

# EL PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA MARINA. HACIA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA

Alberto FERNÁNDEZ ROS



Miguel Ángel LOBEIRAS DE LA CRUZ



Gustavo Adolfo GÓMEZ-PIMPOLLO CRESPO



## Introducción



OS avances tecnológicos han propiciado que todas las administraciones hayan buscado planes para su transformación digital. En España, la Administración General del Estado (AGE) ya publicó su *Plan de Transformación Digital de la Administración General del Estado y sus Organismos Públicos* en septiembre de 2015, así como el *Plan de Digitalización de las Administraciones Públicas (2021-2025)* en febrero de 2021. En junio de 2018, el Ministerio de Defensa hizo público su *Plan Estratégico de los Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (PECIS)*, en el que se recogen las líneas maestras del plan de la AGE. Como consecuencia de ello, la Armada, en abril de

2019, establece su *Plan de Transformación Digital de la Armada (2019-2021)*, así como el *Concepto de Transformación Digital de la Armada* —en adelante el *Concepto*— y el *Plan de Transformación Digital de la Armada (2022-2025)* en noviembre de 2022.

El *Concepto* se basa en los principios de:

- Eficacia: garantizar el cumplimiento de las funciones aportando mejoras en la calidad de los servicios y en la buena gestión.
- Eficiencia: liberación de recursos, ya sea en forma de tiempo, personas o medios materiales.
- Normalización: uso de la estandarización como forma para la obtención de medios materiales, economía de escala y simplificación de las necesidades de formación.
- Calidad del dato: datos integrados en una arquitectura única que, mediante la aplicación de tecnología y políticas de gestión y gobierno, garantice su calidad, seguridad y disponibilidad para todo proceso o usuario que lo requiera y que permita identificar claramente a su responsable único.
- Seguridad: garantizar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información, así como la seguridad y la protección de los sistemas que la contienen, con el fin de mitigar los riesgos y reducir las vulnerabilidades asociadas a la creciente dependencia de las nuevas tecnologías.

Asimismo, se definen como uno de los principales pilares de la transformación digital los procesos de trabajo, los cuales se convierten en un garante de la calidad de los procedimientos, dotando a la organización de herramientas para controlar su marcha y establecer indicadores de rendimiento para evaluar el cumplimiento de los objetivos fijados con el fin de mejorar el proceso de toma de decisiones.

El Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM), organismo de la Armada de interés público, nacional e internacional, tiene como misión velar por la seguridad en la navegación, mediante la obtención y difusión de información sobre el mar y el litoral, y contribuir al progreso de la ciencia náutica. Además, se le encomienda, como competencia delegada de la Administración del Estado, la formación y conservación de la cartografía náutica básica de España (Ley 7/1986 de Ordenación de la Cartografía y Real Decreto 1545/2007 que desarrolla la ley anterior y regula el Sistema Cartográfico Nacional). Dentro de sus cometidos, también proporciona apoyo de información GEOMETOC (1) a la Flota para las diferentes áreas de la Guerra Naval.

La Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE), y la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre Reutilización de la Información del Sector Público, establecen que las administraciones públicas deben tomar las medidas oportunas para

---

(1) GEOMETOC: información geoespacial, meteorológica y oceanográfica (sondas de velocidad del sonido, batimetrías, perfiles de playa, productos oceanográficos...) que requiere el Mando para que las operaciones navales se realicen de forma segura y de manera eficaz.

hacer que la información geográfica (IG) sea más accesible al público, en general mediante la interoperabilidad entre los conjuntos de datos espaciales.

El IHM, como responsable de la Cartografía Náutica Oficial del Estado, realiza sus productos cartográficos a través de un flujo de trabajo que consta de las siguientes fases (ver figura 1):

- Adquisición: realizada principalmente por la Flotilla Hidrográfica, que depende orgánicamente del director del IHM y es destacada allí donde sea necesario recabar información.
- Procesado y validación de la información adquirida: fundamental tarea técnica desempeñada por las secciones de Hidrografía, Cartografía y Navegación del IHM. Conlleva el tratamiento de gran cantidad de datos, con una elevada necesidad computacional de las estaciones que lo realizan.
- Edición: para lo que cuenta con los talleres de artes gráficas de la Sección Industrial.
- Distribución: tarea realizada a través de agentes de venta autorizados.

Todas estas fases se desarrollan según los estándares para la cartografía náutica mundial, cumpliendo las normas y estándares de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) y teniendo en cuenta los nuevos formatos de



Figura 1. Flujo de trabajo de la producción cartográfica.  
(Imagen elaborada por el capitán de fragata Salvador Moreno Soba)

producción de cartografía, el modelo de datos S-100 (2). Conscientes de la necesaria modernización del IHM como servicio hidrográfico de España, se ha trabajado intensamente para la mejora y optimización de sus infraestructuras, medios materiales, revisión de los procesos productivos y tratamiento de la información, así como de la situación del personal y de la organización. En este contexto, y con el fin de adaptarse a la transformación digital, desde el IHM se ha realizado un análisis exhaustivo de los flujos de trabajo y medios empleados en la actualidad para poder determinar si tanto el *Concepto* como las nuevas tecnologías podrían suponer una mejora significativa en estos procesos y en los medios empleados, teniendo en cuenta la tendencia a la reducción del personal implicado.

### **Análisis de la situación**

Tras realizar una auditoría interna con la participación de todos los departamentos que intervienen en el flujo de trabajo de la producción cartográfica, se exponen los factores que justifican el proceso de transformación digital en el IHM.

#### *Almacenamiento y tratamiento de la información*

La evolución de los procedimientos de trabajo en el campo de la hidrografía siempre ha estado muy ligada a la tecnología por las propias herramientas de procesado de datos y por la necesidad, cada vez mayor, de capacidad computacional y de almacenamiento. Se ha pasado de sondadores monohaz, en los que sólo se procesaba el dato de profundidad, a potentes sondadores multihaz, que no solamente procesan la señal de profundidad de cientos de haces, sino también parámetros obtenidos en cada haz para conocer la calidad del fondo y las características de la columna de agua. Además de estos datos puramente batimétricos, es necesaria la incorporación a las bases de datos del IHM de información de posicionamiento de precisión, mareas, corrientes, línea de costa, etc.; la cantidad de datos que se obtienen en una campaña actual multiplican por 300 los de hace 20 años. Si a esto se añade que se reciben datos de otras organizaciones nacionales que trabajan en el medio marino, se puede estimar que se trata de una ingesta masiva de datos dentro de nuestros sistemas de almacenamiento (figura 2).

---

(2) El S-100 es el modelo universal de datos hidrográficos y el marco de trabajo de la OHI para la normalización de productos de datos marítimos, tales como batimetría de alta



Figura 2. Flujo de trabajo de la producción cartográfica.  
(Imagen elaborada por el capitán de fragata Gustavo Gómez-Pimpollo Crespo)

Actualmente, en el IHM la información se encuentra repartida entre los diferentes servidores y puestos de trabajo. No se dispone de un sistema de almacenamiento centralizado y la información se encuentra segmentada en diferentes silos. Esta segmentación dificulta el adecuado tratamiento, compartición, salvaguarda y custodia y, por tanto, el acceso a la misma. El número y los requisitos de los servidores que almacenan la información han ido creciendo a un ritmo muy elevado sin una visión integral de las necesidades. Como solución de contingencia se ha adoptado el uso de sistemas de almacenamiento NAS (*Network Attached Storage*) domésticos y de cintas *backup* para servir información histórica, con el consiguiente menoscabo en el rendimiento y operatividad para acceder a dicha información.

Por otro lado, la mayor parte de la carga de trabajo en lo referente al tratamiento de información se realiza en puestos de trabajo individuales. Al tratarse en un alto porcentaje de manejo y procesamiento intensivo de información, se requiere que dichos puestos tengan equipamientos de altas prestaciones, con elevadas capacidades de procesamiento matemático y gráfico. Este modelo de procesamiento de información en puestos de trabajo provoca que no haya un nivel óptimo de aprovechamiento de dichos recursos de computación, al estar éstos vinculados a puestos de trabajo aislados, sin capacidad de concentración y compartición a demanda de los mismos. Cabe además mencionar la necesidad de introducir herramientas de inteligencia artificial y aprendizaje automatizado (*machine learning*) para el procesado y análisis del

resolución, corrientes superficiales, áreas marinas protegidas y los nuevos estándares para cartas náuticas electrónicas (ENC).

gran volumen de datos que se está generando en las campañas hidrográficas.

En cuanto a los flujos de información y procesamiento, destacar que existe una adecuada definición de los mismos y se hace una clara identificación del dato en los distintos estadios de su procesamiento. Sin embargo, esto no se traduce en la existencia de un sistema de información que permita modelar los procesos y generar la adecuada trazabilidad de los trabajos, acciones y resultados para una posterior evaluación. En definitiva, no existe una apropiada generación de evidencias en los sistemas de información y resulta complicado establecer y analizar indicadores de rendimiento sobre los procesos de trabajo y sus niveles de eficiencia de cara a su optimización.

### *Cambio en los estándares de producción*

De forma paralela, la OHI, organismo consultivo y técnico que coordina las actividades de las oficinas hidrográficas nacionales y promueve la homogeneización de las cartas y documentos náuticos, está desarrollando el nuevo formato de cartografía electrónica S-100, que hace que la actual carta electrónica, en formato S-57, se convierta en un sistema de información geográfica que admita, a través de diferentes capas, información de calidades de fondo, de mareas y corrientes, portuaria, de servicios de información náuticos, entre otras capas de distinta índole. La implementación del formato S-100 implica la necesidad de unificar toda la información cartográfica del IHM, que actualmente se encuentra diseminada en diferentes servidores, para poder atender los requisitos del nuevo estándar.

Actualmente, los estándares desarrollados dentro de la familia S-100 son los siguientes:

- S-101. ENC. Estructura, codificación y metadatos requeridos en el proceso de compilación ENC (*Electronic Navigational Chart*).
- S-102. Superficie batimétrica. Definición de rejillas batimétricas BAG.
- S-103. Navegación submarina. Sin documentación.
- S-104. Información de mareas para la navegación en superficie.
- S-111. Corrientes de superficie.
- S-112. Información sobre el nivel dinámico del mar.
- S-121. Límites marítimos y fronteras.
- S-122. Áreas de protección marinas.
- S-123. Servicios de radio.
- S-124. Avisos a la navegación.
- S-125. Servicios a la navegación.
- S-126. Ambiente físico.
- S-127. Gestión del tráfico marítimo.



Para poder afrontar el reto que supone migrar a la nueva familia S-100 es necesaria la integración de todos los datos del IHM gestionada por un único sistema para la producción cartográfica.

### *Hiperconectividad y ciberseguridad*

Como se ha indicado anteriormente, la producción cartográfica comienza con la adquisición de datos por las comisiones hidrográficas. La calidad de los datos adquiridos tiene gran importancia en la eficacia de este flujo de trabajo. En este sentido, uno de los aspectos a tener en cuenta es contar con la posibilidad de que desde la propia comisión hidrográfica se tenga acceso a la base de datos del IHM para agilizar su procesado y validación. Además, en esta base también se integran, para generar nuestros productos cartográficos, los datos procedentes de otros organismos de la AGE y del Ministerio de Universidades que desarrollan su actividad de investigación en el medio marino. Por tanto, el nuevo sistema debe garantizar la ingesta masiva de todos estos datos, así como asegurar la salida de todos los productos finales del IHM.

Como consecuencia del COVID-19, toda la Administración se vio obligada a establecer nuevos mecanismos que permitiesen a su personal trabajar desde sus casas. El actual sistema de producción del IHM no admitió que se pudiesen realizar en remoto todos los procesos que forman parte de la producción cartográfica, principalmente por no disponer de las herramientas necesarias para acceder a distancia a las bases de datos. Sin embargo, la hiperconectividad —es decir, un nuevo sistema integrado que gestione los datos y permita a las comisiones hidrográficas y a organismos externos proporcionar la información al IHM en remoto (con las herramientas necesarias de ciberseguridad que garanticen la seguridad de acceso a la base de datos)— agilizará los procesos de trabajo del IHM para generar de manera ágil y rápida la difusión de la información.

### *Portal de ventas*

Otra fase de la producción cartográfica en la que se estima necesaria una evolución es en la distribución, para así poder cumplir con la obligación de servicio público y poner a disposición de los usuarios finales la cartografía náutica y sus publicaciones. Hasta ahora, la venta se realizaba a través de agentes autorizados, con los que se mantenía una relación mediante convenios. Este formato de distribución y venta de los productos no digitales tiene sus días contados. En primer lugar, debido al cambio de legislación en materia de contratación, que hace que no se encuentre la herramienta contractual que

permita esta relación del IHM con los agentes. Por otra parte, y no menos importante, por la desaparición paulatina de perfiles de negocio (pequeñas librerías) que actuaban como distribuidores. Además, esta vía no contempla la distribución de productos digitales.

### *Difusión de los productos digitales*

Finalmente, para poder llevar a cabo lo establecido por la LISIGE se han ido implementando productos digitales a través de enlaces webs para su difusión, que ponen a disposición de la sociedad gran variedad de información náutica mediante de aplicaciones y servicios.

— Infraestructura de Datos Espaciales del IHM (IDE-IHM):

- Avisos a los navegantes.
- Correcciones a los derroteros.
- Faros y señales de niebla.
- Radioavisos NAVAREA.
- Catálogo de cartas.
- Previsión de mareas.

Estos productos digitales actualmente tienen una escasa visibilidad para el usuario final (navegantes, organismos oficiales, universidades, investigadores...) debido al difícil acceso para la sociedad civil a dicha información, ya que se encuentra diseminada en diferentes ubicaciones de la web de la Armada y no está suficientemente publicitada. Como ejemplo, la predicción de mareas que elabora el IHM —que es la de uso oficial para los navegantes y cuya URL de acceso es <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/cienciaihm1/prefLang-es/02ProductosServicios--045PrevisiondeMareas--01Principal>— es apenas consultada por los usuarios, que encuentran esta información en otras webs (4). Además, a esto se une el escaso atractivo visual de las aplicaciones. Los nuevos entornos webs ofrecen al usuario una experiencia mucho más interactiva.

Estos aspectos llevan a plantear la necesidad de hacer un esfuerzo en la divulgación de los productos generados por el IHM, creando dominios más atractivos, mejorando la identidad visual y unificando el acceso a la información con aplicaciones que se puedan consultar a través de dispositivos móviles, como se viene implementando desde el año 2020.

---

(4) <https://tablademareas.com/>

## Propuesta de solución

Como resultado de la revisión interna de los procesos de trabajo asociados a cada una de las fases de la producción cartográfica, y tras la evaluación de las diferentes posibilidades existentes para optimizar los recursos y mejorar la eficacia de la producción, se han obtenido las siguientes conclusiones con respecto a las capacidades que debería tener el nuevo sistema productivo deseado:

- Consideración del crecimiento de las necesidades sobre los sistemas de información al almacenar *big data*.
- Proporción de sistemas de información que ayuden a conseguir los fines de la organización (eficiencia, productividad y seguridad).
- Aumento de la eficacia de los procesos que forman parte de la línea de producción.
- Mejora de la interacción de los flujos de trabajo entre secciones y las comisiones hidrográficas.
- Atribución de capacidad para definir indicadores de rendimiento que permitan evaluar los flujos y procesos de trabajo.
- Adecuación de herramientas de procesamiento en remoto con gran capacidad computacional y, en su caso, adopción de estrategias de teletrabajo si fuera necesario.
- Disposición de capacidades de segmentación lógica de los sistemas de información para mejorar la gestión de la seguridad.
- Proporción de la distribución y difusión de los productos derivados al usuario final.

A la vista de las capacidades deseadas, se ha decidido adoptar una solución tecnológica a partir de un modelo de sistemas de información basado en el tratamiento integral del ciclo de vida del dato. La infraestructura informática que prestaría soporte a dicho modelo de gobierno del dato sería la siguiente:

- Una plataforma lógica de gestión del dato (SIGRID), que se basaría en el desarrollo de una herramienta digital que permitiera la ejecución y gestión de los procesos operativos del IHM, encaminada al desarrollo de una plataforma logística, utilizando las últimas tecnologías. Se apoyaría en un sistema de *business intelligence*, flujos de trabajos definidos y adaptables, automatización de tareas, proceso manual y automatizado entre estados, imposición de plazos en las tareas, trazabilidad, monitorización y auditado de los trabajos efectuados por el personal.
- Una plataforma física de gestión del dato para almacenar y procesar los datos manejados por el IHM. Ésta sería de computación hiperconvergente,

que permitiría un nuevo entorno de procesamiento del dato por los departamentos en base a un modelo centralizado, con la inclusión de un número determinado de escritorios virtuales (VDI). Este entorno hiperconvergente no requiere, como está ocurriendo actualmente, que cada cinco o seis años se tenga que actualizar el equipamiento de altas prestaciones para tareas de procesado, validación y producción, ya que este entorno permite el despliegue de un sistema de VDI dotado de unidades específicas de computación gráfica y de alta competencia matemática (unidad de procesamiento de gráficos, GPU), que proporciona una capacidad de cómputo unificada.

Como complemento a todo lo anterior, el método propuesto dispondría de un sistema de almacenamiento de datos a largo plazo, que posibilitaría la migración automatizada de éstos en función de su frecuencia de acceso y un nivel de *backup*.

Con respecto a la arquitectura de seguridad y a las comunicaciones, el sistema de información propuesto contempla el despliegue de electrónica de red de alta capacidad y de sistemas de protección cortafuegos a nivel perimetral. Además, está diseñado para dar cabida a la información proveniente de otros organismos (nacionales e internacionales), cuyo consumo se realizará a través de herramientas de ingesta masiva de datos.

Por otra parte, tras el estudio de las necesidades del IHM para poder afrontar la distribución y venta de sus productos no digitales, así como la divulgación de los digitales, se ha considerado que la evolución de la distribución pasaría por dotar al IHM de una identidad web reconocible por el usuario final a través de un dominio propio, en el que estén contenidas todas las aplicaciones y prestaciones que el IHM —como servicio hidrográfico de España— ponga a disposición del usuario final, que es el navegante. Esto es lo que otros servicios hidrográficos de nuestro entorno han implantado con gran éxito (Francia, Portugal y Reino Unido). También se ha podido constatar que el destinatario de los servicios que ofrece el IHM no accede a ellos por la falta de claridad en su acceso y en ocasiones se reciben peticiones de datos ya publicados.

Por tanto, se considera que el nuevo entorno web del IHM, además de incluir aplicaciones y servicios, debe implementar de forma prioritaria un portal de ventas de los productos cartográficos, que tendría que ir asociado a la plataforma lógica de gestión del dato indicada anteriormente, convirtiéndose así en distribuidor único *online*.

## **Divulgación de la información náutica**

Como se indicaba en la introducción, el IHM se encarga de la producción de la cartografía náutica oficial del Estado, tanto en su versión de papel como

en la digital, siempre con fines náuticos y para preservar la seguridad en la navegación. Las peculiaridades de este tipo de cartografía, principalmente debidas a su continua actualización y al compromiso con la seguridad de la navegación, tienen como resultado que el producto digital, la carta náutica electrónica (ENC), sea muy específico de acuerdo a los estándares internacionales de producción de la OHI para su uso exclusivo en las consolas ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*) a bordo de los buques y protegido mediante un sistema de seguridad rígido que evita su difusión ilegal.

Además, la demanda de información náutica digital para fines distintos a la navegación producida en los últimos años por parte de distintos sectores de la sociedad no ha podido ser atendida mediante este producto, debido principalmente a dos factores:

- El IHM no debe salir del esquema de seguridad establecido por la OHI.
- Los demandantes de información no disponen de las consolas apropiadas capaces de «leer» este tipo de producto.

Por las razones expuestas, el IHM se ha visto en la obligación de atender estas demandas mediante la creación de productos específicos adaptados a las peticiones recibidas. En el propio ámbito de la defensa, cada vez es mayor el

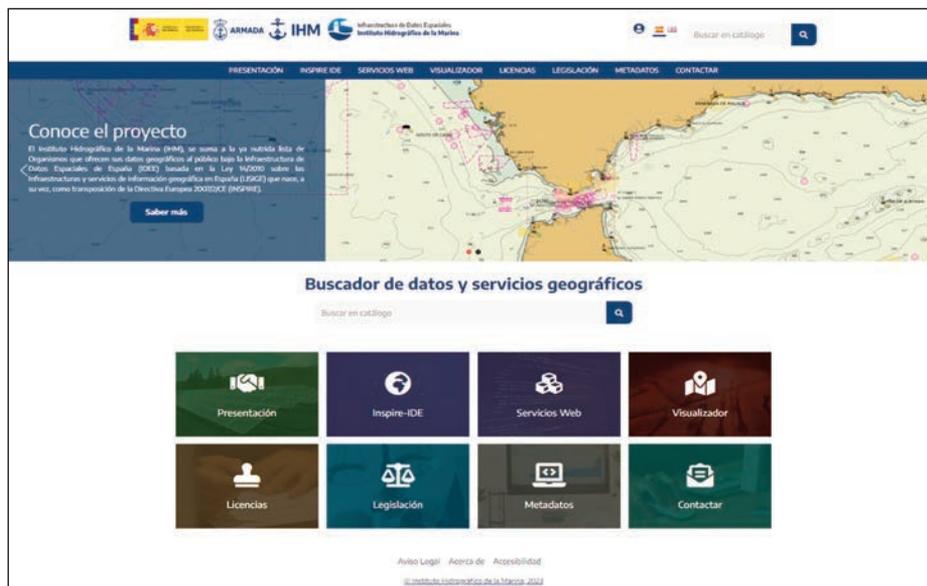


Figura 4. Página principal de IDE-IHM. (Fuente: <https://ideihm.covam.es>)

número de solicitudes, por parte de los distintos estados mayores y unidades, de información procedente de cartas náuticas, en formatos distintos a los propios de producción, ya sea para generación de informes, planeamiento o toma de decisiones; información que en muchos casos supone una carga de trabajo adicional, ya que obliga a la creación de productos *ad hoc*. Evidentemente, este tipo de peticiones ha supuesto un aumento de carga de trabajo, generando un esfuerzo añadido al personal del IHM.

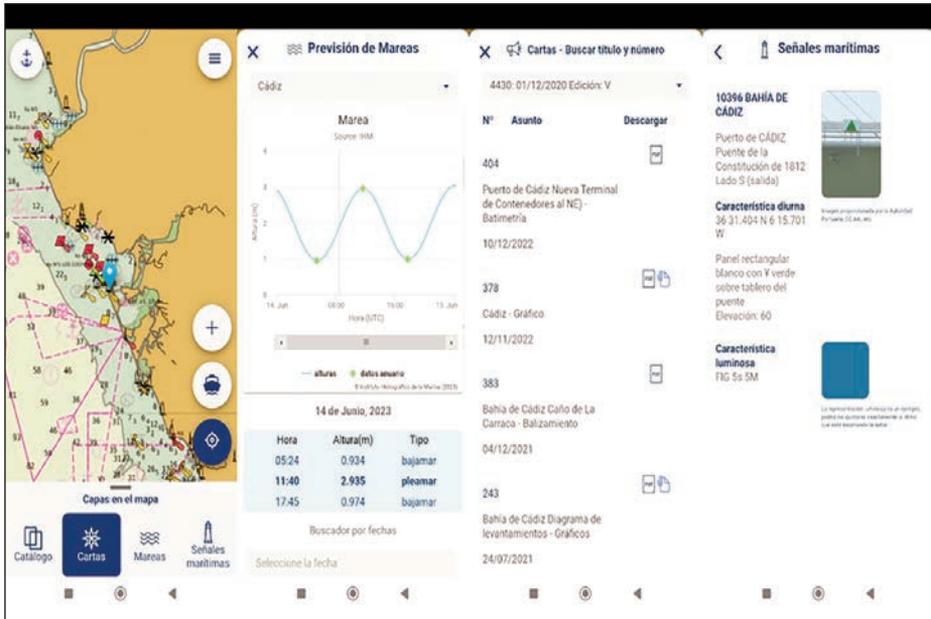


Figura 5. Capturas de pantalla de la app «IHM Información Náutica»

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el IHM, en el contexto de la transformación digital, ha hecho un esfuerzo para poner a disposición del público en general y de agentes del ámbito militar servicios de acceso a la información náutica, destacando los siguientes:

- Servicio de visualización (*Web Map Service, WMS*) de la cartografía náutica electrónica.
- Servicios de visualización y descargas de la línea de costa oficial y límites marítimos administrativos publicados en boletines oficiales.

- Servicio de catálogo o localización de información náutica producida por el IHM (*Catalog Service Web*, CSW).
- Aplicación web (*application programming interface*, API) para acceso a información de mareas.

Estos servicios se han hecho accesibles tanto a través de la creación del geoportal de «Infraestructura de datos espaciales del IHM» (<https://ideihm.covam.es>) como por el desarrollo de la aplicación para dispositivos móviles «IHM Información Náutica» (5), en la que se incluye además información del catálogo de cartas náuticas con el grupo de aviso a los navegantes y acceso a la localización y descripción de las señales marítimas (*Libro de Faros*).

Por otro lado, se ha acometido un proyecto para la creación del *Derrotero Digital Inteligente de las Costas Españolas*, que se describe a continuación.

### *Derrotero Digital Inteligente de las Costas Españolas (DDIE)*

El derrotero es un tipo de documento especializado para ayuda a la navegación y apoyo a las cartas náuticas, cuyo origen está en los *peripli* de los antiguos griegos. El código más antiguo que se conserva es el *Periplo de Scylax de Caryanda*, que recoge un conjunto de lugares, direcciones de navegación y distancias para los mares Negro y Mediterráneo. En Cotter (1971: 249-261) se encuentra una «breve historia» sobre los derroteros, en la que a lo largo de los siglos se aprecia una continua mejora y evolución de sus contenidos para hacerlos más exactos, completos y eficaces como herramienta de ayuda a la navegación. A día de hoy, se puede definir un derrotero como una divulgación que amplía los detalles de las cartas y de otras publicaciones náuticas y que brinda información completa y relevante de interés para la navegación.

El derrotero de un área geográfica contiene una descripción muy detallada de la costa, con vistas, figuras, fotografías e información sobre puertos, vientos, corrientes, veriles, peligros, estaciones de salvamento, señalizaciones, etc., datos con los que se procura que la navegación sea más fácil y segura. Por tanto, el objetivo principal es proporcionar al navegante una herramienta para mejorar la seguridad en su navegación.

En las últimas décadas, los derroteros han pasado a ofrecerse en formato digital (PDF), lo que abre un sinfín de oportunidades para incorporar nuevas formas de contenido, como por ejemplo vídeo y audio (Millan, 2007). Además, también permite capacidades geográficas y de análisis espacial (Ariza-López, *et al.*, 2012), así como la posibilidad de interoperar con las ENC y las ECDIS.

---

(5) Disponible para Android e IOS.



Figura 6. Relación de los derroteros que se producen en el IHM. (Fuente: IHM)

El DDIE es un concepto de derrotero que se basa en las tecnologías geoespaciales —como los sistemas de información geográfica, realidad aumentada, sistemas de posicionamiento global (GNSS), entre otras variedades—, que permitirá una nueva experiencia de navegación, y se concibe ligado a los estándares S-100 de la OHI. El DDIE ya no es simplemente información, sino que propone la incorporación de datos multimedia vinculados, que serán soportados por un modelo de sistema de información geográfica (SIG). De esta manera, podrá realizar todo tipo de análisis geográficos, así como visualizaciones 3D y recorridos virtuales. Además, podrá funcionar de manera automática como servicio de aviso a los navegantes, vincularse con las ENC y recibir actualizaciones en línea.

El desarrollo del DDIE como sistema está centrado en el formato PDF como una base de datos principal sobre la que montar las diferentes arquitecturas que permitan diferentes funcionalidades, según se muestra en la figura 7. Los contenidos que conformen el derrotero digital podrán ser accesibles por medio de una *app* multiplataforma que haga de interfaz entre la base de datos PDF, descargada de forma local, para asegurar su uso en cualquier situación, limitada por los accesos restringidos de documentos (DRM, *digital rights management*) y encriptados para evitar problemas de seguridad. Esta *app* se

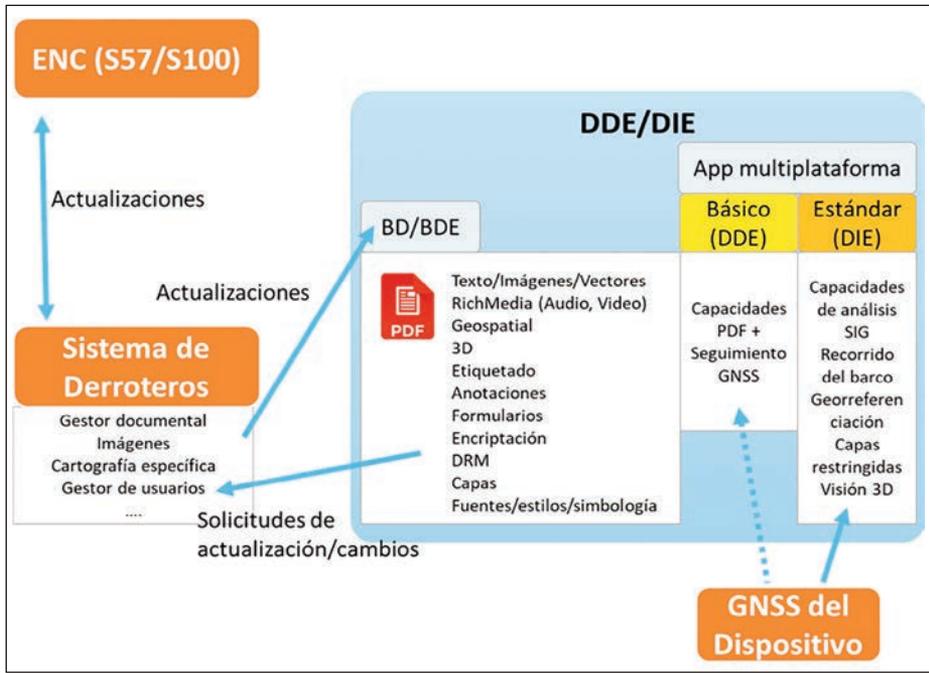


Figura 7. Arquitectura básica del sistema que soporta los DDIE. (Fuente: IHM)

diseñará con una interfaz parecida a la de los sistemas de visualización de ENC al objeto de reducir el coste de aprendizaje de su manejo, centrandolo en la parte cartográfica frente a la parte textual, que se comportaría como un sistema de enlaces sobre el conjunto de datos espaciales mostrados en cada momento.

Por otra parte, se plantean, según la figura 7, diversos niveles de accesos en función de los usuarios. Por seguridad, esta limitación significará diferentes *apps* con niveles distintos de acceso:

- Una aplicación básica, denominada «Derrotero Digital de las Costas Españolas (DDE)», que sería una versión digital del derrotero en papel. Ésta podría no seguir los sistemas de visualización de los ENC, pero permitiría a cualquier usuario el acceso a la información general. Sin embargo, podría no tener acceso al seguimiento del buque, salvo que disponga de la extensión *geospacial* del PDF y que además tenga capacidad de posicionamiento GNSS.
- Una aplicación estándar, denominada «Derrotero Inteligente de las Costas Españolas (DIE)», que seguiría el esquema de visualización de

los ENC, disponiendo de las extensiones *geospacial* del PDF y el seguimiento por GNSS dependiente del dispositivo de visualización. Además, incluiría los aspectos de análisis SIG, como determinación de la ruta del derrotero, información auxiliar, metadatos y enlaces a información adicional, grabación de la ruta del buque, acceso a capas de información tanto textual como espacial restringida y otros aspectos, como representación 3D de la costa.

## Conclusiones

El IHM, con el fin de adaptarse a la transformación digital de las administraciones públicas, tras un análisis exhaustivo de sus procesos de trabajo y teniendo en cuenta la necesidad de una arquitectura robusta de seguridad y comunicaciones, ha adoptado una solución basada en una plataforma lógica de gestión del dato que permita la ejecución y gestión de los procesos operativos del IHM, así como la trazabilidad, monitorización y auditado de los trabajos efectuados por el personal y una plataforma física de gestión del dato para



Buque hidrográfico *Malaspina* (A-31). (Foto: Armada)

almacenar y procesar los manejados por el IHM, hiperconvergente y con gran capacidad computacional y con un despliegue de electrónica de red de alta capacidad y de sistemas de protección cortafuegos a nivel perimetral.

Por otro lado, y teniendo en cuenta las necesidades de divulgación, tanto de sus productos oficiales como otros derivados, ha realizado un esfuerzo en la modernización de sus espacios webs con la actualización del geoportal «Infraestructura de Datos Espaciales (IdeIHM)» y la implementación y publicación de la aplicación móvil «IHM Información Náutica».

Entre los proyectos de automatización de productos en desarrollo a corto plazo, se ha destacado el DDIE como un avance respecto de los derroteros actuales por la integración de la información con capacidad de mostrar diferentes visiones según tipo de usuario, la posibilidad de planificación automatizada, la grabación o seguimiento de rutas, además de incluir una aplicación para dispositivos móviles con acceso directo a los sistemas de elaboración de la información disponible en el IHM, siguiendo los procedimientos actuales e integrando los datos que existen acerca de la ENC en S-57 y posteriormente en S-100.

En vista de todo lo indicado anteriormente, el IHM afronta un gran desafío para esta década — tanto por la generación de los nuevos estándares de producción cartográfica de la OHI (familia de productos S-100) como por los avances tecnológicos— debido al crecimiento en el volumen de datos adquiridos con el nuevo equipamiento hidrográfico y oceanográfico, las herramientas de procesado y validación basadas en la inteligencia artificial y la necesidad de agilizar el flujo de información entre la Flotilla Hidrográfica y el IHM. Estos avances suponen un beneficio para el IHM y para la sociedad en su conjunto.

## BIBLIOGRAFÍA

- COTTER, C. (1971): «A Brief History of Sailing Directions». *Journal of Navigation*, 36, pp. 249-261. Londres: John Murray.
- WARD, R.; ALEXANDER, L.; GREENSLADE, B.; and PHARAOH, A.: «IHO S-100: The New Hydrographic Geospatial Standard for Marine Data and Information» (2008). Canadian Hydrographic Conference, p. 425.
- MILLAN, A. (2007): *Sailing Directions in Digital Format: An Opportunity for Enriched Media and Information Content*. Department of Geodesy and Geomatics Engineering. Technical Report, 254, University of Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canadá.
- ARIZA-LÓPEZ, F. J.; UREÑA-CÁMARA, M. A., GARCÍA-BALBOA, J. L. (2012): «GeoPDF: Una alternativa para la integración de la Información Geográfica en las publicaciones electrónicas». *Mapping*, 2010.
- Concepto de Transformación Digital de la Armada*, noviembre de 2022.
- Plan de Transformación Digital de la Armada (2022-2025)*, noviembre de 2022.
- Geoportal «Infraestructuras Espaciales del Instituto Hidrográfico de la Marina» (IdeIHM), <https://ideihm.covam.es> (visitada el 19 de junio de 2023).