

➔ Proyectos

SIGNauta: un sistema para la información y gestión del patrimonio arqueológico subacuático de Andalucía

Carlos Alonso Villalobos, David Benítez López, Lourdes Márquez Carmona, Antonio Valiente Romero, Silvia Ramos Miguélez. Centro de Arqueología Subacuática del IAPH. **José Ángel Martínez del Pozo.** Delegación Provincial de Cádiz de la Consejería de Cultura

Resumen

La juventud de la Arqueología Subacuática en Andalucía ha provocado que los elementos que forman nuestro patrimonio arqueológico sumergido sean poco conocidos. Por contra, las fuentes documentales ofrecen información histórica sobre miles de naufragios que puede servir para definir zonas con alta potencialidad arqueológica. Por ello, para mejorar la eficacia de las acciones de tutela es preciso contar con herramientas que permitan combinar toda la información relacionada con los bienes culturales sumergidos. Los Sistemas de Información Geográfica son el instrumento informático más adecuado, y en esa línea, el CAS-IAPH inició en el año 2000 un proyecto que, tras desarrollarse de forma experimental en el área comprendida entre la desembocadura del Guadalquivir y la Bahía de Cádiz, ha obtenido como resultado la puesta en marcha de SIGNauta: el Sistema de Información para la Gestión del Patrimonio Arqueológico Subacuático de Andalucía.

Palabras clave

Andalucía | Arqueología subacuática | Centro de Arqueología Subacuática | Documentación | Gestión litoral | Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico | Naufragios | Pecios | Patrimonio arqueológico subacuático | Sistemas de información | SIG Sistemas de Información Geográfica



Debido a condicionantes de índole ambiental, histórico, tecnológico y de nuestra propia política cultural, la realidad por la que atraviesa el conocimiento y la tutela del patrimonio cultural sumergido andaluz es muy diferente respecto a la de los bienes culturales emplazados en ambiente terrestre. Si la consulta del Sistema de Información del Patrimonio Histórico de Andalucía (SIPHA) permite en la actualidad obtener información relativa a los cerca de 14 000 registros de entidades arqueológicas de esta comunidad, sólo 80 se localizan en un ambiente subacuático. Si bien a ellos deberíamos añadir 199 referenciados a partir de información facilitada por pescadores, buceadores, etc., no catalogados hasta el momento por encontrarse pendientes de valoración arqueológica.

Este desfase tiene su origen en la propia casuística histórica de la arqueología subacuática. Como disciplina científica la arqueología subacuática no nace hasta mediados del siglo XX (1943), momento en el que Jacques-Yves Cousteau y Emile Gagnan inventan el regulador. Este sistema permite adaptar la presión del aire almacenado en el interior de contenedores portátiles a las exigencias de respiración de los buceadores, en función de las condiciones hiperbáricas, variables durante una inmersión, aportándoles gran movilidad frente a los tradicionales equipos de buceo.

El nacimiento del denominado buceo autónomo supuso el desarrollo de multitud de nuevas disciplinas científicas entre las que se encuentra la arqueología subacuática. Desde este momento, frente a las anteriores acciones de rescate limitadas por los infranqueables condicionantes de falta de aire, alta presión, baja temperatura y reducida visibilidad y movilidad de los equipos de buceo tradicional, fueron surgiendo diferentes iniciativas arqueológicas encaminadas a encontrar soluciones técnicas a los condicionantes que planteaba la investigación científica de los pecios y las estructuras sumergidas. No será hasta la década de los 70 cuando se desarrolle la primera excavación en extensión de un pecio, dando respuesta a los problemas concretos desprendidos de su localización, excavación, documentación gráfica, etc., así como de la extracción y tratamiento de materiales procedentes del mismo.

En el caso de Andalucía la arqueología subacuática tardó algo más en asentarse. Será a inicios de los 80 cuando diferentes equipos arqueológicos realicen en aguas de Cádiz, Málaga y Almería los primeros trabajos de prospección encaminados a elaborar la Carta Arqueológica de nuestras aguas.

A principios de los 90 la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía decidió iniciar un programa específico encaminado a mejorar la tutela de nuestros bienes culturales sumergidos. Resultado de ello fue la creación (1997), en el seno del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, del Centro de Arqueología Subacuática (en adelante CAS-

IAPH), un servicio especializado encargado de desarrollar proyectos para aumentar la protección de los bienes culturales sumergidos en aguas del territorio andaluz.

La arqueología subacuática es por tanto una disciplina joven que se encuentra en proceso de desarrollo. Frente a décadas de investigación arqueológica terrestre y a multitud de campañas de prospección o excavación que han aportado un amplio conocimiento sobre los bienes inmuebles de carácter arqueológico de nuestra comunidad, la arqueología subacuática andaluza tiene apenas veinte años de antigüedad. Además, sólo en los diez últimos se ha podido disponer de medios adecuados y personal técnico específico. Sirva como ejemplo de la coyuntura actual el hecho de que, frente a los cientos de grupos de investigación activos en universidades andaluzas en el campo de las humanidades, el interés por esta línea de trabajo patrimonial es casi inexistente. En este contexto es comprensible el escaso nivel de conocimiento sobre los bienes culturales sumergidos, sin duda muy numerosos si atendemos a los miles de años de intercambio cultural y comercio marítimo, pero desconocidos por falta de una tradición investigadora en este campo. Para dar una idea de ello baste citar que de los 871 naufragios documentados hasta el momento para el área de la Bahía de Cádiz entre el siglo XV y el XIX, sólo dos los conocemos arqueológicamente (el Bucentaure y el Fougueux, navíos de línea franceses que formaron parte de la escuadra combinada que se enfrentó a la inglesa en el denominado combate naval de Trafalgar), si bien otros 10 podrían identificarse con algunos de los registros de naufragios hasta el momento documentados.

Esta situación venía a plantear un grave problema en relación con una de las líneas de acción encomendadas al CAS-IAPH: la documentación de nuestro patrimonio arqueológico subacuático y la creación de herramientas para su adecuada gestión. El sistema de información utilizado por la administración andaluza para el acceso a la información de nuestros bienes inmuebles de carácter arqueológico (ARQUEOS) se basa sobre realidades patrimoniales conocidas, constatadas y referenciadas espacialmente con coordenadas espaciales concretas (FERNÁNDEZ, 2002). En su diseño no se daba cabida a registros arqueológicos potenciales sin ubicación precisa. ARQUEOS, como herramienta de gestión integrada en el Sistema de Información del Patrimonio Histórico de Andalucía (SIPHA), sólo permitía prestar servicio mediante la información de nuestro patrimonio cultural sumergido constatado arqueológicamente. No permitía, por tanto, gestionar la información sobre zonas de nuestro litoral con gran potencialidad arqueológica, conocida a través de las fuentes históricas, y fuertemente amenazadas tanto por los efectos de acciones antrópicas (pesca de arrastre, obras públicas, expolio, contaminación, etc.) como del propio medio natural en el que se encuentran (corrientes litorales, incidencias de oleaje, comunidades biológicas, etc.).



● Técnicos del Dpto. de Documentación, Formación y Difusión del CAS / JOSÉ MANUEL HIGUERAS-MILENA CASTELLANO, CAS-IAPH

Para dar respuesta a esta necesidad y desarrollar herramientas específicas adaptadas a las exigencias, entre otras, de conocimiento, gestión, y protección, el Departamento de Documentación, Formación y Difusión del CAS-IAPH apostó por el diseño de aplicaciones específicas que hacen uso de la información documental sobre naufragios obtenida de la investigación en archivos históricos. Una herramienta que diese la posibilidad no sólo de gestionar datos alfanuméricos sino, además, de poner en relación esa información con el territorio (a través de una aplicación SIG), con su transformación a lo largo de los siglos, los condicionantes ambientales y la influencia humana que sobre el mismo se ha producido de la mano de la explotación de los recursos y el uso comercial, turístico, urbano, etc. Este proyecto se inició en el año 2000, planteándose como primer objetivo diseñar una aplicación experimental a escala espacial reducida para la gestión de la información sobre naufragios (DOCUSUB: Documentación relativa al patrimonio arqueológico sumergido de Andalucía) que se vería alimentada a través de los datos obtenidos en el marco de un amplio proyecto de investigación y explotación de fuentes documentales de archivos históricos.

DOCUSUB

Con su diseño se pretendía la consecución de una aplicación de gestión de bases de datos que permitiese la compatibilidad con la

mayor cantidad posible de sistemas informáticos de tratamiento de la información, a la vez que garantizar la integridad referencial. Otro de los objetivos iniciales que debía cubrir era facilitar las progresivas modificaciones del mismo, de forma que la experiencia adquirida a lo largo del proceso de carga de información sirviera para plantear parámetros de adecuación y normalización. Todas estas premisas hicieron que Access se considerase el entorno informático más adecuado.

A partir de estas necesidades, resultaba inviable la obtención de conclusiones sobre el funcionamiento de la herramienta a corto-medio plazo si se optaba por la carga de datos para la totalidad de la comunidad autónoma andaluza, debido fundamentalmente al gran volumen y a la dispersión de la documentación a abarcar. Ante esto, se decidió circunscribirla territorialmente a un marco de acción más concreto: el litoral comprendido entre la desembocadura del Guadalquivir y la Bahía de Cádiz. Este espacio es, posiblemente, una de las zonas en el mundo con mayor densidad de naufragios, debido al intenso tráfico comercial marítimo histórico y a los riesgos que para la navegación se dan en estas costas.

La estructura lógica de la aplicación se articuló en siete grupos fundamentales de datos, dentro de cada uno de los cuales se integraban los distintos campos que conformaban la tabla principal. Dicha estructura era la siguiente:



📍 Desconcreción de un cañón en el Peco de las Morenas. San Fernando, Cádiz / MERCEDES GALLARDO ABÁRZUA

→ Identificación. Se trata del grupo principal destinado a almacenar los datos básicos sobre la embarcación siniestrada, conformando el primer elemento de enlace entre la información documental contenida en la aplicación y los posibles datos arqueológicos con que ésta pudiera relacionarse. Además del código autonómico del registro, contiene otros datos básicos de identificación (nombre, nacionalidad, provincia, municipio, etc.).

→ Datos cronológicos. Agrupa al conjunto de campos que cuenta con la información necesaria para precisar el momento histórico del naufragio.

→ Datos del naufragio. Recoge las variables causales y espaciales en que tuvo lugar el siniestro.

→ Datos técnicos. Se trata de un grupo de campos de identificación complementaria en los que se recoge la información acerca de la naturaleza y configuración estructural de la embarcación (tipología, manga, puntal, eslora, etc.).

→ Información adicional. Almacena los datos relacionados con la travesía que realizaba la embarcación en el momento del siniestro, pero que son ajenos a la nave como elemento estructural en sí. A pesar de no ser datos en su mayoría contrastables arqueológicamente, resultan muy útiles para la articulación de la información documental dispersa relativa a una misma embarcación. Entre ellos se encuentran armador, maestre, capitán, flota, etc. Además, en este grupo se recogen los datos relativos a la carga transportada, información que puede llegar a ser de gran utilidad para la identificación de los naufragios una vez localizados arqueológicamente.

→ Datos de rescate. Complementa a los datos técnicos en cuanto a la identificación de la embarcación naufragada. Recoge las acciones humanas a que fue sometido en momentos posteriores a su naufragio.

→ Información documental. Recoge las referencias exactas de las fuentes documentales originales de las que procede la información.

Una vez diseñada su estructura, las exigencias de carga de información y la utilización que de la misma se hacía en el CAS motivaron su adaptación visual para facilitar tanto su recuperación automatizada como la realización e impresión de informes. Esto dio lugar, a partir del módulo original, a la versión de DOCUSUB actualmente en uso y carga.

El objetivo de la aplicación fue gestionar principalmente información documental perteneciente a los últimos cinco siglos, momento hasta el que se remonta la casi totalidad de la información custodiada en archivos históricos. Por ello, los campos que comprende se ajustan a

las necesidades concretas de ese periodo, al igual que los menús desplegables asociados. Y se diseñaron a partir de una sistematización, ya iniciada, sobre el Tesoro de patrimonio que debe acompañar a la aplicación.

APLICABILIDAD DE LOS SIG PARA LA GESTIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO SUMERGIDO

Una vez diseñada y puesta en marcha DOCUSUB, el siguiente paso consistió en conseguir explotar su información desde una perspectiva geográfica. El objeto final de la herramienta a diseñar no era sólo poner en servicio la información histórico-arqueológica asociada a los yacimientos potenciales, sino además poder utilizarla desde una perspectiva espacial, de cara a facilitar las labores de gestión del CAS-IAPH en todos sus ámbitos competenciales.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten una dualidad de uso desde la perspectiva temática/espacial. Son sistemas que combinan las propiedades de gestión de la información propias de los sistemas gestores de bases de datos con las propiedades de representación gráfica del diseño asistido por ordenador, permitiendo además la representación de los datos en el marco de un sistema de coordenadas que los localiza en la superficie terrestre. Desde su aparición, en la década de los 60 (BOSQUE SENDRA, 2000), han supuesto una auténtica revolución en el tratamiento de información de carácter espacial, con aplicaciones en medio ambiente, redes de distribución y transporte, planificación urbana, protección civil, marketing, etc.

La arqueología, por tratarse de una disciplina basada en gran parte en la interpretación de los restos o materiales de una cultura mediante su análisis espacial, temático y temporal (DELGADO, 1997), también se ha visto beneficiada por el uso de estas potentes aplicaciones informáticas (BERMÚDEZ, 2000). La consideración de la componente espacial de los datos arqueológicos resulta importante tanto a la hora de realizar los tratamientos estadísticos tradicionales como para el diseño de inventario, y las estrategias de gestión y protección. La versatilidad de los SIG en la gestión de información de diversas fuentes y formatos ha permitido además la coordinación de la arqueología con otras disciplinas, dando lugar a la creación de grupos de trabajo interdisciplinares, aportando la posibilidad de incorporar también la información suministrada por sensores remotos (Landsat, SPOT, Ikonos, Quick Bird, etc.) y procedimientos de análisis proporcionados por instrumentos de teledetección (sonar, multihaz, geopulser, paramétrica, pagnetómetro, etc.).

Como antecedente del uso de este tipo de sistemas en arqueología subacuática James P. Delgado (1997) menciona la campaña realizada por el *Queensland Museum of Northern Australia* en 1983 en el yaci-

Tras la puesta en marcha de DOCUSUB, el reto consistía en explotar su información desde una perspectiva geográfica

miento del navío HMS Pandora, si bien en ella se utilizaron herramientas CAD. No será hasta 1992 cuando el *Dry Tortugas National Park*, Unidad de Recursos Sumergidos del *U.S. National Park Service*, emplee por vez primera un SIG para el diseño y seguimiento de un proyecto arqueológico subacuático, creando una base de datos espacial de carácter multidisciplinar que incluía tanto mapas georreferenciados como datos de sensores remotos, atmosféricos y oceanográficos, cartografías de la línea de costa, etc.

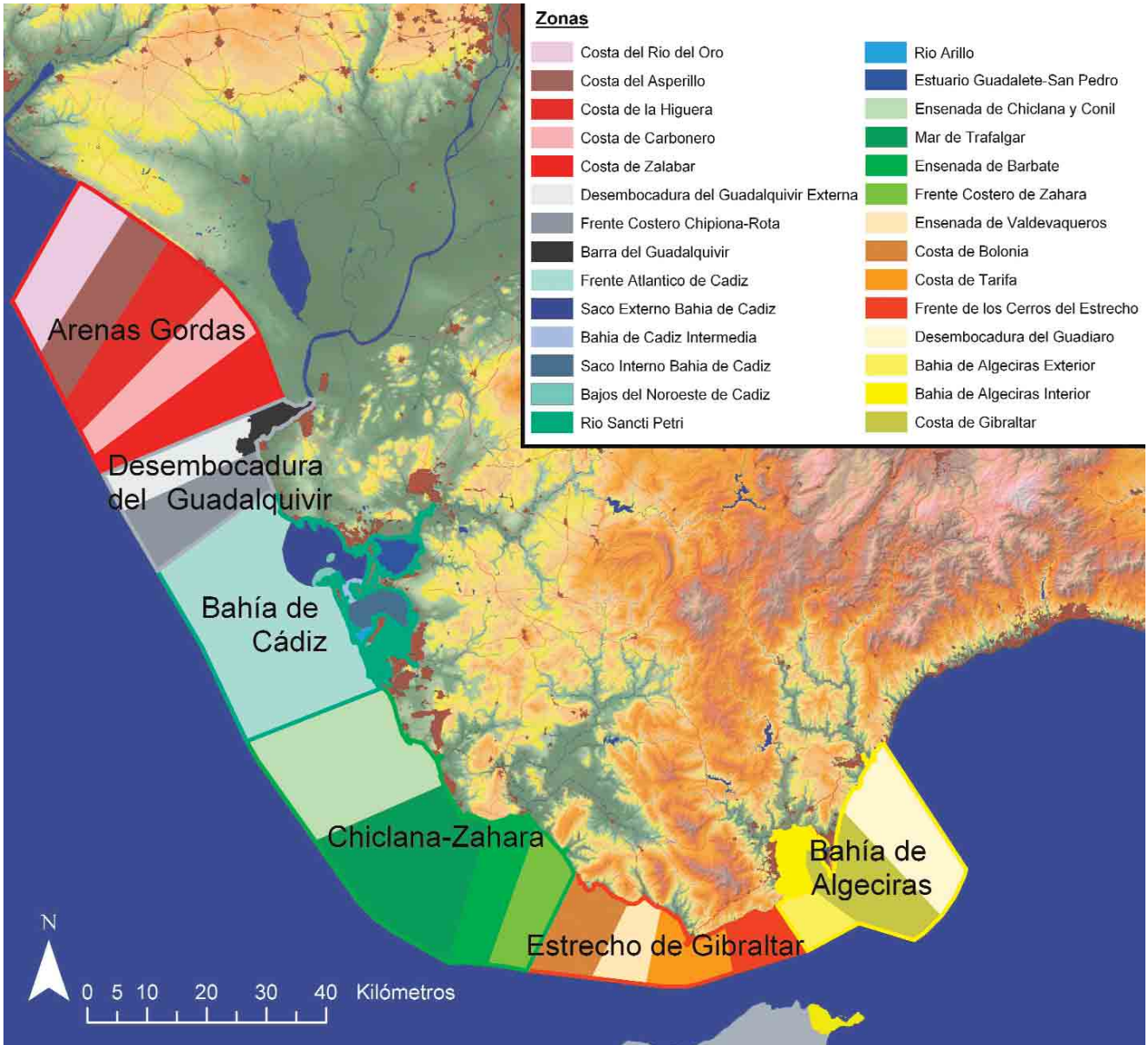
Un ejemplo internacional más reciente de aplicación de los SIG a la arqueología subacuática ha sido el proyecto Archeomar (véase www.archeomar.it), de registro de los yacimientos arqueológicos subacuáticos en las regiones meridionales italianas de Campania, Basilicata, Puglia y Calabria, que se inició en marzo de 2004.

Con estos antecedentes, desde el CAS-IAPH se evaluaron las posibilidades reales para el diseño de una aplicación piloto en un área geográfica de estudio concreto: desde la Bahía de Cádiz a la desembocadura del Guadalquivir. Los objetivos que se plantearon cubrir con su desarrollo fueron:

- Comprobar los requisitos necesarios para el registro de los diversos datos de carácter espacial referentes a los yacimientos sumergidos (información documental, oral, material, etc.).
- Localizar fuentes de datos potenciales y evaluar la necesidad de adaptar otras bases de datos preexistentes en el CAS.
- Relacionar las variables históricas con las ambientales y probar la estructura necesaria para su almacenamiento: subsistemas, entradas y salidas.
- Producir mapas de localización y potencialidad de preservación de yacimientos subacuáticos, y de zonas de riesgo para la navegación a partir de naufragios en el entorno de la Bahía de Cádiz.
- Producir modelos digitales de profundidad para los últimos tres siglos a partir de cartografías históricas elaboradas mediante técnicas instrumentales.

Este último objetivo permitiría, además de contextualizar los naufragios en la realidad paisajística en la que se produjeron, definir la evolución de la línea de costa a lo largo de los siglos y evaluar el tipo y los procesos de acumulación de sedimentos sobre las zonas de los naufragios desde que estos se produjeron.

El punto de partida fue el Sistema de Información del Patrimonio Arqueológico de Andalucía (ARQUEOS), donde se recoge información referida a los bienes del patrimonio histórico andaluz, así como informa-



● Ejemplo de la zonificación del litoral

La propuesta de zonificación del litoral respondía a la necesidad de normalización geográfica como paso previo a la georreferenciación

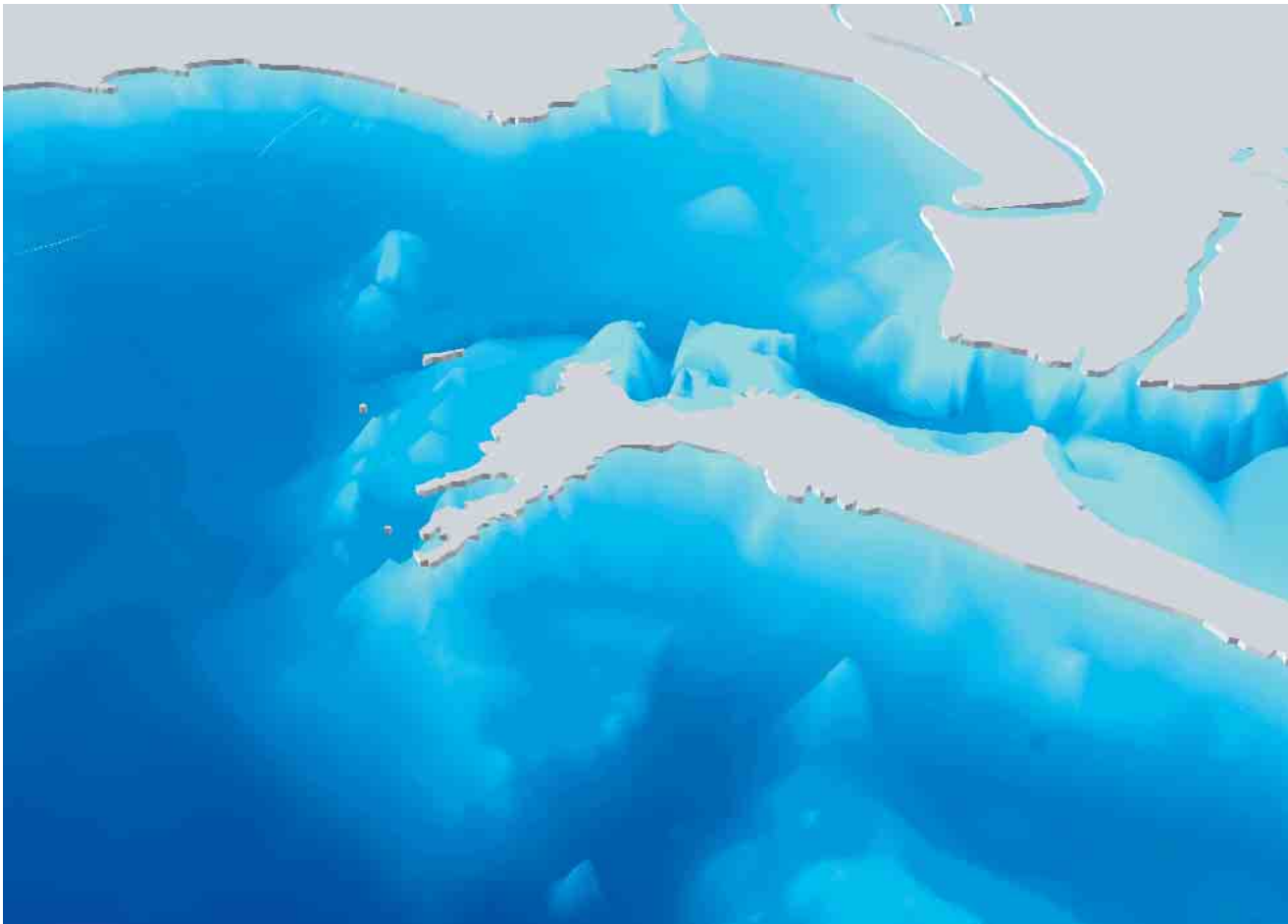
ción sobre los escenarios ambientales en los que se encuentran (FERNÁNDEZ CACHO, 2002).

A partir de ahí, la incorporación de DOCUSUB al sistema fue una de las piedras angulares del proyecto pues permitía realizar un salto desde la información histórica de partida a la realidad geográfica actual. Las peculiaridades de las referencias documentales de los yacimientos sumergidos obligaron a someter toda la información geográfica a un proceso de normalización como paso previo a su posterior georreferenciación. Como resultado, se confeccionó una propuesta de zonificación del litoral (ver p. 33) siguiendo criterios histórico-náuticos y de riesgos para la navegación. La clasificación se jerarquizó en tres niveles de unidades distribuidas de mayor a menor extensión espacial: áreas, zonas, y lugares de hundimiento. Así por ejemplo, el área de Arenas Gordas (Playas del Coto de Doñana, Huelva) está compuesta por 5 zonas, desde Costa del Río de Oro a Costa de Zalabar, comprendiendo en ellas distintos lugares de hundimiento. De esta manera es posible conectar la información histórica, recogida en DOCUSUB, con la cobertura espacial de naufragios presente en el sistema, haciendo posible recuperar para cualquier parte de nuestro litoral toda la información almacenada en el sistema sobre naufragios.

Junto a la información sobre yacimientos reales procedente de ARQUEOS, y a la de potenciales de DOCUSUB, se incluyeron diversas variables geoambientales como entradas al sistema, estructurándolas en capas denominadas de acuerdo con la temática correspondiente: "Geomorfología", "Sedimentología", etc. Entre éstas se introdujeron batimetrías de precisión con carácter diacrónico, siendo algunas de ellas, como hemos referido, modelos digitales de profundidades (ver p. 35) obtenidos a partir de la explotación de cartografía histórica. También se insertaron variables de carácter antropogénico, como por ejemplo la distribución de instalaciones portuarias, colectores, caladeros, zonas de extracciones de árido, etc., así como capas de información sobre obras públicas efectuadas en determinados puertos. Con ello se perseguía ver la funcionalidad de la herramienta de cara a tener que gestionar la información para definir cautelas arqueológicas a aplicar sobre proyectos de obras civiles litorales. En paralelo se investigó la capacidad de incorporar y gestionar a través del sistema los datos geofísicos brutos obtenidos en diversas campañas de prospección realizadas en el marco de la Bahía, resultando un ensayo positivo.

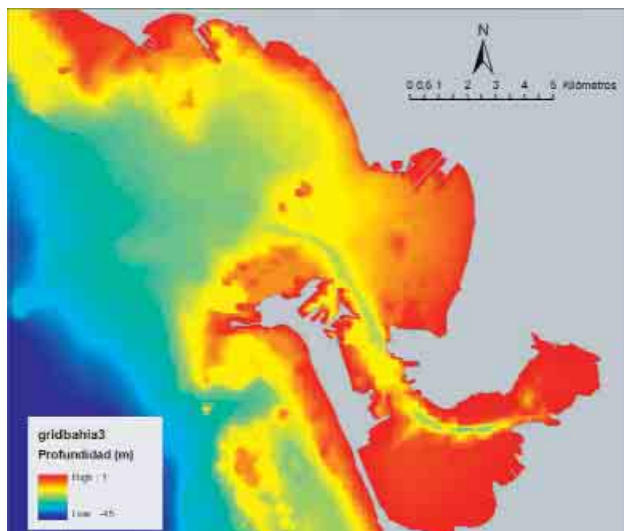
En relación con la conservación de los yacimientos también se ha mostrado útil el sistema. Mediante el análisis de las relaciones espaciales existentes entre las variables ambientales (geomorfología, batimetría, tipo de fondos, etc.) y de los procesos actuantes sobre éstas (corrientes mareales, dinámica litoral, vientos, etc.) se han podido elaborar tanto mapas de riesgos, a partir de los cuales se han definido zonas potenciales en función de diferentes niveles de probabilidad de pre-

Modelo digital de profundidades de la Bahía de Cádiz en 1807



Vista aérea de la playa de La Caleta (Cádiz), donde se encuentra el CAS-IAPH / MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

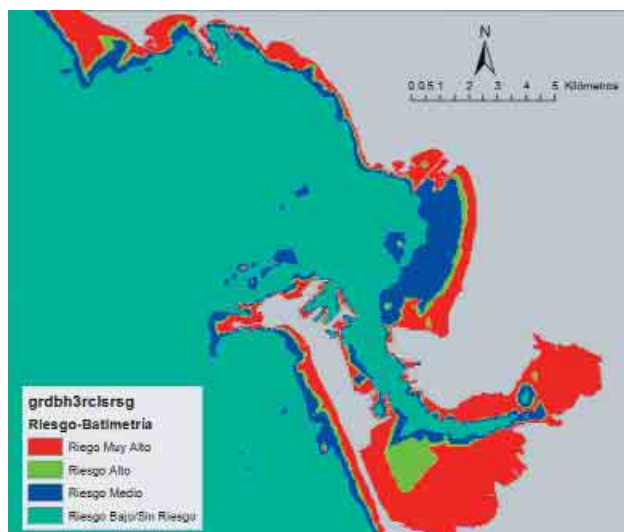




MODELO DIGITAL DE PROFUNDIDADES

METROS	RIESGOS
0 a -1	MUY ALTO
-1 a -2	ALTO
-2 a -5	MEDIO
> -5	BAJO/ NULO

R
E
C
L
A
S
I
F
I
C
A
C
I
Ó
N



MAPA DE RIESGOS PARA LA NAVEGACIÓN SEGÚN LA BATIMETRÍA

Cartografía sobre zonas potencialmente peligrosas para la navegación en Bahía de Cádiz en función de la batimetría

sencia de naufragios, como estado potencial de conservación de los restos preservados hasta el momento en función de la sedimentología y dinámica litoral.

Las salidas de información estaban en relación con la propiedad de los SIG para responder a preguntas no preestablecidas a partir de una serie de factores previamente introducidos. Se obtuvieron zonas que respondían a cuestiones como cuáles son aquellas potencialmente más peligrosas para la navegación (ver p. 36), dónde existe mayor probabilidad de encontrar naufragios históricos, qué espacios actualmente emergidos estaban sumergidos en épocas históricas, qué obras y de qué características se han efectuado en zonas concretas de la costa, cuál puede ser el estado de preservación de los restos conservados, etc.

En resumen, el resultado fue el diseño de una herramienta ágil, adecuada a las necesidades de documentación, investigación, gestión y representación de la información almacenada en el CAS en relación con los yacimientos subacuáticos de la zona seleccionada para el estudio, concluyéndose la conveniencia de la aplicabilidad de los SIG a las labores de tutela del patrimonio subacuático por su eficacia tanto para la localización y representación geográfica de los yacimientos catalogados actualmente, como para aportar los procedimientos adecuados para el establecimiento de zonas de sensibilidad (buffers o zonas de influencia) por presencia de yacimientos potenciales desconocidos arqueológicamente. Esta capacidad como *instrumento predictivo* permite adelantarse en la propuesta de cautelas ante posibles afecciones generadas por factores antrópicos, ya en campañas de dragados, construcción de nuevas estructuras portuarias, diques, o en la lucha contra el expolio, etc., siendo de gran utilidad además a la hora de planificar nuevas campañas de investigación.

ESTRUCTURA DE SIGNAUTA

Desde un punto de vista conceptual, el Sistema de Información para la Gestión del Patrimonio Arqueológico Subacuático de Andalucía se organiza en módulos o subsistemas diferenciados por su temática (ver p. 40).

→ DOCUSUB. Almacena la información sobre los naufragios descritos a través de las fuentes documentales. Su componente espacial sirve para localizar yacimientos potenciales, siendo una de las piedras claves de la herramienta. Para su alimentación se está desarrollando un amplio proyecto de explotación de las fuentes documentales proyectado tanto a nivel local como nacional e internacional. En la actualidad contiene 871 registros para el área comprendida entre la Bahía de Cádiz y la desembocadura del Guadalquivir.

Los mapas de riesgo se han elaborado considerando las relaciones espaciales de las variables ambientales y de los procesos actuantes sobre ellas

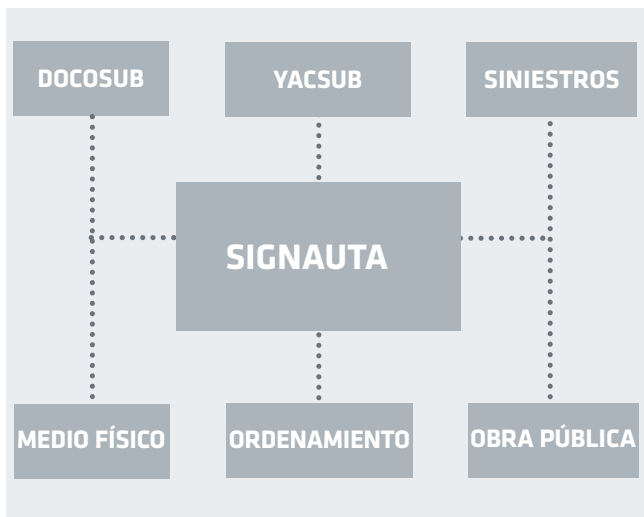


📍 Recogida de datos de un cañón en el Pecio el Águila, Almería / MERCEDES GALLARDO ABÁRZUZA

SIGNauta establece las bases para la Carta de Riesgo del patrimonio arqueológico sumergido andaluz



📍 Toma de medidas para el mapa de un ancla del Pecio el Águila, Almería / MERCEDES GALLARDO ABÁRZUA



➊ Módulos conceptuales que conforman Signauta

→ SINIESTROS. Recopila los accidentes o siniestros marítimos en los que no se produce la pérdida del barco (no debe quedar materialidad del mismo) según las mismas fuentes documentales. Tiene una estructura lógica similar a DOCOSUB siendo un complemento que permite completar el mapa de lugares peligrosos para la navegación en función tanto de la tipología, dimensiones y sistema de propulsión de la embarcación, como de las características oceanográficas o climáticas de cada zona del litoral. Hasta el momento contiene más de mil registros.

→ YACSUB. Al igual que DOCOSUB, recoge yacimientos probables, si bien en este caso lo hace a través de fuentes de información oral. Fue puesta en marcha por el Departamento de Intervención a partir de una adaptación de ARQUEOS, y da cabida a las noticias de posibles pecios según la información de buceadores profesionales y deportivos, pescadores, etc. En la actualidad almacena 199 registros pendientes de confirmación arqueológica.

→ OBRA PÚBLICA. Este módulo recoge información sobre obras civiles que se realizan en el medio costero y marino. Su presencia queda sobradamente explicada por los efectos que pueden tener sobre los yacimientos. Su explotación permite definir zonas sensibles y de riesgo, así como cautelas arqueológicas para prevenir posibles afecciones futuras sobre los bienes culturales sumergidos.

→ ORDENAMIENTO. Integra los elementos de la planificación tales como límites administrativos de referencia, Dominio Público Marítimo-Terrestre, zonas de exclusión militares, líneas de base recta, caladeros de pesca, etc. Al tomarlos en consideración se contextuali-



➋ Ejemplo de visualización de Signauta: combinación de carta náutica, datos geofísicos del fondo marino e información sobre naufragios en la zona mostrada

za la acción de la Administración Pública y los privados en el marco jurídico-administrativo del litoral. En su mayoría la información proviene de otras instituciones que tienen competencias en el litoral y el medio marino.

→ MEDIO FÍSICO. En la misma línea que el módulo anterior, facilita la consideración del entorno, en este caso ambiental, que rodea e interactúa con los yacimientos. Incluye elementos de muy diversa índole (ver imagen superior), que varían en función del prisma con el que se observa el patrimonio arqueológico sumergido. De esta forma, a las batimetrías, que proporciona la coordenada z (la tridimensional) en el medio marino, se les unen otras como la información procedente de técnicas geofísicas, la sedimentología y la geomorfología del fondo (que permite aproximarse al estado de conservación de los restos), los parámetros físico químicos del agua de mar (como la salinidad o el potencial redox que también afectan a la degradación y los tratamientos para la recuperación de los elementos muebles), y las corrientes de marea y el oleaje (que afectan al desplazamiento de los barcos en el momento del hundimiento, a la energía a la que se han visto sometidos desde entonces, y a la planificación de las campañas para su estudio in situ).

La interacción entre todas estas temáticas tan dispares proporciona un modelo multidimensional virtual, posicionando en el espacio del litoral andaluz las preguntas que para la correcta gestión de sus recursos culturales se plantean los técnicos de la administración andaluza. SIGNAUTA ofrece así respuestas a las necesidades concretas que se plantean en el campo de la investigación, la protección, y también para la difusión, estableciendo las bases para la Carta de Riesgos del patrimonio arqueológico sumergido andaluz (tabla 1).

Tabla 1. CAMPOS DE APLICABILIDAD DE SIGNAUTA

GESTIÓN	Delimitación de zonas de potencialidad arqueológica subacuática
PROTECCIÓN	Determinación de los factores de riesgo que influyen sobre el patrimonio arqueológico a nivel espacial (Carta de Riesgo) Diseño de estrategias de protección para los yacimientos conocidos y las zonas de potencialidad
INVESTIGACIÓN	Diseño de estrategias de investigación en función de necesidades concretas de gestión y protección Determinación de índices potenciales de preservación de los yacimientos arqueológicos sumergidos en función de la sedimentología y tasas de colmatación Contextualización de los yacimientos en relación con la evolución del paisaje costero y sublitoral de Andalucía
DIFUSIÓN	Diseño de estrategias de difusión (itinerarios y rutas culturales relativas al patrimonio marítimo)

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Tras comprobarse la viabilidad e idoneidad de SIGNauta como herramienta para la gestión del patrimonio cultural sumergido en la Bahía de Cádiz, estaba previsto continuar su ampliación al resto del territorio andaluz. Pero en la coyuntura actual, la Consejería de Cultura está trabajando sobre el desarrollo de un Sistema de Información para la Gestión del Patrimonio Histórico de Andalucía (Proyecto MOSAICO) al objeto de obtener una única base de datos que integre toda la información referente a los bienes culturales para mejorar su protección y difusión, lo que ha condicionado el desarrollo previsto para SIGNauta, sometiéndola a lo largo de la presente anualidad a un proceso de normalización conceptual y técnica para garantizar la compatibilidad de la aplicación ante una posible inclusión en el marco de MOSAICO.

Paralelamente, desde el CAS-IAPH se está diseñando un proyecto para la investigación y explotación sistemática de las fuentes documentales relativas a este patrimonio. Su desarrollo permitirá potenciar notablemente la herramienta, garantizando su alimentación tanto a nivel de información histórica sobre yacimientos potenciales como de coberturas temáticas.

El desarrollo de una y otra línea de trabajo permitirá extender la aplicabilidad de SIGNauta al resto del litoral andaluz, garantizando la correcta prestación de servicios de información con el fin de ejercer labores de tutela sobre bienes culturales sumergidos en aguas andaluzas.

Bibliografía

- BERMÚDEZ SÁNCHEZ, J.** (2000) *La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la Arqueología*. UAM, tesis doctoral (inédita)
- BOSQUE SENDRA, J.** (2000) *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Ediciones Rialp, S.A., 2000
- DELGADO, J.P.** (1997) *Encyclopaedia of Underwater and Maritime Archaeology*. Londres: British Museum Press, 1997
- ESPIAGO GONZÁLEZ, J.; BAENA, J.** (1997) Los Sistemas de Información Geográfica como tecnología informática aplicada a la arqueología y a la gestión del patrimonio. En Baena Preysler, J., Blasco Bosqued, C.; Quesada Sanz, F. (ed.). *Los SIG y el Análisis Espacial en Arqueología*. Madrid: Universidad, 1997, pp. 7-67
- FERNÁNDEZ CACHO, S.** (2002) *ARQUEOS. Sistema de Información del Patrimonio Arqueológico de Andalucía*. Serie Cuadernos Técnicos del IAPH, nº 6. Granada: Consejería de Cultura, 2002