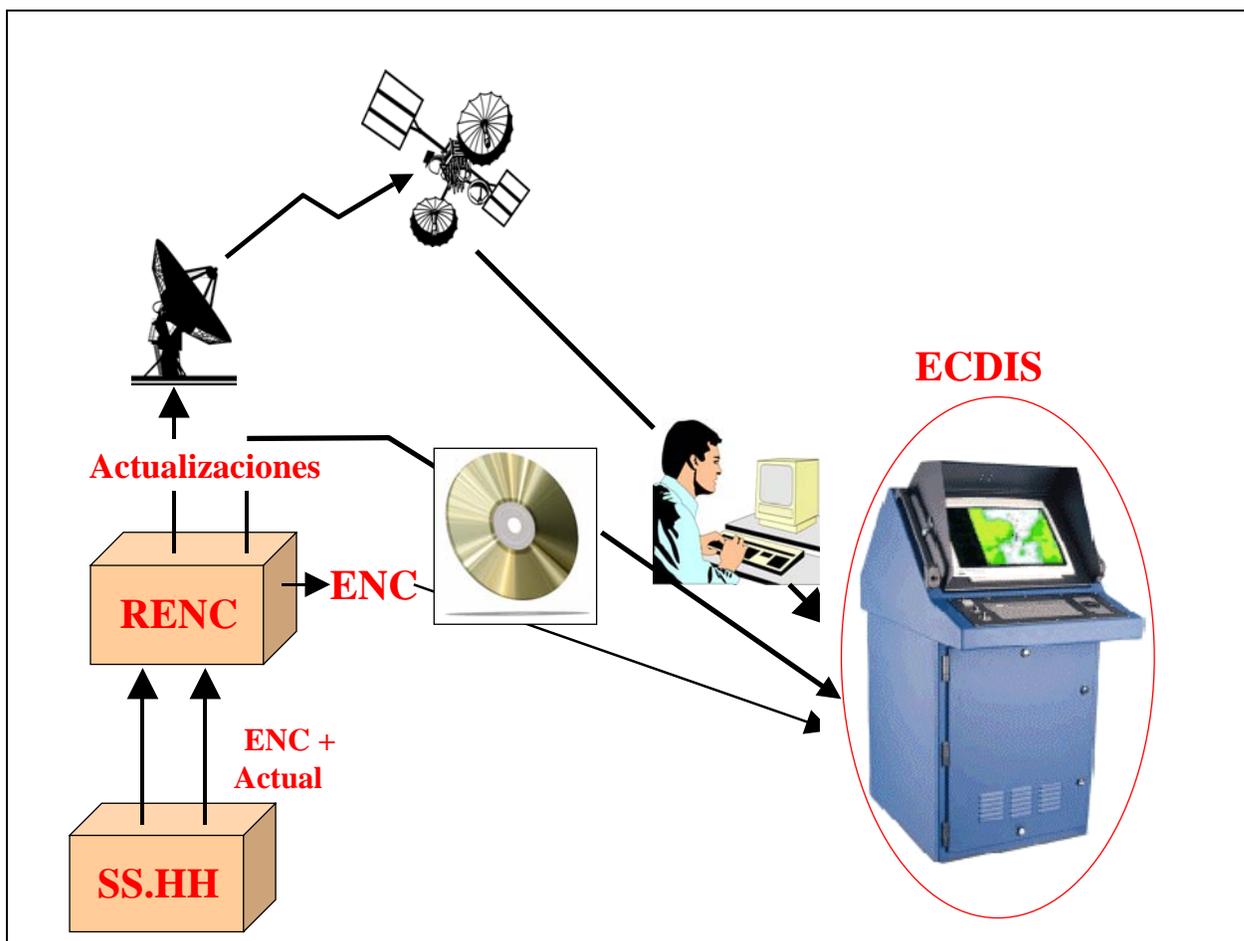


Ilustración 33: Importación de ENC al ECDIS.

El proceso de importación de la información de ENC y avisos requiere una mínima actuación del usuario que deberá comprobar la existencia de archivos de actualización para sus cartas, pudiendo llegar estos datos vía Inmarsat al barco (especialmente los avisos cuyo tamaño no suele ser muy importante).

6.1.3. Niveles de presentación.

Una de las ventajas de la cartografía vectorial es 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.

La aplicación estricta del punto de vista anterior 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 a considerado mínima imprescindible para la seguridad en la navegación.

6.1.3.1. Presentación Base (Display base)

Es el nivel mínimo de información cartográfica que puede mostrar el ECIDS en pantalla. Contendrá los siguientes elementos:

- Línea de costa.
- Veril de seguridad del buque elegido por el marino de acuerdo al calado del mismo.
- Indicación de peligros aislados bajo el agua de profundidad inferior al veril de seguridad.
- Elementos situados sobre aguas navegables, como puentes, cables etc...
- Boyas y balizas.
- Sistemas de separación de tráfico.

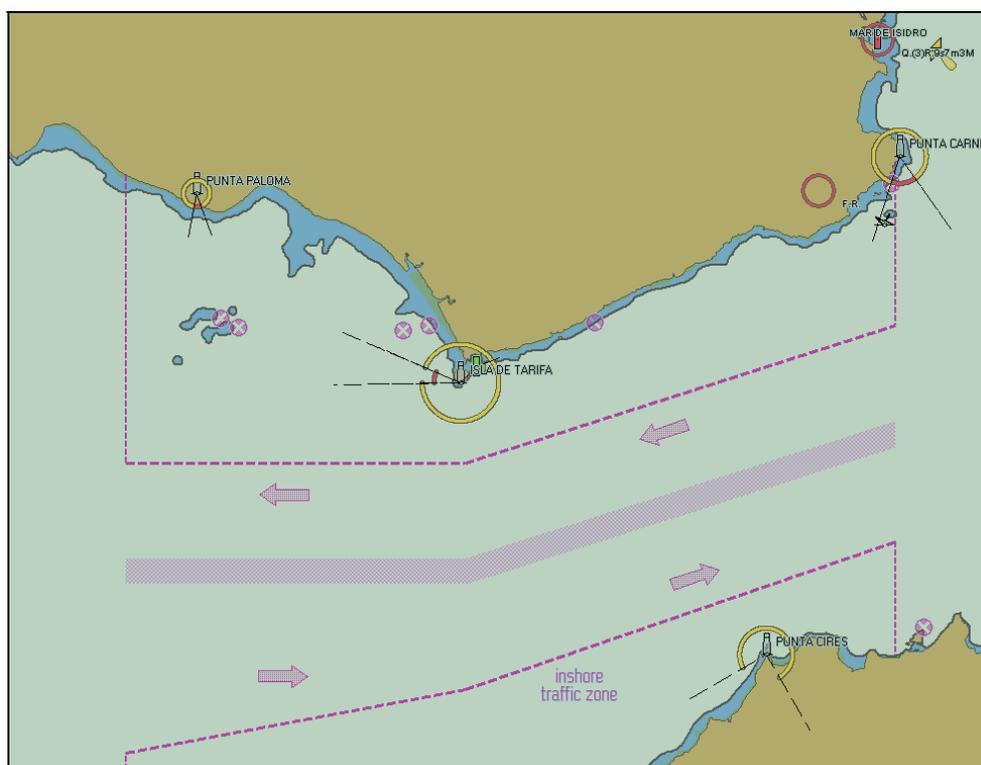


Ilustración 34: Presentación Base.

6.1.3.2. Presentación estándar. (Standard display)

Es el que presentará el ECDIS por defecto. Contendrá los siguientes elementos:

- Todos los de la presentación base.
- Indicación de ayudas a la navegación fijas y flotantes.
- Bordes de pasos, canales etc...
- Objetos conspicuos visualmente y al radar.
- Áreas restringidas y prohibidas.
- Indicación de notas de precaución.

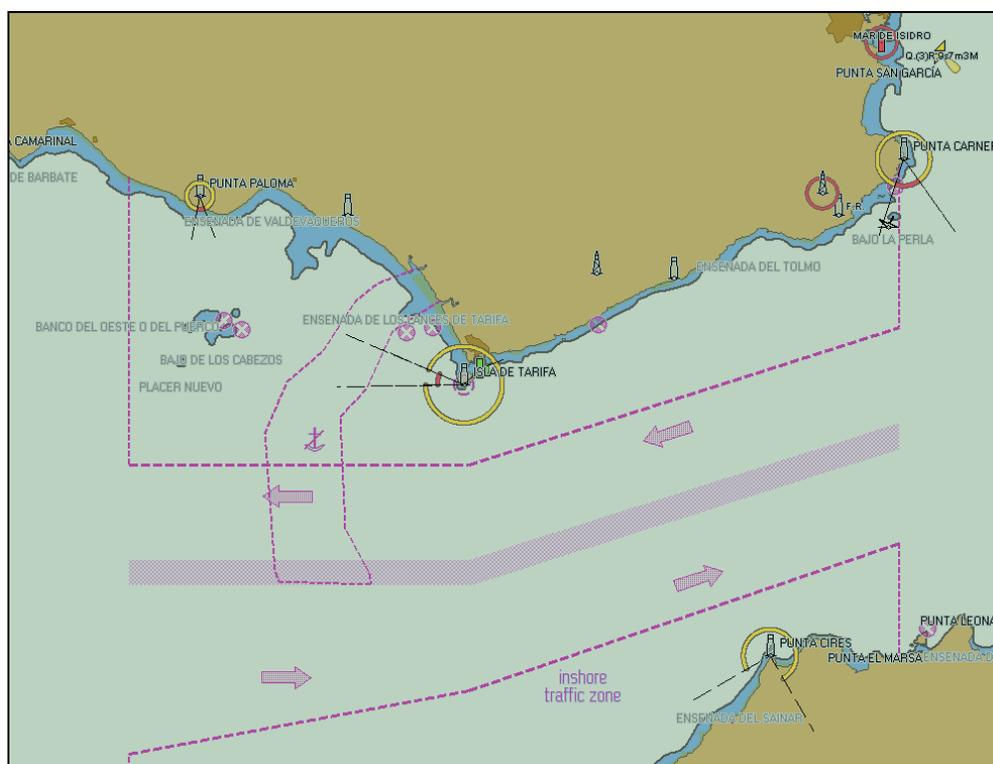


Ilustración 35: Presentación estándar

6.1.3.3. Presentación completa. (Display all or Estándar & other)

Resto de la información. Como por ejemplo:

- Sondas.
- Cables y tuberías submarinas.
- Rutas de ferry.
- Detalles de peligros aislados.
- Detalles de ayudas a la navegación.
- Nombres geográficos.

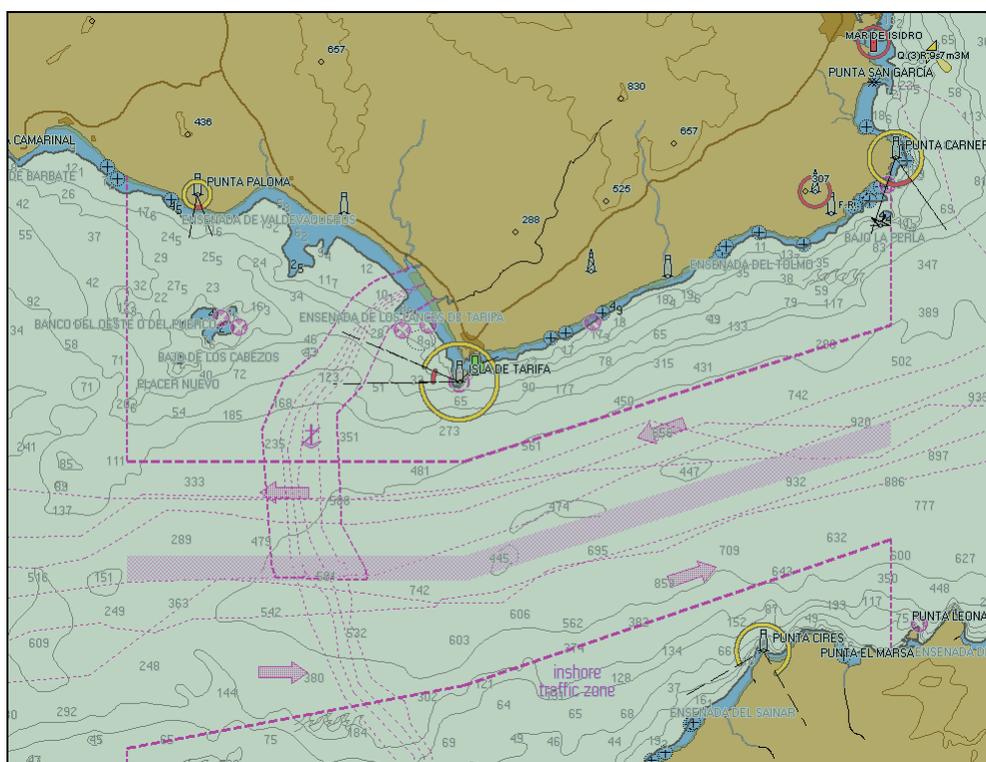


Ilustración 36: Presentación completa

6.1.4. Simbología y colores.

La simbología y colores a ser usada en los ECDIS se define en la publicación especial N° 52 de la OHI (S52), se podrán elegir los símbolos simplificados diseñados para simplificar su "pintado" en pantalla y facilitar su rápida identificación y otros mas parecidos a los de la carta de papel. Si bien los símbolos "simplificados" pueden "chocar" y hasta causar rechazo en un primer momento, estos han sido pensados para permitir una rápida identificación visual de los objetos de manera que una vez acostumbrados a los mismos nos permitirán identificar la información visual de manera mas rápida que sobre 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 perdida de capacidad de visión nocturna tras un largo rato mirando el monitor del ECDIS.

6.1.5. Actualización cartográfica (avisos a los navegantes)

La información cartográfica usada en el ECDIS (SENC) deberá ser la misma que la de la última edición 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.

Los archivos de actualización (*.001 y posteriores) se almacenaran de forma separada a las ENC. El equipo actualizará su SENC 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, asimismo el usuario podrá revisar cuales han sido aplicados.

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

6.1.6. Derrotas.

Será siempre posible el planeamiento de derrotas tanto ortodrómicas como loxodrómicas, asimismo podremos:

- Añadir nuevos waypoints.
- Borrar waypoints.
- Mover un waypoint (cambiar su posición)
- Cambiar el orden de los waypoints en una derrota (invertir la derrota).

Esta última característica debe usarse con la mayor precaución ya que si la derrota planeada pasa por dispositivos de separación de trafico no se deberá invertir en ningún caso la misma.

Una vez efectuado el planeamiento de una derrota, siempre será posible, comprobar la misma, de manera automática, avisando de los peligros potenciales encontrados, cosa que el ECDIS efectuará de acuerdo a la información de seguridad suministrada por el usuario definiendo el calado del buque (permitirá al equipo comprobar que nuestra derrota no pase por puntos de profundidad inferior), la altura del mismo (permitirá al equipo comprobar que nuestra derrota no pase bajo cables, puentes.. peligrosos) y un apartamiento a ambas bandas de la derrota que será empleado por el ECDIS para definir una zona donde comprobar todos los objetos en la misma y su peligro potencial para la derrota del buque.

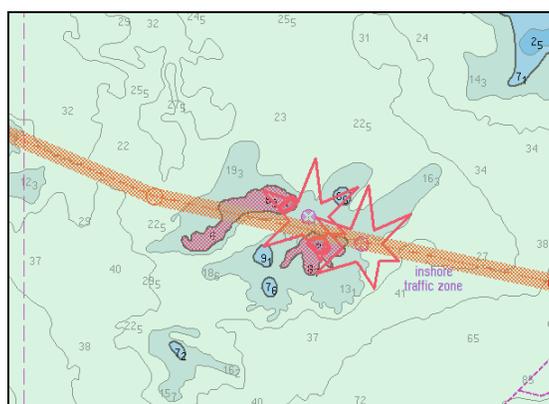


Ilustración 37: Peligros encontrados en una derrota planeada.

Será posible planear una derrota mientras se esta navegando siguiendo otra, varias derrotas podrán representarse en pantalla, si bien siempre será claramente distinguible la derrota seleccionada.

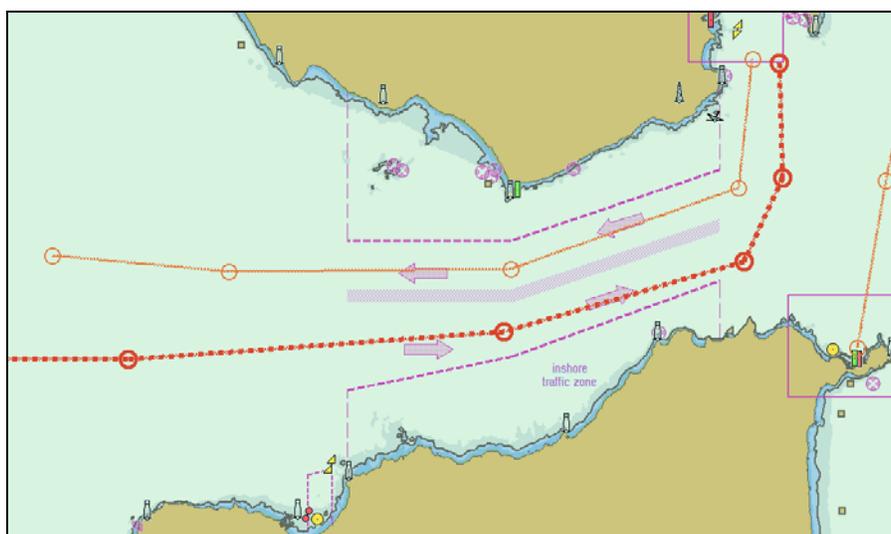


Ilustración 38: Tres derrotas, una seleccionada.



Durante la navegación el ECDIS:

- Mostrará la derrota seleccionada y la posición del buque siempre que la pantalla cubra esa zona.
- Siempre será posible representar en pantalla zonas fuera de donde se encuentre el buque y/o la derrota, pero las funciones automáticas de seguimiento de la derrota continuarán (actualización de la posición del buque, suministro de alarmas e indicaciones), será posible volver a visualizar la zona donde se encuentra el buque de manera rápida (normalmente mediante la pulsación de un solo botón)
- Activará las alarmas apropiadas según lo indicado en el punto **6.1.7 Generación de alarmas e indicaciones.**
- Grabará los datos de la navegación según lo indicado en el punto **6.1.8 Grabación de datos de navegación.**

6.1.7. Generación de alarmas e indicaciones.

Una de las más importantes características del ECDIS es su capacidad de generar alarmas e indicaciones gracias al carácter vectorial de la cartografía usada y a la cantidad de información que contiene dicha cartografía.

Las alarmas e indicaciones que podrá generar un ECDIS son las siguientes:

- Datos de mayor escala disponibles. *
- Apartamiento de la derrota mayor al indicado como permisible por el usuario. *
- Cruzando el veril de seguridad.
- Área con condiciones especiales:
 - Zona de separación de tráfico (todos sus componentes).
 - Derrotas recomendadas.
 - Áreas restringidas.
 - Áreas de precaución.
 - Áreas de producción en la mar.
 - Áreas a evitar.
 - Áreas de prácticas militares.
 - Áreas de amerizaje de hidros.
 - Zona de tránsito de submarinos.
 - Zona de hielos.
 - Canales.
 - Caladeros.
 - Zonas de pesca prohibida.
 - Zonas de cables o tuberías.
 - Fondeaderos.
 - Zonas de prohibido fondeo.
 - Vertederos.
 - Fondos sucios.
 - Áreas dragadas.
 - Zonas de transbordo de carga.
 - Zonas de incineración.
 - Zonas especialmente protegidas.
- Aproximación a un punto crítico.
- Datum geodésico distinto (requerirá el uso del mensaje NMEA adecuado) *
- Malfunción del equipo. *
- Sobreescalado (el zoom seleccionado es demasiado grande para la carta)
- Ruta a través de un veril de seguridad.
- Ruta a través de un área de condiciones especiales.
- Fallo del sistema de posición. *

** Estas son las únicas alarmas que estarán disponibles si el equipo trabaja en modo RCDS, es decir empleando cartas Raster.*

Las alarmas serán audibles y visibles, mientras que las indicaciones tan solo visibles. Los ECDIS suelen poder “filtrar” el nivel de alarmas e indicaciones pudiendo por ejemplo eliminar los referidos a las áreas de condiciones especiales.

6.1.8. Grabación de datos de navegación.

Los ECDIS grabaran de manera estándar los datos referidos a la navegación durante las últimas doce horas (los distintos fabricantes podrán ampliar esta cifra), grabando los siguientes datos:

- Derrota efectuada por el buque, incluyendo hora, posición, rumbo y velocidad.
- Datos oficiales empleados: Archivo ENC fuente, edición, fecha e historial de actualizaciones.

Adicionalmente un ECDIS deberá grabar datos de la derrota efectuada (completa) a intervalos nunca superiores a cuatro horas.

No será posible por parte del usuario modificar o manipular estos datos. Se proveerán herramientas para reproducir gráficamente estos datos, normalmente estas herramientas presentan un aspecto similar al de un reproductor de vídeo pudiendo rebobinar avanzar, retroceder y ver lo acaecido a velocidad superior a la normal.

Estos datos podrán ser de vital importancia a la hora de reproducir la derrota efectuada por el buque y la información vista en el ECDIS por el oficial de guardia, y de hecho ya han sido empleados en la reproducción de accidentes en los que se han visto implicados buques dotados de estos sistemas, pero no debe ser en modo alguno confundida con las capacidades mucho mas complejas de los equipos VDR (voyage data recorder) que constituyen autenticas “cajas negras” para buques, en modo alguno un ECDIS podrá reemplazar a estos.

6.2. Otros equipos y sistemas relacionados con el ECDIS.

Podemos encuadrar a los equipos ECDIS dentro del concepto de “puente integrado”, con la idea de que el ECDIS sea el equipo donde se reúna toda la información de navegación que el oficial de derrota necesitará para tomar decisiones, es obvio que toda esta información llegará al ECDIS procedente de otros equipos, mostrándola este de manera adecuada y amigable para el usuario, pudiendo asimismo enviar también información a los mismos (por ejemplo al piloto automático).

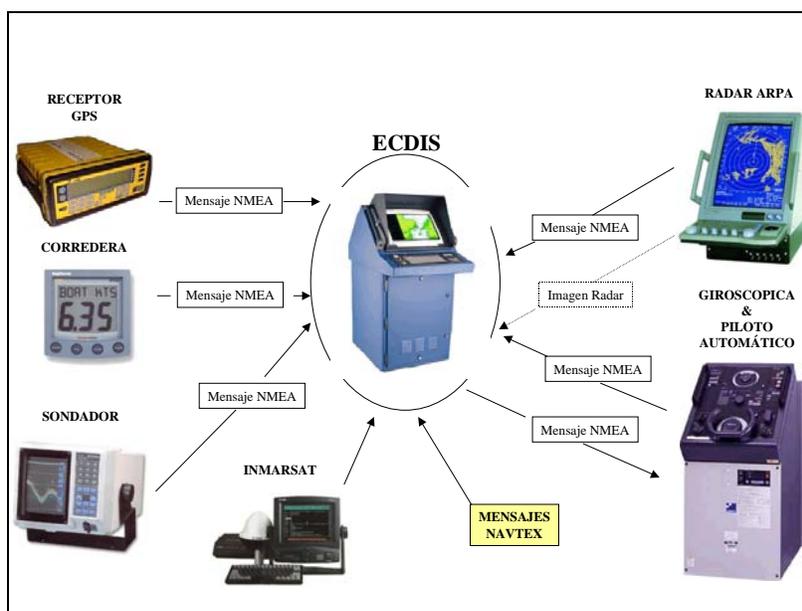


Ilustración 39: Conexión del ECDIS con otros equipos.

Como vemos en la ilustración anterior el flujo de información entre el ECDIS y la mayoría de los equipos del puente se realiza a través de los mensajes NMEA siendo la conexión física entre estos equipos mediante cables y puertos serie.

El ECDIS no podrá en modo alguno degradar las prestaciones de los equipos conectados a él y de manera recíproca aquellos no podrán degradar las suyas.

El ECDIS deberá, como mínimo, ser conectado a equipos que le provean con información de posición, rumbo y velocidad.

La gama de equipos que pueden ser conectados al ECDIS es muy grande, pero estudiaremos los más comunes en los siguientes puntos.

Comenzaremos con el estudio del estándar NMEA que como hemos visto es la forma de conexión más normal entre el ECDIS y otros equipos.

6.2.1. Protocolo NMEA de conexión de equipos marítimos.

NMEA (National Marine Electronics Association) es una asociación sin ánimo de lucro de productores, distribuidores y autoridades relacionadas con los equipos electrónicos marítimos.

El estándar NMEA 0183 define un interfaz eléctrico y un protocolo de datos para comunicaciones entre equipos marítimos. Se trata de un estándar adoptado de manera voluntaria por la práctica totalidad de las empresas del sector. La primera versión se definió en Marzo de 1983 y la última (versión 3.0 también conocida como NMEA de alta velocidad) en Julio de 2001.

Se emplean para la conexión física cables serie apantallados y los parámetros de la conexión son:

- Velocidad: 4800 baudios. (38400 en la versión 3.0)
- Bits de datos: 8
- Bits de parada: 1
- Paridad: No

En cada circuito existirá un solo equipo transmisor ("talker") y uno o varios receptores ("listeners").

Los datos se transmiten codificados mediante las llamadas "sentencias" o "mensajes" que tienen un formato como el que sigue:

\$tts,ss,d1,d2...<CR><LF>

Los dos primeros caracteres que siguen al "\$" son el "identificador de transmisor", y sirven para identificar al equipo que transmite la información. Algunos de los valores que podemos encontrar:

- *AG* Piloto automático
- *EC* ECDIS
- *GP* GPS
- *HE* Giroscópica
- *RA* RADAR y/o ARPA
- *SS* Sondador
- *VD* Corredera doppler
- *DM* Corredera magnética
- *VW* Corredera mecánica

Los tres siguientes caracteres son el identificador de la sentencia, que sirve para identificar que información vamos a recibir y en que formato, a continuación siguen una serie de campos de datos separados por comas, el número de estos y los datos que han de contener depende de la sentencia, en el caso de que un equipo transmisor no quiera suministrar un dato de uno de estos campos lo dejara en blanco, transmitiendo las comas ",,".

La próxima versión de este protocolo, conocida como NMEA 2000, constituirá una revolución, siendo mas parecida a una red informática, con mayores velocidades de transmisión, múltiples transmisores, plug & play etc...

En los siguientes puntos veremos distintas sentencias aplicables a los distintos equipos que recorramos.

6.2.2. GPS y otros equipos de posición.

Un receptor GPS u otro con las mismas funcionalidades (como Glonass o el futuro Galileo) son el mínimo imprescindible a ser conectado a un ECDIS, ya que son capaces de suministrar la información mínima imprescindible sobre el comportamiento geoespacial del buque, posición, rumbo y velocidad.

El ECDIS podrá con los datos suministrados por estos equipos “dibujar” la situación del buque y el vector correspondientes al rumbo y velocidad efectivos (en ingles Rhumb and speed over the ground).

El mensaje NMEA mas común y completo seria el GGA y presentaría la siguiente forma:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

*\$GPGGA,hhmmss.ss,llll.ll,a,yyyy.yy,a,x,xx,x.x,x.x,M,x.x,M,x.x,xxxx*hh*

- 1) Hora UTC.
- 2) Latitud.
- 3) N o S (Norte o Sur)
- 4) Longitud.
- 5) E y W (Este u Oeste)
- 6) Indicador de calidad GPS (0= posición no disponible, 1=posición GPS, 2=posición GPS diferencial)
- 7) Numero de satélites disponibles, 00 - 12
- 8) Hdop.
- 9) Altitud de la antena sobre el nivel medio del mar (geoide)
- 10) Unidad de altura de la antena (normalmente M=metros)
- 11) Separación geoidal, diferencia entre el elipsoide WGS84 y el geoide, "-" significa geoide bajo el elipsoide.
- 12) Unidades de separación geoidal, normalmente M=metros.
- 13) Edad del dato diferencial en segundos.
- 14) Identificación de la estación diferencial, 0000-1023
- 15) Checksum

Si el equipo GPS suministra tambien el mensaje DTM (referencia de datum) permitirá la generación de una alarma en el caso de que en el receptor se seleccione un datum distinto a WGS84, dicho mensaje será siempre asi:

*\$GPDTM,W84,,,,,,W84*hh*

En caso de que el mensaje DTM presente otros datos, significará que el usuario ha seleccionado un datum distinto al WGS84 y el ECDIS generará una alarma.

6.2.3. Giroscópica.

La conexión del ECDIS a una giroscópica permitirá orientar el símbolo que representa el buque (que puede ser representado a escala real) de manera correcta, esto es según el rumbo verdadero. La correcta orientación de este símbolo sobre la carta es importante en aguas restringidas, canales, esclusas, ríos y si se pretende emplear el ECDIS como ayuda en la maniobra de atraque.

En caso de no disponer de esta conexión, el citado símbolo aparecería orientado según el rumbo efectivo, calculado a partir de las situaciones obtenidas del equipo de posición.

El mensaje NMEA empleado podría ser el HDT (Heading True, rumbo verdadero) y tendría la siguiente forma:

```
      1  2  3
      |  |  |
$AGHDT,x.x,T*hh
```

- 1) Rumbo verdadero en grados.
- 2) Siempre T (T= true, verdadero).
- 3) Checksum.

6.2.4. Corredera.

Si a la conexión de giroscópica unimos una buena corredera (por ejemplo una de tipo doppler) el ECDIS podrá mostrar sobre la carta el vector correspondiente al rumbo (con la conexión de la giroscópica) y velocidad verdaderos, que nos permitirá apreciar gráficamente la deriva y apartamiento que afectan al buque.

El mensaje NMEA suministrado por una corredera podría ser el VBW (Ground / Water speed, velocidad sobre el fondo y en el agua):

```
      1  2  3 4  5  6 7
      |  |  | |  |  | |
$VDVBW,x.x,x.x,A,x.x,x.x,A*hh
```

- 1) Velocidad longitudinal con respecto al agua, "-" significa hacia atrás.
- 2) Velocidad transversal con respecto al agua, "-" significa a babor.
- 3) A= datos validos.
- 4) Velocidad longitudinal con respecto al fondo, "-" significa hacia atrás.
- 5) Velocidad transversal con respecto al fondo, "-" significa a babor.
- 6) A= datos validos.
- 7) Checksum.



6.2.5. Radar ARPA.

La conexión de un RADAR de tipo ARPA (esto es dotado de un calculador para realizar los cálculos cinemáticos apropiados para el seguimiento de los blancos) es una de las más interesantes ya que permitirá al oficial de derrota una más eficaz toma de decisiones acerca del gobierno de los blancos al poder apreciar la situación real de los mismos sobre la carta.

Los datos de estos “blancos sintéticos” llegan al ECDIS a través de un cable serie convencional y mediante un mensaje NMEA debiendo siempre de ser adquiridos en el RADAR.

El ECDIS podrá generar alarmas de estos blancos a partir de los CPA (distancia mínima de aproximación) y TCPA (tiempo a la distancia mínima de aproximación) introducidos por el usuario.

El mensaje NMEA apropiado para que el radar ARPA "transmita" sus blancos al ECDIS sería el TTM (Tracked Target Message, mensaje de blanco en seguimiento):

13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14

*\$RATTM,xx,x.x,x.x,a,x.x,x.x,a,x.x,x.x,a,c--c,a,a*hh*

- 1) Número de blanco.
- 2) Distancia al blanco.
- 3) Demora desde nuestro buque al blanco.
- 4) Unidades de demora.
- 5) Velocidad del blanco.
- 6) Rumbo del blanco.
- 7) Unidades del rumbo.
- 8) CPA, distancia al punto más cercano de aproximación.
- 9) TCPA, tiempo en llegar al punto más cercano de aproximación.
- 10) "-" indica incrementándose.
- 11) Nombre del blanco.
- 12) Estado del blanco.
- 13) Referencia del blanco.
- 14) Checksum.

Algunos fabricantes de ECDIS ofrecen la opción de situar la “imagen RADAR” sobre las cartas mediante el uso de una tarjeta apropiada, si bien esta opción no podrá ser empleada de manera continua ya que la “costa RADAR” taparía la cartografía si que resultara útil en muchas situaciones, ya que obviamente si ambas líneas de costa coinciden esto quiere decir que la posición recibida de nuestro equipo de situación será de muy buena calidad.

De entre los ECDIS que ofrecen esta última característica algunos son capaces de ejercer funciones ARPA completas, autoadquiriendo blancos y permitiendo al usuario capturarlos manualmente sobre el propio ECDIS sin necesidad de emplear la consola del RADAR. De hecho ya existen en el mercado consolas que integran en una sola unidad RADAR y ECDIS siendo de gran utilidad en buques con puentes de dimensiones reducidas.

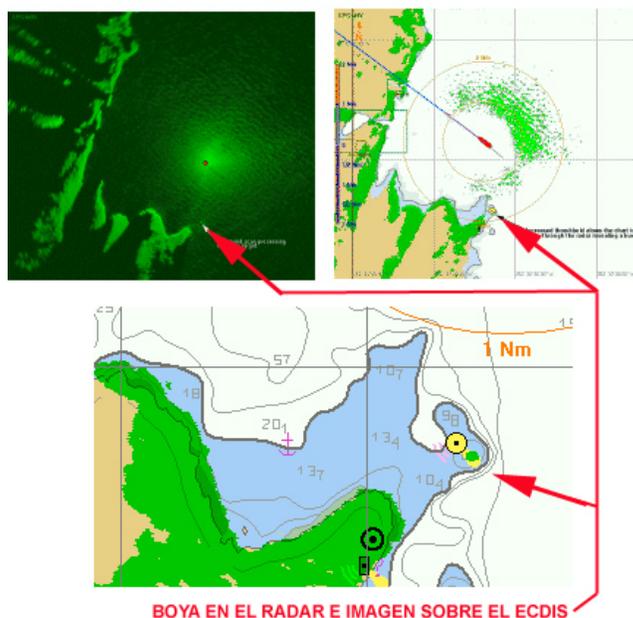


Ilustración 40: Imagen RADAR sobre ECDIS

6.2.6. Piloto automático.

La posibilidad de conexión del ECDIS al piloto automático del buque resulta de lo más práctico, en especial en aquellos barcos que cuentan con una dotación reducida siendo la guardia de puente de una o a lo sumo dos personas.

Esta conexión permitirá que el buque siga de manera automática las derrotas previamente planeadas, en caso de vernos obligados a abandonar temporalmente la derrota para, por ejemplo, gobernar a otro buque, tendremos dos opciones:

- Pasar el piloto automático a modo manual con lo que gobernaremos de manera manual, para al finalizar pasar de nuevo a modo automático, de forma que el barco regrese a la derrota planeada.
- Crear una nueva derrota sobre el ECDIS para gobernar el buque y convertirla en la derrota activa, generalmente los ECDIS proveen de un botón que efectúa esta acción de manera automática, desactivando la derrota actual y solicitando de inmediato los waypoints de la nueva derrota que será automáticamente la derrota activa.

La segunda de estas dos posibilidades será especialmente útil si disponemos de los blancos RADAR sobre el ECDIS.

La conexión entre ECDIS y piloto automático puede realizarse físicamente mediante un único cable serie, en cuyo caso el ECDIS actúa como transmisor enviando datos de apartamientos de la derrota y distancia a "waypoints", o bien mediante dos cables, pudiendo establecerse un diálogo, así el piloto automático podrá indicar el ángulo del timón y la velocidad de caída, entre otros datos.

El ECDIS puede emplear diversos mensajes NMEA para enviar información al piloto automático, pero vamos a ver uno de los más empleados, el mensaje APB (Auto Pilot sentence B, sentencia de piloto automático B):

```

                                     13  15
                                     |  |
1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12| 14 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
$ECAPB,A,A,x.x,a,N,A,A,x.x,a,c--c,x.x,a,x.x,a*hh
```

- 1) Estado, V para Loran C, A para el resto de equipos.
- 2) Estado, V= error de reloj en Loran C, A= OK.
- 3) Apartamiento lateral de la derrota.
- 4) Dirección a gobernar L= Babor, R= Estribor.
- 5) Unidades del apartamiento, N= millas náuticas.
- 6) Estado, A= Entrado en el círculo de aproximación al waypoint.
- 7) Estado, A= Línea perpendicular al waypoint sobrepasada.
- 8) Demora del waypoint origen al destino.
- 9) M= magnética, T= verdadera.
- 10) Identificación del waypoint de destino.
- 11) Demora de la presente posición al destino.
- 12) M= magnética, T= verdadera.
- 13) Rumbo a gobernar para el waypoint de destino.
- 14) M= magnética, T= verdadera.
- 15) Checksum.

6.2.7. Equipos de comunicaciones.

Disponer de un ECDIS conectado a un equipo NAVTEX e INMARSAT ofrece al navegante grandes ventajas:

- Recepción de mensajes NAVTEX sobre la pantalla del ECDIS, reduciéndose así la posibilidad de que estos no sean leídos.
- Acceso a los archivos de “updates” (avisos) vía INMARSAT – INTERNET.
- Posibilidad de emplear el equipo como “fax meteorológico” presentando información meteorológica sobre la cartografía constituyendo así una ayuda inapreciable en el planeamiento de derrotas oceánicas.

6.2.8. Transpondedores (sistema AIS)

Los sistemas AIS son equipos diseñados para poder efectuar el seguimiento de buques en la mar desde otros buques o desde estaciones VTS en tierra, proporcionando asimismo identificación de los mismos.

Estos equipos nacieron de la exigencia de los estados ribereños de disponer de formas automáticas de identificación de los buques que navegan por sus aguas territoriales, dado la dificultad de identificación que sufren los VTS basados en RADAR, a pesar de esta vocación de “vigilante en tierra”, los buques dotados de AIS podrán asimismo efectuar la identificación y seguimiento de otros que asimismo lo monten, sus ventajas frente al radar son evidentes:

- No se ve afectado por el estado de la mar, la lluvia o accidentes costeros (puede seguirse un buque que este tras un espigón, cabo etc..)
- Un RADAR ARPA moderno será capaz de seleccionar y seguir unos veinte blancos con una frecuencia de actualización de 3 segundos, pero tardara en detectar los cambios de rumbo de un blanco uno o dos minutos (hasta cinco en el caso de un gran petrolero). Un buque equipado con AIS efectuando un cambio de rumbo transmitirá sus datos con una frecuencia de entre 2 y 4 segundos.
- La identificación de los blancos del RADAR es exclusivamente visual.
- AIS no introduce falsos blancos.

Los AIS transmiten los siguientes datos vía VHF:

- Nombre del buque
- Indicativo de llamada
- Número identificativo OMI
- Fecha y hora UTC
- Posición en datum WGS84
- Rumbo COG
- Velocidad SOG
- Destino
- ETA
- Tipo de buque
- Longitud
- Carga
- Número de personas abordo

Los datos se transmiten con los siguientes intervalos de actualización:

Estado del buque	Intervalo de actualización
Fondeado o atracado.	3 min.
0 – 14 nudos rumbo constante	12 segundos
0 – 14 nudos y cambiando de rumbo	4 segundos
14 – 23 nudos rumbo constante	6 segundos
14 – 23 nudos y cambiando de rumbo	2 segundos
Mas de 23 nudos y rumbo constante	3 segundos
Mas de 23 nudos y cambiando de rumbo	2 segundos

Los equipos AIS suelen disponer de equipos de presentación independientes, los mas sencillos de los mismos presentan la información del AIS en un formato alfanumérico similar a una hoja de calculo, pero la conexión de este equipo con nuestro ECDIS nos proporcionará los blancos con todos sus datos sobre la cartografía y si disponemos también de los blancos ARPA nos permitirá comparar ambos y será un gran ayuda para el oficial de puente.

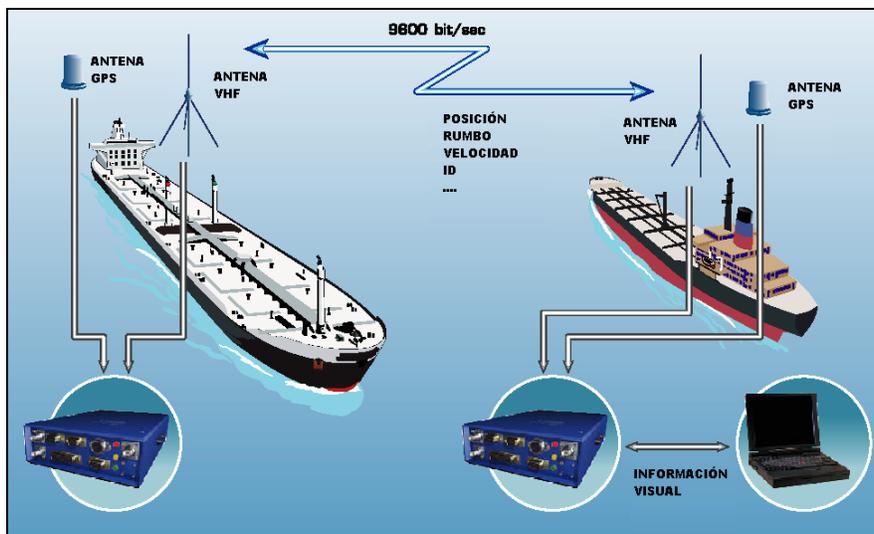


Ilustración 41: Sistema AIS.



6.2.9. Sondadores.

La ventaja de tener nuestro sondador conectado a nuestro ECDIS es (aparte de la concentración de información en un solo punto) la posibilidad de ver junto a la batimetría cartografiada la real obtenida por el sondador ecoico.

El mensaje NMEA mas comunmente empleado para transmitir el dato de sonda del sondador al ECDIS es el DBS (Depth Below Surface, Profundidad desde la superficie):

```
1 2 3 4 5 6 7  
|  |  |  |  |  |  
$SSDBS,x.x,f,x.x,M,x.x,F*hh
```

- 1) Profundidad en pies.
- 2) f= pies.
- 3) Profundidad en metros.
- 4) M= metros.
- 5) Profundidad en brazas.
- 6) F= brazas.
- 7) Checksum.

6.2.10. Otros equipos.

Hemos dado un rápido repaso a los equipos que mas comúnmente podremos encontrar conectados a un ECDIS en el puente de un barco, sin embargo existen otros muchos quizás mas exóticos que podemos encontrar conectados a un ECDIS, como son:

- Navegadores inerciales, imprescindibles en submarinos.
- Anemómetros y en general toda clase de instrumentos metereológicos.
- Transpondedores submarinos para situar redes, ROV's, buceadores..., en pesqueros, dragaminas etc...
- Prismáticos dotados de brújula y telémetro.
- Plotters que reflejan las posiciones sobre cartas de papel.

6.3. Ventajas, inconvenientes, precauciones y recomendaciones para un uso apropiado.

Espero que el alumno que haya llegado hasta este punto se haya convertido en un adepto a la causa de la bondad de la cartografía electrónica y los equipos ECDIS, pero como con cualquier otra tecnología conviene conocer no solo sus posibilidades y ventajas sino también sus limitaciones y las precauciones que han de seguirse para un uso correcto de la misma.

6.3.1. ¿Para que quiero saber lo que es un datum?

Muchos navegantes con muchos años en la mar a sus espaldas, se preguntan para que necesitan conocer lo que es el datum y en que les afecta a ellos, probablemente es responsabilidad del hidrógrafo / cartógrafo concienciarles de lo importante que es, en especial desde la llegada de los equipos de navegación por satélite.

La forma de navegación tradicional basada en la medición de demoras a objetos fijos en tierra, permitía prescindir del datum, estas demoras se trazaban en la carta y el resultado era siempre la posición del buque, independientemente del datum de la carta.

Navegando con un equipo GPS se toman los valores de posición (latitud y longitud) del buque y se plasma esta en la carta, como sabemos, estas coordenadas se miden sobre un modelo matemático (elipsoide y punto fundamental) al que llamamos datum, pues bien, en caso de que nuestro GPS y nuestra carta estén en distintos datums tenemos un desastre potencial entre las manos. Es especialmente importante comprender que un mismo punto sobre la superficie terrestre tendrá distintas coordenadas al ser expresadas en distintos datums.

Los equipos GPS suministran las coordenadas en datum WGS-84, si nuestra carta esta en otro datum (por ejemplo ED50), podemos hacer dos cosas:

- Aplicar los valores de “desplazamiento de la posición” que aparecen en la leyenda de la carta.
- Seleccionar en las opciones del equipo GPS el datum apropiado (será el propio equipo el que aplique un valor de desplazamiento)

Las cartas ENC (formato S57) siempre estarán en datum WGS84, en cartas electrónicas de otros formatos comprobar siempre los datos de cabecera para comprobar este punto.

6.3.2. Entendiendo la precisión de las cartas.

Tradicionalmente el marino consideraba siempre a las cartas de navegación como precisas en términos absolutos o al menos “lo suficientemente precisas”. Esta percepción puede cambiar hoy en día. Esto es así por la evolución de las técnicas empleadas para obtener la posición del buque en los últimos años.

Veinte años atrás la situación de un buque expresada por tres demoras que formasen un triángulo equilátero de tres milímetros de lado en una carta de escala 1:10.000 representaba un triángulo en el mundo real de 30 metros de lado donde se encontraba el barco, esta imprecisión en la posición obtenida obligaba a dar un resguardo apropiado a peligros, que representados en la carta, se suponían en coordenadas “precisas”.

Con la llegada del GPS y el ECDIS el marino puede contar con precisiones en la posición del orden de +/- 3 a 5 metros que pueden llevarle a la tentación de disminuir el resguardo dado a peligros cartografiados.

El problema es que la mayoría de las cartas ENC se han compilado a partir de datos existentes para cartas de papel, y una parte importante de los mismos proceden de levantamientos hidrográficos anteriores a los equipos GPS y que se realizaron con equipos de situación de menor precisión que los que dispone hoy el usuario de la carta.

Conviene también recordar los propósitos de navegación (ver punto **5.5.1 Células.**) y tener en cuenta que las cartas de propósitos 1,2 y 3 no son adecuadas para la navegación en aguas restringidas (accesos a puerto, puertos, canales, ríos..)

Asimismo conviene consultar en la cabecera de la célula el valor de la escala (CSCALE) y a partir del mismo podemos hacer el siguiente calculo para conocer la precisión que podemos esperar en la posición de los objetos en la carta: $(CSCALE * 2) / 5.000$, así en una célula de propósito 5 (portulano) con CSCALE=5000 podemos esperar una precisión en las posiciones de +/- 2 metros, mientras que una carta de propósito 3 (costera) con CSCALE=50000 de +/- 20 metros.

6.3.3. Mundo real vs. ECDIS.

Aunque pueda parecer de perogrullo, puede ser fácil olvidar que lo que vemos en la pantalla de nuestro ECDIS es tan solo una representación del mundo real, **no el mundo real en si mismo.** Resulta vital la confirmación de esta representación de forma regular mediante la observación del mundo real que se encuentra fuera del puente.

A pesar de que las ENC sobre la pantalla de un ECDIS conectado a GPS, RADAR y otros dispositivos de navegación resultan una ayuda valiosa para la rápida toma de decisiones, no son ni deben ser quien tome las decisiones, siempre debe ser un marino consciente de su responsabilidad y adecuadamente adiestrado.

6.4. WECDIS, un ECDIS militar.

Dentro de la alianza militar OTAN se ha creado el concepto de WECDIS (ECDIS para buques de guerra) con el fin de tratar de normalizar todos los equipos de navegación sobre cartografía electrónica que porten los buques de los distintos países miembros de la alianza, dicha estandarización se regula mediante el STANAG 4564.

Estos equipos se basan en las normas para ECDIS ampliándolas para cubrir las particularidades que, en cuanto a navegación, puede tener un buque de guerra.

Así, la información cartográfica puede llegar por medios digitales CNI y ANI y las derrota por diversos medios (latitud y longitud, demora y distancia, posición del cursor, cargarse desde una AML...), el operador podrá crear enfilaciones de seguridad con notas (ej: no pasar de esta demora), definir objetos específicamente militares, sectores de tiro de armas, áreas de acercamiento de helicópteros, áreas y líneas de peligro, así como guardar y proteger toda esta información mediante clave.

Durante la navegación se podrá situar la posición en el WECDIS mediante:

- Radio ayudas a la navegación (GPS militar, LORAN etc..)
- Información visual.
- Información Radar.
- Información electro – óptica.

En caso de disponer de varios sistemas de obtener la posición se podrá seleccionar el uso de uno solo, o ver la posición de varios, o realizar a partir de los datos de los mismos un cálculo de la posición mas probable.

Se podrá determinar una zona de guarda tridimensional y dinámica, alrededor del buque que dependerá de su velocidad y capacidad de maniobra.

La cartografía se podrá representar Norte Arriba, Rumbo Arriba o Proa Arriba y el movimiento del buque sobre la misma podrá ser absoluto, relativo, o basado en un punto fijo.

Se han añadido alarmas adicionales a las establecidas para ECDIS, como aquellas que afectan a los productos militares digitales (AML).

Debido a la similitud entre ECDIS y WECDIS es de esperar que la mayoría de los fabricantes actuales de ECDIS fabriquen estos últimos y ofrezcan a las Armadas que han adquirido ECDIS la posibilidad de actualizarse a WECDIS.

7. AMLs CAPAS MILITARES ADICIONALES

Veremos en esta capítulo como se van a cubrir las necesidades de los marinos de guerra de datos geoespaciales ajenos a las cartas náuticas en un formato digital. Mediante el uso de las llamadas AML (Additional Military Layers, Capas Militares Adicionales), que a pesar de su acrónimo no pueden ser consideradas simplemente como “capas a superponer” por que algunos usuarios las podrán emplear sin una carta “debajo” y cuya información tendrá en muchos casos origen en organismos de la administración civil.

7.1. Productos cartográficos específicos para la Armada.

Tradicionalmente los servicios hidrográficos – oceanográficos de los distintos países han suministrado información variada a sus Armadas (en especial en aquellos países en que aquellos dependen de estas) que proviniendo de datos recopilados y procesados por los mismos diferían de la mostrada en las cartas comunes puestas a disposición del navegante civil.

Estos productos suelen ser:

- Cartas de navegación submarina: Dotadas de mayor información batimétrica (sondas y veriles).
- Perfiles de playa: Planos que permiten apreciar la forma del terreno en aquellas playas susceptibles de acciones anfibia “tradicionales” (esto es, empleando lanchas de desembarco) mostrando la zona de interés para la varada de la lancha y para los primeros metros de evolución del infante en tierra.
- Cartas de “acceso a puertos”: Describen con gran detalle las características del fondo en los canales de acceso a bases navales y puertos de interés mostrando objetos en el fondo, que puedan ser de interés para operaciones de minado / desminado y mostrando las derrotas seguras.
- Datos de la columna de agua: datos históricos de características físico - químicas de la columna de agua, de especial importancia en la guerra submarina – antisubmarina.
- Datos históricos meteorológicos: Aunque su interés no es estrictamente militar, obviamente la dependencia de los mismos aumenta ante la necesidad de realizar vuelos, desembarcos, aprovisionamientos en la mar etc...

7.2. Necesidad del producto.

Como hemos visto en el punto **6.4 WECDIS, un ECDIS militar**. las Armadas se mueven rápidamente hacia 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 normalmente, 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.

Así, 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 (si bien puede ser necesaria para esta) requerida para la realización de las misiones específicas asignadas al buque (así la AML apropiada para un submarino será distinta de la que necesite un dragaminas...).

7.3. Aplicaciones.

Existen definidas distintos tipos de AML, a saber:

- MFF: Maritime foundations & Facilities, Apoyos marítimos y ayudas a la navegación.
- RAL: Routes Areas and Limits, Rutas y límites (podrán incluir datos aéreos)
- CLB: Bathymetric Contour, Veriles.
- LBO: Large Bottom Objects, Grandes objetos sobre el fondo.
- SBO: Small Bottom Objects, Pequeños objetos sobre el fondo.
- ESB: Enviroment Seabed and Beach, Datos ambientales del fondo y playas.
- NMB: Network Model Bathymetry, Modelo matricial de batimetría.
- IWC: Integrated Water Column, Datos de la columna de agua.
- AMC: Atmospheric & Meteorological Climatology: Datos atmosféricos y climatológicos.

Las distintas AMLs podrán ser combinadas en el mismo soporte físico de manera que según la misión del buque este reciba las de un tipo en concreto, de varios tipos o bien todas.



Ilustración 42: AML sobre imagen satélite, mostrando naufragios, una tubería, zona a evitar y derrota a seguir.

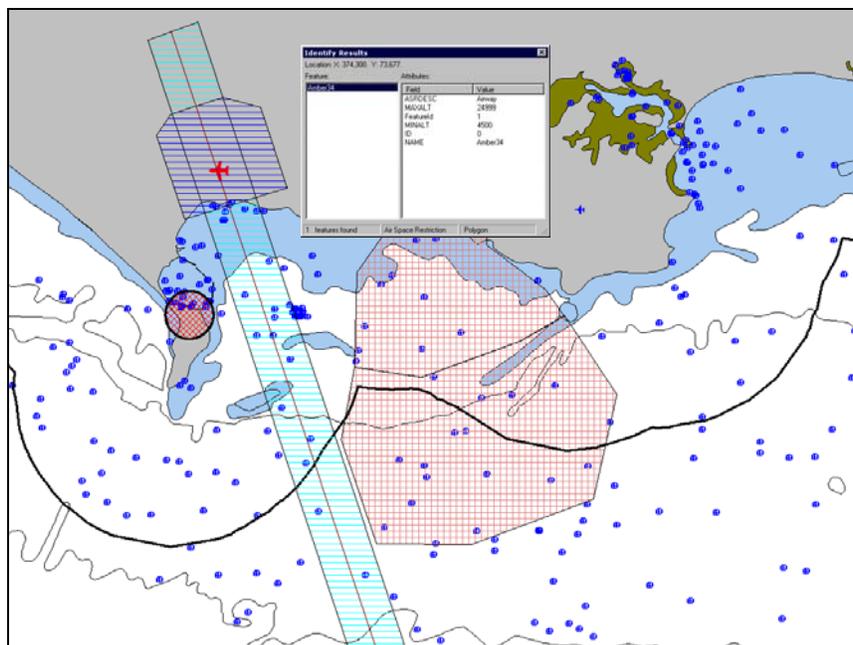


Ilustración 43: AML con información aérea.

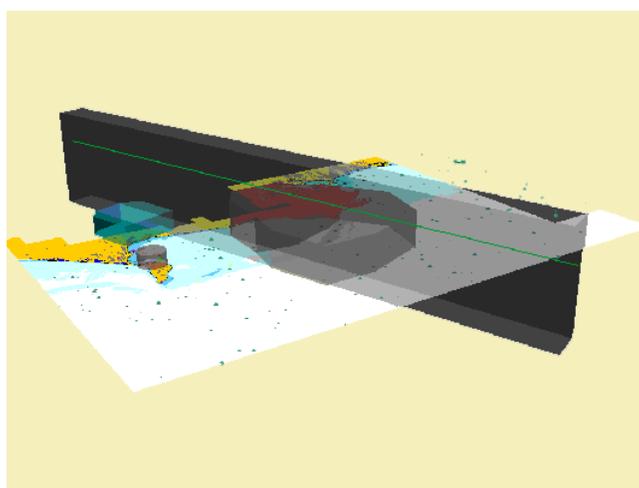


Ilustración 44: AML anterior en vista 3D sobre una ARCS.

8. CONCLUSION, DESPEDIDA, OBJETIVOS DE FUTURO

Espero que el alumno que haya tenido esta publicación en sus manos y haya finalmente llegado hasta este punto, sea ya un convencido de la bondad de los sistemas de cartografía electrónica y de las ventajas que a la navegación marítima puede aportar la combinación ECDIS / ENC, si durante la lectura de la misma, el estudio de la signatura, o en cualquier momento a lo largo de su carrera como hidrógrafo, le surgiera alguna duda acerca de estos temas, sabe que puede contar con su profesor y con el personal dedicado a la producción de ENC en la sección de Cartografía de este Instituto.

8.1. Objetivos de futuro para la Armada.

Como asignatura pendiente para la Armada en los próximos años esta el dotar a los buques de equipos ECDIS / WECDIS, tanto en la flota como en los buques auxiliares, ya que ambos necesitarán de los mismos, la flota para poder beneficiarse del uso de AML's y de facilitar la navegación en situaciones tácticas, y los buques auxiliares para poder aumentar la seguridad en su navegación al tiempo que se reduce el personal de la guardia de puente, algo que es especialmente importante en una época en que el personal comienza a escasear y en que se debe optimizar al extremo su uso.

Resultaría además deseable una uniformidad en estos equipos, de manera que el personal de puente pueda adaptarse rápidamente a otros destinos y se simplifique el, sin duda, imprescindible adiestramiento. Adiestramiento que se ha de incorporar a la mayor brevedad a los planes de estudios de todo el personal de derrota de la Armada.

8.2. Objetivos de futuro para el Instituto Hidrográfico.

La finalización del catalogo previsto de cartografía ENC, para quizás posteriormente ser ampliado, la producción de AML's para nuestra flota junto con la implantación definitiva de un sistema de producción cartográfica basada en una base de datos estructurada de acuerdo a los objetos /atributos S57 que permita producir de la misma todos los productos que el instituto pone a disposición del navegante.

Anexo 1. Definiciones y acrónimos.

Additional Military Layers (AML)	Capas Militares Adicionales	Contiene información militar específica (por ejemplo: contactos confundibles con minas, zonas de tránsito de submarinos, derrotas Q etc.) que se añade a la CNI/ANI del WECDIS.
AIS		Ver Automatic Identification System.
All other information	Otra información	Término usado en ECDIS para describir toda la información no presentada en el "Standar Display"
AML		Ver Additional Military Layers (AML).
ANI		Ver Auxilliary Navigation Information (ANI).
ARPA		Ver Automatic Radar plotting Aid
Attribute	Atributo	Característica de un objeto. Se identifica por una etiqueta / código. Pueden ser cualitativos o cuantitativos.
Automatic Identification System (AIS)	Sistema de Identificación Automática	Sistema de comunicación e identificación diseñado para mejorar la seguridad de la navegación ayudando a los VTS y buque. Su información podrá ser mostrada en un ECDIS.
Automatic Radar Plotting Aid (ARPA)		Un sistema en el cual los blancos Radar son adquiridos y seguidos automáticamente efectuando cálculos continuos a efectos de suministrar alarmas anti-colisión.
Auxilliary Navigation Information (ANI)	Información Auxiliar de Navegación.	Información necesaria para la navegación que puede ser empleada como back-up para la CNI del WECDIS o en situaciones en que no se dispone de CNI.
Cell	Célula	Unidad de información básica para la distribución de datos ENC, estará geográficamente definida por dos meridianos y dos paralelos, no excederá de 5 Mb y se habrá realizado para un propósito de navegación determinado.
CHRIS		Ver Committee on Hydrographic Requeriments for Information Systems.
Clutter		Exceso de información o "ruido" en los datos de una visualización que reduce su disponibilidad.
CNI		Ver Core Navigation Information (CNI).
Collection object	Objeto colección	Un objeto entidad que describe las relaciones entre otros objetos.
Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems (CHRIS)		Un comité de la OHI encargado de promover y coordinar el desarrollo de productos y servicios digitales oficiales.



Compilation	Compilación	En cartografía, la selección, ensamblaje y representación gráfica de toda la información relevante requerida para la preparación de un nuevo mapa / carta o de una nueva edición de la misma. Dicha información puede provenir de otros mapas / cartas, fotogrametría, levantamientos y otras fuentes.
Compilation scale	Escala de compilación	La escala a la cual los datos ENC fueron compilados.
Conditional symbology procedure	Procedimiento condicional de simbología	Un procedimiento de tomas de decisiones usado para asignar un símbolo a un objeto cuando el símbolo depende de las circunstancias (por ejemplo cuando depende del veril de seguridad) o su simbolización es compleja (por ejemplo las luces de sectores).
Connected node	Nodo conectado	Un nodo que es comienzo y/o final de uno o mas bordes
Core Navigation Information (CNI)	Información Principal de Navegación	Toda la información vectorial necesaria para realizar una segura navegación empleando un WECDIS.
Course up display	Representación rumbo arriba	la información se mostrará en la pantalla (del RADAR o ECDIS) con el rumbo del buque hacia arriba.
Data quality indicator	Indicador de la calidad de los datos	Indicación de la fiabilidad y precisión de los levantamientos en un área en particular, indicado usando el atributo CATZOC del objeto M_QUAL.
Differential GLONASS (DGLONASS)		Ver GLONASS
Differential GPS (DGPS)		Ver GPS
Differential System	Sistema Diferencial	Un sistema en el que sistemas de radio-navegación son comprobadas en posiciones conocidas y las correcciones determinadas transmitidas a usuarios en el área de cobertura.
Display base	Representación base	Información siempre mostrada en pantalla.
Display scale	Escala de representación	la proporción entre una distancia en la pantalla y la distancia sobre el terreno.
DX90-format	Formato DX90	Nombre dado a la estructura de datos en las versiones 1 y 2 de S57.
Edge	Borde	Objeto unidimensional localizado por dos o mas pares de coordenadas (o dos o mas nodos conectados).
Electronic chart	Carta electrónica	Termino muy amplio para describir los datos, el software y los equipos electrónicos capaces de mostrar información cartográfica
Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)	Sistema de Representación e Información de Carta Electrónica	Un sistema de información de navegación, que con los back-up's adecuados puede ser aceptado para cumplir los requerimientos de cartografía actualizada regulados por el convenio SOLAS.
Electronic Chart Systems (ECS)	Sistemas de carta electrónica	Termino genérico empleado para designar equipos que muestran datos cartográficos pero no cumplen los "Performance Standards for ECDIS" de la OHI.



Electronic Navigational Chart (ENC)	Carta Náutica Electrónica	Una base de datos, estandarizada en su contenido, estructura y forma, creada para su uso en equipos ECDIS por un servicio hidrográfico oficial.
ENC		ver Electronic Navigational Chart (ENC)
ENC Product Specification	Especificación de producto para ENC	Anexo B1 de la S57 que especifica el contenido, estructura y otros aspectos obligatorios de una ENC.
Exchange format	Formato de intercambio	Especificación de la estructura y organización de los datos para facilitar su intercambio entre sistemas informáticos.
Exchange set	Volumen de intercambio	Una serie de archivos para una completa transferencia de datos de un único propósito. La especificación de producto para ENC define un volumen de intercambio que contendrá un fichero catalogo y al menos uno de datos.
Face	Cara	Objeto bidimensional. Una cara es un área continua definida por un bucle de uno o mas bordes que lo rodean.
Geo object	Objeto geo	Un objeto entidad que provee descripción de las características de una entidad del mundo real. (La información de posición de dicha entidad se suministra a través del objeto espacial)
Geographic Information System (GIS)	Sistema de Información Geográfica	Sistema informático para el manejo e integración de datos de una variedad de fuentes que están directa o indirectamente referenciados a la tierra.
GLONASS (Global Navigation Satellite System)		Un sistema basado en satélites para radio-posicionamiento, navegación y transmisión de datos horarios operado por el gobierno de la federación rusa. Un GLONASS al que se le aplican correcciones diferenciales se conoce como GLONASS Diferencial (DGLONASS)
GPS (Global Positioning System)		Un sistema basado en satélites para radio-posicionamiento, navegación y transmisión de datos horarios operado por el gobierno de los Estado Unidos. Un GPS al que se le aplican correcciones diferenciales se conoce como GPS Diferencial (DGPS)
IEC		Ver International Electrotechnical Commission.
IHO INT 1	INT 1 o Publicación Especial 14	Especificación de símbolos, abreviaturas y términos empleados en cartas internacionales.
IHO M4		Colección de especificaciones y reglamentos de la OHI para cartas internacionales.
IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data	Estándar de transferencia de datos digitales de la OHI	Originalmente publicada como SP57 (posteriormente S57) Versión 1 y después Versión 2.La última versión es la 3.
INMARSAT		International Maritime Satellite Organization, un consorcio internacional que provee cobertura mundial de comunicaciones por satélite para enlace con buques en la mar.
INT 1		Ver IHO INT 1.



International Electrotechnical Commission (IEC)	Comisión Electrotécnica Internacional	Una organización mundial no gubernamental para estandarización que comprende a todos los comités electrotécnicos nacionales. Su objeto es promover la cooperación internacional en todas las cuestiones relativas a la estandarización en los campos eléctrico y electrónico.
International Hydrographic Organization (IHO)	Organización Marítima Internacional (OHI)	Coordina las actividades de los servicios hidrográficos nacionales, promueve estándares y provee asistencia en el desarrollo nacional en los campos de levantamientos hidrográficos y la producción de cartas y publicaciones náuticas.
International Maritime Organization (IMO)	Organización Marítima Internacional (OMI)	Agencia de las naciones unidas responsable de la evaluación y mejora de la seguridad del tráfico marítimo internacional y de la prevención de la contaminación marina provocada por los buques.
ISO 8211		Estándar internacional que facilita el intercambio de archivos conteniendo datos entre sistemas informáticos.
Isolated node	Nodo aislado	Un objeto espacial adimensional aislado que representa la localización geométrica de una entidad puntual. Nunca puede ser usado como nodo de inicio o final de una línea.
Issuing Authority	Autoridad Editora	Agencia oficial que edita una ENC y sus actualizaciones.
Key	Llave	Identificador que establece uniones, por ejemplo entre objetos y atributos.
Layer	Capa	Un grupo de información relacionada que se muestra como un todo.
Line	Línea	Primitiva geométrica unidimensional.
M4		Ver IHO M4.
Maintenance document	Documento de mantenimiento	Documento acumulativo empleado para mantener el estándar S57 producido tras cada reunión del TSMAD
Matrix	Matriz	Una cadena de localizaciones espaciadas regularmente.
Meta object	Meta objeto	Un objeto entidad que contiene información acerca de otros objetos. Por ejemplo la escala de compilación o el datum vertical.
Navarea		Un área en la mar establecida con el propósito de coordinar la transmisión por radio de avisos a la navegación.
Navigational aid	Ayuda a la navegación	Un instrumento, dispositivo, carta, método etc., usado a bordo (físicamente puede estar en tierra o en la mar, boyas, balizas..) con la intención de ayudar en la navegación del buque.
Navigational purpose	Propósito de navegación	El propósito específico para el que una célula se compilo. Existen seis llamados berthing (atraque), harbour (portulano), approach (aproche), coastal (costera), general (arrumbamiento), overview (general).

Navtex		Sistema telegráfico de banda estrecha e impresión directa para la transmisión de avisos de navegación y meteorológicos así como información urgente a los buques.
NMEA		National Marine Electronics Association. Asociación sin ánimo de lucro de productores, distribuidores e instituciones relacionados con la instrumentación marina. Nombre dado por extensión a su estándar y protocolo de transmisión de datos entre sistemas marinos.
Node	Nodo	Objeto espacial adimensional, localizado por un par de coordenadas. Puede ser aislado o conectado.
North-up display	Representación Norte arriba	Información mostrada en la pantalla (RADAR o ECDIS) con el Norte orientado hacia arriba. Se corresponde con la orientación normal de las cartas.
Object	Objeto	Unidad identificable de información. Puede tener atributos que lo describan y estar relacionado con otros.
Overscale	Sobreescalado	Mostrar la información de la carta a una escala de representación mayor que la escala de compilación.
Own ship's safety contour	Veril de seguridad del buque	Veril relacionado con las características físicas del buque (calado) seleccionado por el usuario de entre los disponibles en el SENC, el ECDIS lo usa para distinguir en la visualización entre aguas seguras e inseguras y para generar alarmas anti-grounding (anti varada)
Own ship's symbol	Símbolo del buque	Símbolo no cartográfico empleado en ARPA y ECDIS para mostrar la posición del buque en la pantalla.
Performance Standards for ECDIS	Prestaciones estándar para ECDIS	Prestaciones mínimas que debe cumplir un ECDIS para ser certificado como tal.
Pixel		Contracción de "picture element". El elemento mas pequeño tratable por dispositivos electrónico raster como escaners, monitores y plotters.
Point	Punto	Primitiva geométrica adimensional de un objeto que especifica su localización.
Presentation	Representación	Diseño cartográfico incluido dibujo, uso de símbolos, uso de colores, practicas etc.
Presentation Library	Librería de Presentación	Un conjunto de especificaciones digitales, compuesta por librerías de símbolos, tablas de representación y reglas para relacionar cada objeto y atributo con su representación en la pantalla del ECDIS.
Product specification	Especificación de producto	Subconjunto definido de la especificación completa combinado con reglas, diseñado para la transferencia de datos.

Regional ENC Coordinating Centre (RENC)		Dentro del concepto WEND, el nodo regional responsable de las ENC y sus actualizaciones compiladas por los servicios hidrográficos de su región.
Relationship	Relación	Unión lógica entre dos elementos.
Relative motion display	Representación de movimiento relativo.	Representación en la cual el propio buque permanece estacionario mientras el resto de la información y blancos se mueven con movimiento relativo respecto a este.
RENC		Ver Regional ENC Coordinating Centre.
Route monitoring	seguimiento de derrota	Función operacional del ECDIS durante la navegación en la cual la información de la carta se muestra bajo el control del sistema de posicionamiento del buque, de acuerdo a la posición del mismo.
route planning	planeamiento de derrota	Predeterminación de rumbos, velocidades, waypoints y radios en relación con las aguas a navegar y otra información relevante.
S-52		Publicación especial 52 de la OHI que define las especificaciones para visualización en ECDIS.
Safety contour	Veril de seguridad	Ver Own Ship's Safety Contour.
Safety depth	Profundidad de seguridad	Profundidad definida por el usuario (por ejemplo el calado mas un resguardo) que empleara el ECDIS para destacar en la visualización las sondas iguales o inferiores a este valor.
Scale bar	Barra de escala	Barra vertical de una milla dividida en diez partes usada para facilitar una rápida apreciación de distancias. Se sustituye por una de 5 millas en las escalas de visualización inferiores a 1:80.000.
SENC		Ver Systems Electronic Navigational Chart.
Simplified symbols	Símbolos simplificados	Símbolos diseñados específicamente para ECDIS, para facilitar su dibujo en pantalla y dar la máxima claridad bajo todas las condiciones de uso en una pantalla CRT (tubo de rayos catódicos)
SOLAS		Convención Internacional para la Seguridad de la Vida en la Mar desarrollada por la OMI.
Spatial object	Objeto espacial	Un objeto que contiene información sobre la localización y forma de una entidad del mundo real.
Standard display	Representación estándar	Muestra mayor información que el básico, es fácilmente accesible en el ECDIS mediante una operación sencilla.
System Electronic Navigational Chart (SENC)		Base de datos resultante de la transformación llevada a cabo por un ECDIS para su uso propio de información ENC, avisos e información del usuario.
Target data	Dato receptor	Dato al que afecta una operación de actualización.
Time varying object	Objeto que varía en el tiempo	Un objeto en el que uno o mas atributos variaran con el tiempo.
Topology	Topología	Estructura de datos bidimensional que permite codificar la geometría y las relaciones entre los distintos elementos geométricos.



Transfer Standard Maintenance and Application Development Working Group (TSMAD)		Grupo de trabajo encargado del mantenimiento de S57 y la producción de extensiones para satisfacer nuevos requerimientos hidrográficos.
True-motion display	Representación de movimiento absoluto	Representación en la cual el buque propio y los blancos se mueven con su movimiento real mientras la posición de toda la información cartográfica permanece fija.
Underscale		Situación en la cual los datos mostrados no son los de mayor escala disponibles.
Update	Actualización	Genéricamente empleado para referirse tanto a los archivos de actualización de una ENC (001 y posteriores) como a los datos de la actualización (equivalentes a los contenidos en los avisos a los navegantes en carta de papel) y a los mecanismos en ECDIS.
Use of the Object Catalogue	Uso del catálogo de objetos	Anexo A al apéndice B.1 de la S57 que describe como codificar la información a incluir en las células ENC.
Voyage data recorder (VDR)		Sistema que puede estar formado por distintas unidades interconectadas, diseñadas para mantener, en una forma segura y recuperable, información relativa a la posición, movimiento, estado y mando y control de un buque durante un periodo determinado al efecto de reconstruir e investigar incidentes. Comúnmente conocido como caja negra. No se debe confundir con las capacidades de grabación de derrota de los ECDIS.(Ver voyage recording)
Voyage recording	Grabación de la navegación	Capacidad del ECDIS de almacenar y reproducir cierto número de elementos requeridos para reconstruir la navegación y verificar los datos empleados durante las últimas 12 horas.
Warning	Advertencia	Una alarma o indicación.
Warship Electronic Chart Display and Information System (WECDIS)		Un ECDIS como el definido por la OHI pero adaptado a las particularidades de los buques de guerra (definido en el STANAG 4564)
Waypoint		Una localización geográfica (latitud y longitud) que indica un evento importante en la derrota planeada de un buque. (por ejemplo cuando se deberá cambiar el rumbo)
WEND		Ver Worldwide Electronic Navigational Chart Data Base.
World Geodetic System 84 (WGS-84)		Sistema geodésico de referencia (datum) desarrollado por los estados unidos para sistemas de posicionamiento por satélite recomendado por la OHI para uso hidrográfico y cartográfico.
Worldwide Electronic Navigational Chart Data Base (WEND)	Base de datos mundial de carta electrónica	Red mundial de datos ENC basados en estándares de la OHI diseñados específicamente para satisfacer las necesidades del tráfico marítimo que emplea ECDIS.
Zoom		Un método para aumentar (zoom in) o reducir (zoom out) el gráfico mostrado en una pantalla.

INDICE

1.	PRESENTACION DE LA ASIGNATURA.	3
2.	INTRODUCCIÓN.	4
2.1.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	4
2.2.	LA IMPORTANCIA DE LAS CARTAS ELECTRÓNICAS.	4
2.3.	TERMINOLOGÍA.	5
2.4.	ECS, RCDS Y ECDIS.	5
2.5.	LEGISLACIÓN.	5
2.6.	LA ARMADA Y LA CARTA ELECTRÓNICA.	6
3.	LA PRODUCCION CARTOGRÁFICA EN LOS SERVICIOS HIDROGRÁFICOS.	7
3.1.	INTRODUCCIÓN A LOS FORMATOS DE ARCHIVOS EMPLEADOS.	7
3.1.1.	<i>Archivos gráficos.</i>	7
3.1.2.	<i>Archivos no gráficos.</i>	7
3.1.3.	<i>Sistemas de información geográfica.</i>	7
3.2.	PRODUCCIÓN BASADA EN DATOS VECTORIALES (IHM)	8
3.3.	PRODUCCIÓN BASADA EN DATOS RASTER (UKHO)	10
3.4.	EL FUTURO DE LA PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA.	10
3.5.	DISTRIBUCIÓN DE CARTAS ELECTRÓNICAS. CONCEPTOS WEND Y RENC.	12
4.	DATOS VECTORIALES Y RASTER	13
4.1.	DATOS RASTER, IMÁGENES INFORMÁTICAS.	13
4.2.	DATOS VECTORIALES, COMPLEJAS BASES DE DATOS.	14
4.3.	COMPARACIÓN ENTRE RASTER Y VECTOR, VENTAJAS E INCONVENIENTES DE CADA UNO.	15
4.3.1.	<i>Cantidad de información y su consulta.</i>	15
4.3.2.	<i>El zoom.</i>	15
4.3.3.	<i>Simbología y colores.</i>	16
4.3.4.	<i>Requerimientos de disco y CPU.</i>	16
4.3.5.	<i>Producción.</i>	16
4.3.6.	<i>Ventajas e inconvenientes, raster – vector (cuadro comparativo).</i>	16
4.3.7.	<i>Distintos formatos de cartografía náutica raster y vectorial.</i>	17
5.	LA NORMA S57.	18
5.1.	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	18
5.2.	S57 COMO FORMATO DE INTERCAMBIO.	18
5.3.	MODELADO DE LA REALIDAD, OBJETOS Y ATRIBUTOS.	18
5.3.1.	<i>Objetos y atributos.</i>	18
5.3.2.	<i>Catalogo de objetos.</i>	20
5.3.3.	<i>Catalogo de atributos.</i>	21
5.4.	TOPOLOGÍA.	22
5.4.1.	<i>Nodo.</i>	22
5.4.2.	<i>Borde.</i>	23
5.4.3.	<i>Cara.</i>	24
5.4.4.	<i>Duplicidad lineal.</i>	26
5.5.	ENC, PRODUCTO REALIZADO EN S-57.	27
5.5.1.	<i>Células.</i>	27
5.5.2.	<i>Volúmenes de intercambio.</i>	28
5.5.3.	<i>Encapsulamiento.</i>	28
5.5.4.	<i>Data Sets.</i>	29



5.5.5.	<i>Nombre de un archivo Data Set.</i>	29
5.6.	EJEMPLOS DE CODIFICACIÓN.	30
5.6.1.	<i>Piel de la tierra.</i>	30
5.6.2.	<i>Veriles.</i>	31
5.6.3.	<i>Áreas de profundidad.</i>	31
5.6.4.	<i>Naturaleza del fondo.</i>	34
5.6.5.	<i>Luces.</i>	35
5.6.6.	<i>Boyas.</i>	38
5.6.7.	<i>Balizas.</i>	41
5.6.8.	<i>Enfilaciones y derrotas recomendadas.</i>	43
5.6.9.	<i>Áreas militares.</i>	43
5.6.10.	<i>Dispositivos de separación de tráfico.</i>	44
5.6.11.	<i>Sondas.</i>	48
5.6.12.	<i>Filtrado de objetos por escala en pantalla.</i>	48
5.6.13.	<i>Relaciones entre objetos.</i>	48
5.6.14.	<i>Meta – Información.</i>	49
5.7.	EL FUTURO: S57 V4.	50
5.8.	COMPARACIÓN ENC – DNC.	51
6.	ECDIS (EL HARDWARE DE ENC...Y MUCHO MAS)	52
6.1.	EL HARDWARE / SOFTWARE DE LA CARTA ELECTRÓNICA.	52
6.1.1.	<i>Legislación acerca del ECDIS.</i>	52
6.1.2.	<i>Funcionamiento básico de un ECDIS.</i>	52
6.1.3.	<i>Niveles de presentación.</i>	55
6.1.4.	<i>Simbología y colores.</i>	58
6.1.5.	<i>Actualización cartográfica (avisos a los navegantes).</i>	58
6.1.6.	<i>Derrotas.</i>	58
6.1.7.	<i>Generación de alarmas e indicaciones.</i>	61
6.1.8.	<i>Grabación de datos de navegación.</i>	62
6.2.	OTROS EQUIPOS Y SISTEMAS RELACIONADOS CON EL ECDIS.	63
6.2.1.	<i>Protocolo NMEA de conexión de equipos marítimos.</i>	64
6.2.2.	<i>GPS y otros equipos de posición.</i>	65
6.2.3.	<i>Giroscópica.</i>	66
6.2.4.	<i>Corredera.</i>	66
6.2.5.	<i>Radar ARPA.</i>	67
6.2.6.	<i>Piloto automático.</i>	69
6.2.7.	<i>Equipos de comunicaciones.</i>	70
6.2.8.	<i>Transpondedores (sistema AIS).</i>	70
6.2.9.	<i>Sondadores.</i>	72
6.2.10.	<i>Otros equipos.</i>	72
6.3.	VENTAJAS, INCONVENIENTES, PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES PARA UN USO APROPIADO.	73
6.3.1.	<i>¿Para que quiero saber lo que es un datum?</i>	73
6.3.2.	<i>Entendiendo la precisión de las cartas.</i>	73
6.3.3.	<i>Mundo real vs. ECDIS.</i>	74
6.4.	WECDIS, UN ECDIS MILITAR.	75
7.	AMLS CAPAS MILITARES ADICIONALES	76
7.1.	PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS ESPECÍFICOS PARA LA ARMADA.	76
7.2.	NECESIDAD DEL PRODUCTO.	76
7.3.	APLICACIONES.	77



8. CONCLUSION, DESPEDIDA, OBJETIVOS DE FUTURO.....	79
8.1. OBJETIVOS DE FUTURO PARA LA ARMADA.....	79
8.2. OBJETIVOS DE FUTURO PARA EL INSTITUTO HIDROGRÁFICO.....	79
ANEXO 1. DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS.....	80



LISTADO DE ILUSTRACIONES.

ILUSTRACIÓN 1: PRODUCCIÓN IHM.....	9
ILUSTRACIÓN 2: PRODUCCIÓN UKHO.....	10
ILUSTRACIÓN 3: FUTURO DE LA PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA.....	11
ILUSTRACIÓN 4: DATOS RASTER.....	13
ILUSTRACIÓN 5: DATOS VECTOR.....	14
ILUSTRACIÓN 6: MUNDO REAL - VECTOR - RASTER.....	15
ILUSTRACIÓN 7: DISTINTOS FORMATOS CARTOGRÁFICOS DISPONIBLES.....	17
ILUSTRACIÓN 8: OBJETOS ENTIDAD Y OBJETOS ESPACIALES.....	19
ILUSTRACIÓN 9: HOJA DEL CATÁLOGO DE OBJETOS.....	20
ILUSTRACIÓN 10: HOJA DEL CATALOGO DE ATRIBUTOS.....	21
ILUSTRACIÓN 11: NODOS.....	22
ILUSTRACIÓN 12: BORDES.....	23
ILUSTRACIÓN 13: CARAS.....	24
ILUSTRACIÓN 14: BORDE EXTERIOR E INTERIOR DE UNA CARA.....	25
ILUSTRACIÓN 15: DUPLICIDAD LINEAL.....	26
ILUSTRACIÓN 16: VERILES.....	31
ILUSTRACIÓN 17: AREAS DE PROFUNDIDAD.....	32
ILUSTRACIÓN 18: AREAS DE PROFUNDIDAD ADYACENTES A RÍOS.....	32
ILUSTRACIÓN 19: AREAS DE PROFUNDIDAD ADYACENTES A DRAGADOS.....	33
ILUSTRACIÓN 20: NATURALEZA DEL FONDO.....	34
ILUSTRACIÓN 21: BALIZAMIENTO CARDINAL.....	39
ILUSTRACIÓN 22: BALIZAMIENTO LATERAL.....	40
ILUSTRACIÓN 23: ENFILACIONES Y DERROTAS RECOMENDADAS.....	43
ILUSTRACIÓN 24: DST EJEMPLO 1.....	44
ILUSTRACIÓN 25: DST EJEMPLO 2.....	45
ILUSTRACIÓN 26: DST EJEMPLO 3.....	45
ILUSTRACIÓN 27: DST EJEMPLO 4 (ROTONDA).....	46
ILUSTRACIÓN 28: DST EJEMPLO 5.....	46
ILUSTRACIÓN 29: ZONA A EVITAR.....	47
ILUSTRACIÓN 30: RUTA DE AGUAS PROFUNDAS.....	47
ILUSTRACIÓN 31: CDS DNC.....	51
ILUSTRACIÓN 32: LLEGADA DE INFORMACIÓN AL ECDIS.....	53
ILUSTRACIÓN 33: IMPORTACIÓN DE ENC AL ECDIS.....	54
ILUSTRACIÓN 34: PRESENTACIÓN BASE.....	55
ILUSTRACIÓN 35: PRESENTACIÓN ESTÁNDAR.....	56
ILUSTRACIÓN 36: PRESENTACIÓN COMPLETA.....	57
ILUSTRACIÓN 37: PELIGROS ENCONTRADOS EN UNA DERROTA PLANEADA.....	59
ILUSTRACIÓN 38: TRES DERROTAS, UNA SELECCIONADA.....	59
ILUSTRACIÓN 39: CONEXIÓN DEL ECDIS CON OTROS EQUIPOS.....	63
ILUSTRACIÓN 40: IMAGEN RADAR SOBRE ECDIS.....	68
ILUSTRACIÓN 41: SISTEMA AIS.....	71
ILUSTRACIÓN 42: AML SOBRE IMAGEN SATÉLITE, MOSTRANDO NAUFRAGIOS, UNA TUBERÍA, ZONA A EVITAR Y DERROTA A SEGUIR.....	77
ILUSTRACIÓN 43: AML CON INFORMACIÓN AÉREA.....	78
ILUSTRACIÓN 44: AML ANTERIOR EN VISTA 3D SOBRE UNA ARCS.....	78



Impreso en el Centro de Ayudas a la Enseñanza
de la Armada