SEMAR
SECRETARÍA DE MARINA

Levantamiento Multihaz del Área en Común en Aguas de Cd. del Carmen, Campeche.

Software Aplicado a la Hidrografía.

Otras Aplicaciones de la Hidrografía.

"La Batimetría Impulsando el Desarrollo Económico Sustentable"

SEMAR
SECRETARÍA DE MARINA

“La Batimetría impulsando el desarrollo económico sustentable”

Actividades técnicas:

Se realizaron levantamientos hidrográficos con tecnología propia en áreas comunes próximas a Ciudad del Carmen: el canal de acceso al puerto, la Laguna de Términos y el Área de Isla Aguada, durante los meses de febrero y marzo de 2016.

Día 1
(27 de abril de 2016)
Análisis de
Batimetría Común.

Día 2
(28 de abril de 2016)
Exposiciones sobre
Batimetría Multihaz.

Día 3
(29 de abril de 2016)
Exposiciones sobre
Cartografía.

DIRECTORIO

Director:
Cap. Nav. C.G. EHC.
Leonardo Tun Humbert.
Director de Hidrografía

Directores de Sección:
Cap. Corb. C.G. EHC.
Francisco Javier Cabrera Alonso
Subdirector de Levantamientos Hidrográficos.

Cap. Corb. C.G. EHC.
Iván Capetillo Espinosa,
Jefe del Departamento de Cartografía.

Cap. Frag. C.G. EHC.
David J. Guadarrama Mendoza.
Subdirector de Información para la Seguridad a la Navegación.

Dirección de Arte y Diseño:
1er. Mtre. SAIN. Tec. Com. Gráf.
Everardo Gómez Resendiz.

Fotografía:
Tenientes SAIN. Fot.
Erick Valdéz Martínez y
Ricardo García Cisneros.

Corrección de estilo:
UNIDAD DE
COMUNICACIÓN SOCIAL

Av. Heroica Escuela Naval
Militar Núm. 861, Los
Cipreses, Coyoacán, Ciudad
de México. C.P. 04830

Teléfono: 56 24 65 00 ext. 7273
Secretaría de Marina-Dirección de Hidrografía.

Bienvenidos a la Tercera Convención Méxicana de Hidrografía

Por: Contralmirante C.G. Fernando Alfonso Angli Rodríguez
Director General Adjunto de Oceanografía, Hidrografía y Meteorlogía.

La Secretaría de Marina, por conducto de la Dirección General de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología, dio la bienvenida a la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía.

La temática de esta convención fue la "Batimetría en aguas someras del Canal de Acceso a Ciudad del Carmen, Campeche, México". Cada asistente se llevó una clara visión de las bondades y diferencias de los diversos equipos batimétricos empleados previamente a la Convención, los programas de procesamiento de los datos y la aplicación de la información que generan.

Club Naval de RN-1, Edificio sede de la primera Convención Mexicana de Hidrografía, realizada del 19 al 21 de junio del 2013 en Veracruz, Ver.

La Convención Mexicana de Hidrografía fue creada en el año 2013 con el fin de estrechar lazos de amistad e integrar a la Comunidad Hidrográfica Mexicana y a la Comunidad Hidrográfica Internacional con interés en las Zonas Marítimas Mexicanas, obteniendo capacitación y actualización en español que les permita incrementar sus competencias hidrográficas.

La Primera Convención se realizó en Veracruz, Veracruz en junio del año 2013 con el tema "La Economía Azul" y logró convocar a 140 personas que disfrutaron de 29 conferencias técnicas, 4 talleres de entrenamiento hidrográfico, demostraciones de ocho equipos hidrográficos operando en el mar y obtuvieron información de 23 módulos de productos y servicios hidrográficos.

La Segunda Convención se realizó en diciembre de 2014 en Manzanillo, Colima, con el tema "La Hidrografía, mucho más que cartas náuticas" y logró convocar a 315 personas con expositores simultáneos en dos auditorios, dos aulas, cinco embarcaciones y 34 módulos para expositores de equipos y servicios hidrográficos.

En el transcurso de los días 27, 28 y 29 de abril de 2016 se llevó a cabo la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía, con la asistencia de más de 700 personas, con el tema "La Batimetría impulsando el desarrollo económico sustentable", en la cual se presentaron una serie de conferencias en el aula magna del Centro de Convenciones Siglo XXI, de Ciudad del Carmen, Campeche; al mismo tiempo se exhibieron equipos y servicios hidrográficos en un área de *stands*, permitiendo a los asistentes obtener información, datos técnicos y teóricos sobre instrumentos empleados para la adquisición de datos batimétricos, así como programas de cómputo para el procesamiento de información y generación de productos aplicados.

La Secretaría de Marina agradece la participación de las empresas de productos y servicios hidrográficos, así como la asistencia de todos aquellos que hicieron posible la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía, esperando que se hayan llevado una experiencia satisfactoria y el conocimiento de nuevas tecnologías y métodos utilizados en el ámbito hidrográfico y cartográfico. ■

Contenido

Ceremonia de Inauguración de la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía 1

"Levantamiento multihaz del área en común en aguas de Ciudad del Carmen, Campeche" realizado por la SEMAR
Tte. Nav. SIA. I. Top. EHC.
Jesús Fermín González Vázquez 6

"Levantamiento multihaz del área en común en aguas de Ciudad del Carmen, Campeche"
realizado por la compañía SEPROD
Lic. Víctor Andoni Aguirre 10

"Levantamiento multihaz del área en común en aguas de Ciudad del Carmen, Campeche",
realizado por SIGSA y la compañía ESRI /
Rafael Ponce Urbina-Arquitecto Abraham Reynoso Ramírez 14

Resultados de los datos batimétricos del polígono de levantamiento de Ciudad del Carmen, Campeche (EdgeTech) / Chris Englert 20

Procesamiento, análisis, creación de productos y distribución de los datos batimétricos de Ciudad del Carmen
Juan Carballini - José Arturo Arias 24

Soluciones para la industria marítima (QPS)
Lic. Deborah Febres Urdaneta 30

A una década de la arqueología subacuática en la península de Yucatán
Arqueóloga Helena Barba Meinecke 48

El último viaje del navío Nuestra Señora del Juncal
Mtra. Flor Trejo Rivera 56

Clausura 62

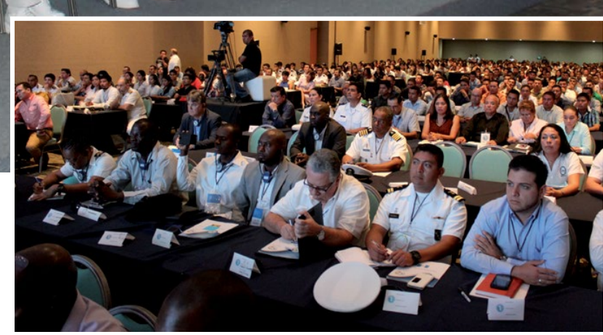
Ceremonia de Inauguración de la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía

“La Batimetría Impulsando el Desarrollo Económico Sustentable”

El día 27 de abril de 2016 se llevó a cabo la ceremonia de inauguración de la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía, con el tema **“La Batimetría Impulsando el Desarrollo Económico Sustentable”**, en Ciudad del Carmen, Campeche. La citada ceremonia fue presidida por el entonces Almirante Subsecrtario de Marina, Joaquín Zetina Ángulo, en representación del Almirante Vidal Francisco Soberón Sanz, Secretario de Marina y Alto Mando de la Armada de México, acompañado de autoridades civiles, navales y militares. El objetivo de la convención fue estrechar lazos de amistad e integrar a las comunidades hidrográficas nacionales e internacionales con interés en las zonas marinas mexicanas, obteniendo capacitación basada en la experiencia de los panelistas en el uso de las nuevas tecnologías presentadas. Durante tres días se presentaron 11 módulos de información como a continuación se mencionan: descripción de los trabajos de batimetría, hojas de bote, análisis de batimetrías obtenidas, validación y control de calidad, empleo y aplicaciones de la batimetría, modelos digitales de elevación, descripción de las características del equipo empleado, así como de su funcionamiento batimétrico por percepción remota en campo.

Inauguración de la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía

La Secretaría de Marina, a través de su Programa Sectorial de Marina 2013-2018, impulsa la investigación y desarrollo tecnológico institucional, contribuyendo al desarrollo marítimo y a la estrategia nacional del cambio climático, ya que el mayor interés es emplear



la capacidad tecnológica de desarrollo propio, lo que permite elaborar cartas náuticas para ser utilizadas de manera multidisciplinaria e impulsar actividades científicas y económicas a favor del país. ■

Más de 27 empresas expusieron sus productos y servicios hidrográficos.

Levantamiento multihaz del área en común en aguas de Ciudad del Carmen, Campeche

La Tercera Convención Mexicana de Hidrografía se llevó a cabo basándose en la demostración de las capacidades batimétricas de cada una de las empresas participantes, para esto se delimitó un área en común que permitiera cumplir con el propósito de ser representativa y con las características de relieve para una precisa representación del fondo marino, así como las facilidades logísticas para desarrollar esta actividad. El área seleccionada fue en inmediaciones de la Novena Zona Naval, la cual dio las facilidades a los tres equipos de levantamientos (SIGSA, SEAPROD y SEMAR).

“Levantamiento multihaz del área en común en aguas de Ciudad del Carmen, Campeche”, realizado por la SEMAR

Tte. Nav. SIA. I. Top. EHC. Jesús Fermín González Vázquez (SEMAR). Ingeniero Topógrafo egresado de La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con Especialidad en Hidrografía y Cartografía, efectuada en el Instituto Oceanográfico del Golfo y Mar Caribe de la Secretaría de Marina; cuenta con el Curso de Cartografía, Levantamientos Hidrográficos Pluviales y Producción de Cartas de Practicaje (certificación ISO 9001-2008), impartido por la Armada de Guerra del Perú, en Iquitos. Además tiene experiencia en Control horizontal en proyectos fotogramétricos en la empresa ATOMSA, supervisión de proyectos en el drenaje profundo en la compañía DIRAC y con más de 90 Levantamientos Hidrográficos realizados durante 25 años como hidrógrafo en la SEMAR.

Participó como Instructor en el “Curso regional sobre levantamientos hidrográficos y elaboración de cartas náuticas”, el cual se llevó a cabo en la Ciudad de Managua, Nicaragua, auspiciado por la Organización Marítima Internacional (OMI), la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) y la Comisión Centroamericana de Transporte Marítimo (COCATRAM).

Cartas Náuticas en México

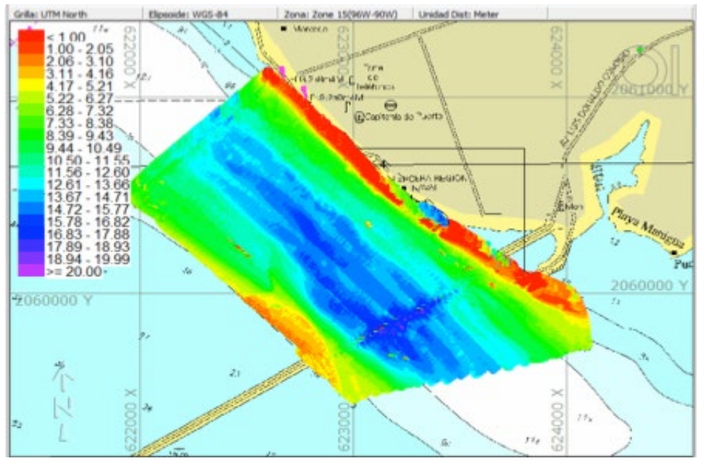
La producción de cartas náuticas en México es responsabilidad de la Secretaría de Marina, a través de la Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología, de acuerdo al Artículo 30 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, en el cual se establece que a la Secretaría de Marina corresponde: “Ejecutar los trabajos topohidrográficos de las costas, islas, puertos y vías navegables, así como organizar el archivo de cartas marítimas y las estadísticas relativas”.

Trabajo realizado por la SEMAR

La Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología (DIGAOHM) efectuó el levantamiento en el polígono de estudio en inmediaciones de la Séptima Zona Naval, empleando una embarcación tipo MIMSA con matrícula Marina-10317 de las Brigadas Hidrográficas, equipada con una ecosonda multihaz interferométrica marca Kongsberg modelo GeoSwath Plus, perfilador Digibar-plus marca Odom, sistema de posicionamiento Hemisphere V330, software hidrográfico Hypack/GS4 de adquisición y procesamiento de información batimétrica. Se efectuaron pruebas de parcheo (Pach Test) a la ecosonda multihaz interferométrica, pruebas de calibración a los demás equipos hidrográficos y se ejecutó el levantamiento hidrográfico orden

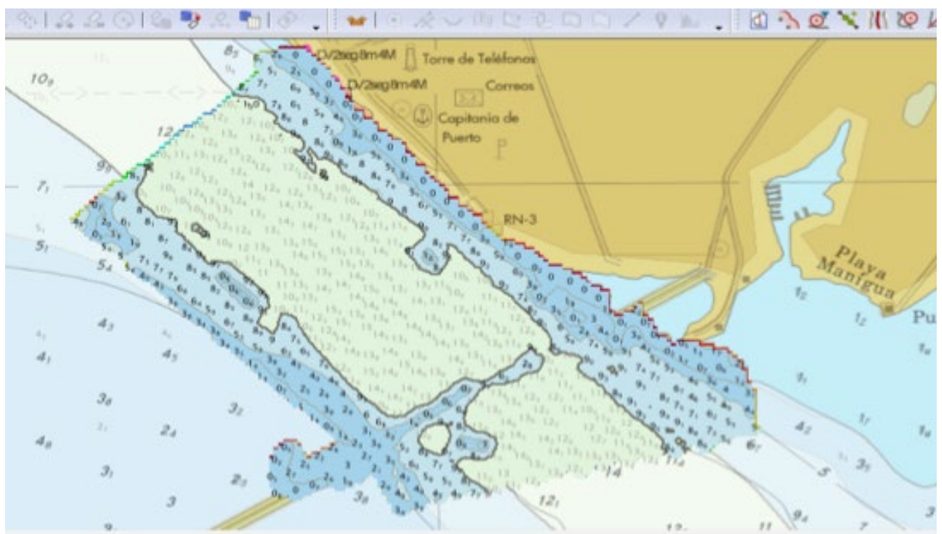
especial del área en común, con base en la publicación especial S-44 de la OHI “Estándares de la OHI para levantamientos hidrográficos”.

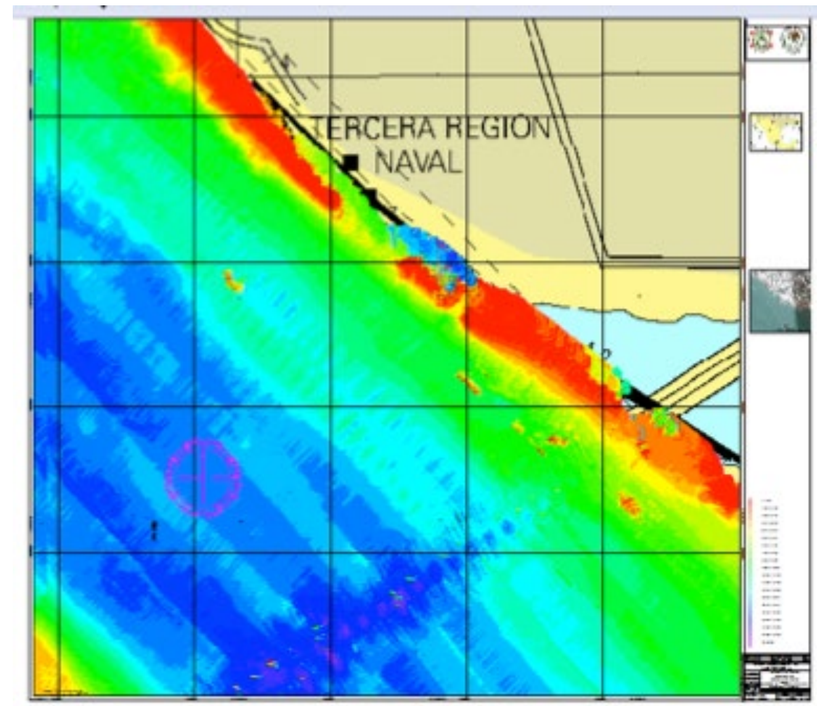
El objetivo del levantamiento hidrográfico por parte de la SEMAR fue obtener una cobertura total del fondo marino del área



Configuración del fondo marino.

Coherencia y correspondencia de los sondeos levantados con los datos representados en las cartas ya editadas.





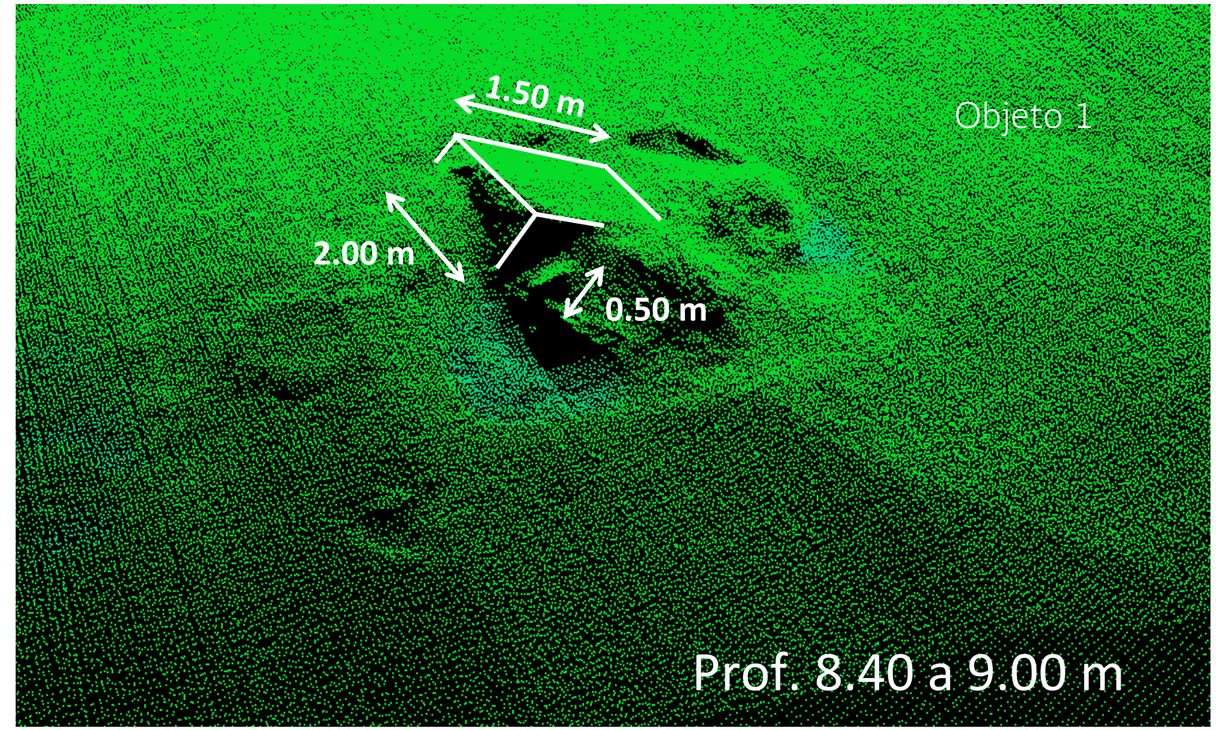
Como resultado final, una carta maestra con un cubrimiento total del área en común, representativo, preciso y validado acorde a las normas hidrográficas emitidas por la OHI para los levantamientos hidrográficos.

en común, proporcionando información reciente y precisa que permitiera la detección de un cubo metálico de 1 metro cúbico, sembrado en la citada área, a fin de demostrar la capacidad de detección de rasgos cúbicos en el fondo marino de hasta un metro para levantamientos de orden especial, con resultados satisfactorios. ■

“Levantamiento multihaz del área en común en aguas de Ciudad del Carmen, Campeche”, realizado por la compañía SEAPROD

Víctor Andoni Aguirre, Licenciado en Administración con Maestría en Calidad, estudió en la Universidad Anáhuac Tampico. Es encargado de las representaciones de marcas en México como Hypack, R2sonic, Teledyne Oceanscience, AML Oceanographic entre otras; también en el desarrollo de soluciones de manera personalizada en materia Hidrográfica para las necesidades de sus clientes.

La empresa SEAPROD S.A. de C.V., es una empresa mexicana creada en septiembre de 1993, con el objetivo de brindar un servicio integral en el área de proyectos, operación de dragados y



Cubo de concreto sumergido dentro del polígono del área en común.

estudios topográficos y batimétricos para obras desarrolladas en el ramo marítimo y portuario, utilizando tecnología de punta, con una capacidad de cobertura a nivel nacional, aplicando procedimientos y metodologías conforme a normas internacionales.

Para realizar el levantamiento batimétrico se utilizaron los siguientes equipos: una embarcación SEASURVEY de 21 pies, una ecosonda multihaz R2Sonic 2024, equipo periférico y software hidrográfico Hypack/Hysweep. El desarrollo de los trabajos estuvo a cargo de ingenieros especialistas mexicanos pertenecientes a la empresa SEAPROD. S.A. de C.V.

El levantamiento se realizó en un periodo de 12 horas efectivas, lográndose localizar el cubo sumergido por la Secretaría de Marina, a una profundidad de 8.4 m, gracias a la calidad de la información se observó que el cubo se encontraba parcialmente sumergido en el lecho marino, lográndose identificar alguna de sus aristas y dimensiones como se aprecia en la figura (Objeto 1). Además se encontraron otros cinco objetos de interés dentro del polígono

de trabajo como a continuación se describe: un barco hundido a una profundidad aproximada de 7.5 m, en el cual se pueden apreciar características como su eslora y manga de 21.7 m y 5.6 m, respectivamente; en la zona aledaña se ven escombro conformado por llantas, tuberías, entre otros elementos; se puede observar también una tubería de descarga probablemente de una draga a una profundidad de 5.9 m con una longitud de 9 m y un diámetro de 0.5 m. De igual forma, se encontró una tubería a una profundidad de 10.7 m con una longitud de 30 m y un diámetro de 0.75 m. Por último, se encontraron dos zonas de interés. En la primera, a 15.5 m de profundidad, 6 cubos con dimensiones aproximadas de 2.0 por 1.5 m y en la segunda, a 6.5 m de profundidad, escombros de tuberías y neumáticos, entre otros.

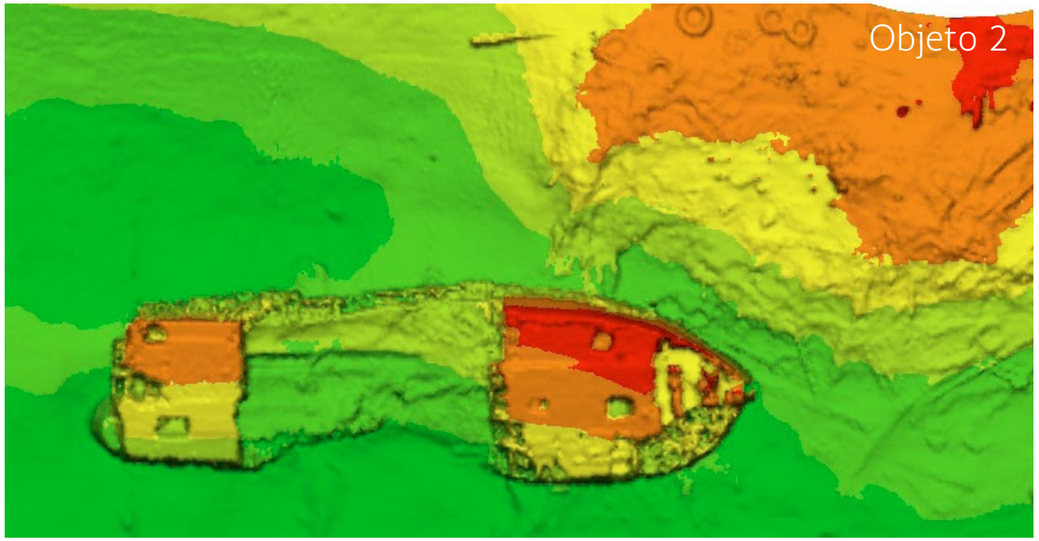
Como se puede apreciar, se identificaron no solo el elemento cúbico sumergido, sino otros 5 elementos sumergidos en la zona de estudio. Todo lo anterior fue posible debido a la alta experiencia que ha logrado adquirir SEAPROD S.A. de C.V. durante sus 20 años de experiencia, formando a través del tiempo personal altamente calificado en el manejo de equipos y software con tecnología de punta, así como en la interpretación y análisis de los resultados obtenidos. ■

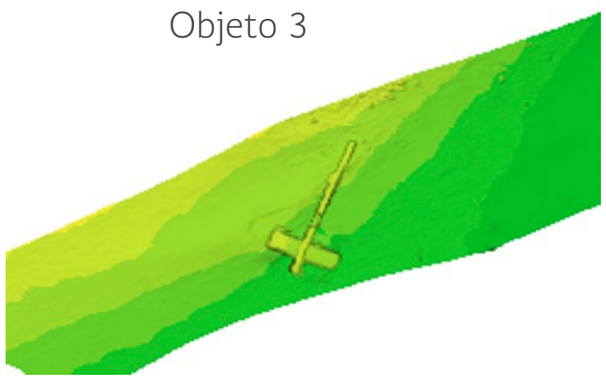
Objeto 2.- Barco hundido.

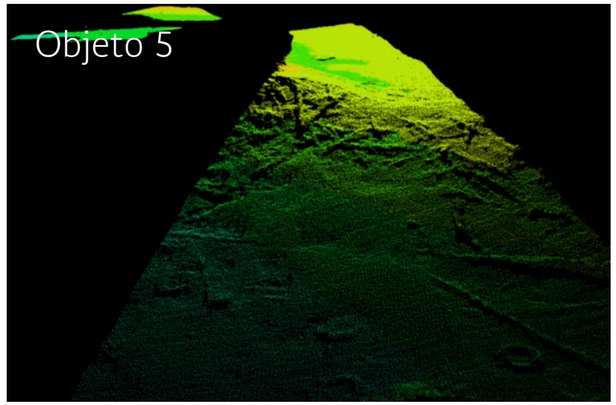
Objeto 3.- Tubería de descarga, probablemente de una draga.

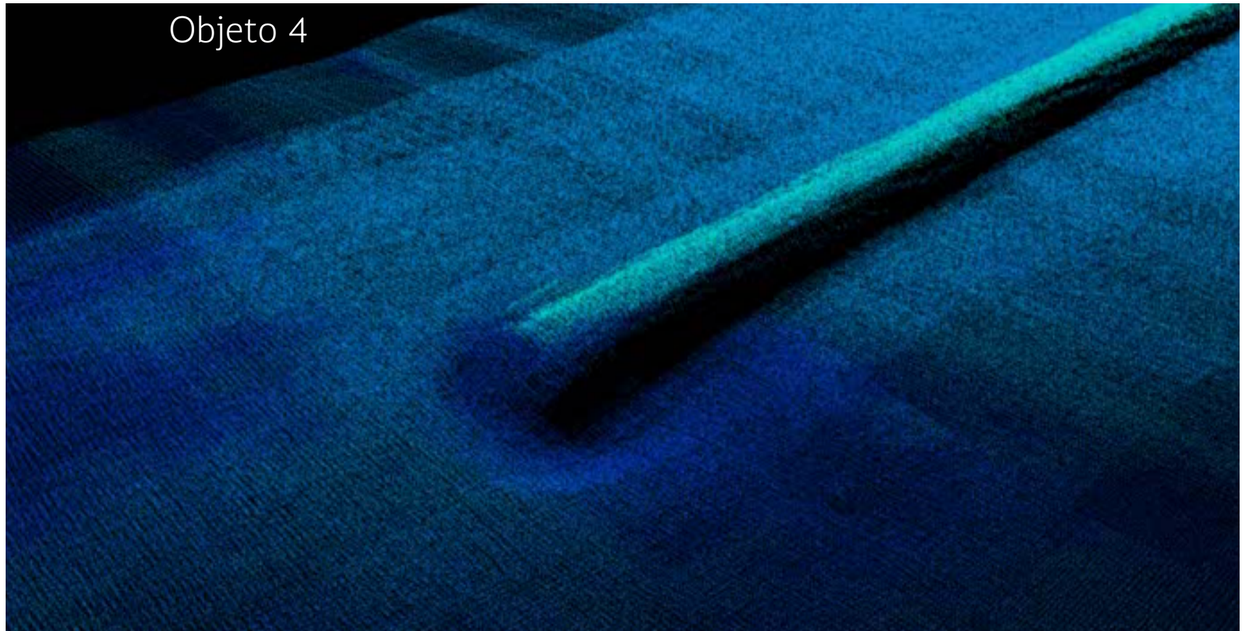
Objeto 4.- Tubería con una longitud de 30 metros y un díametro de 0.75 m.

Objeto 5.- Tuberías y neumáticos.









“Levantamiento multihaz del área en común en aguas de Ciudad del Carmen, Campeche”, realizado por SIGSA y la compañía ESRI

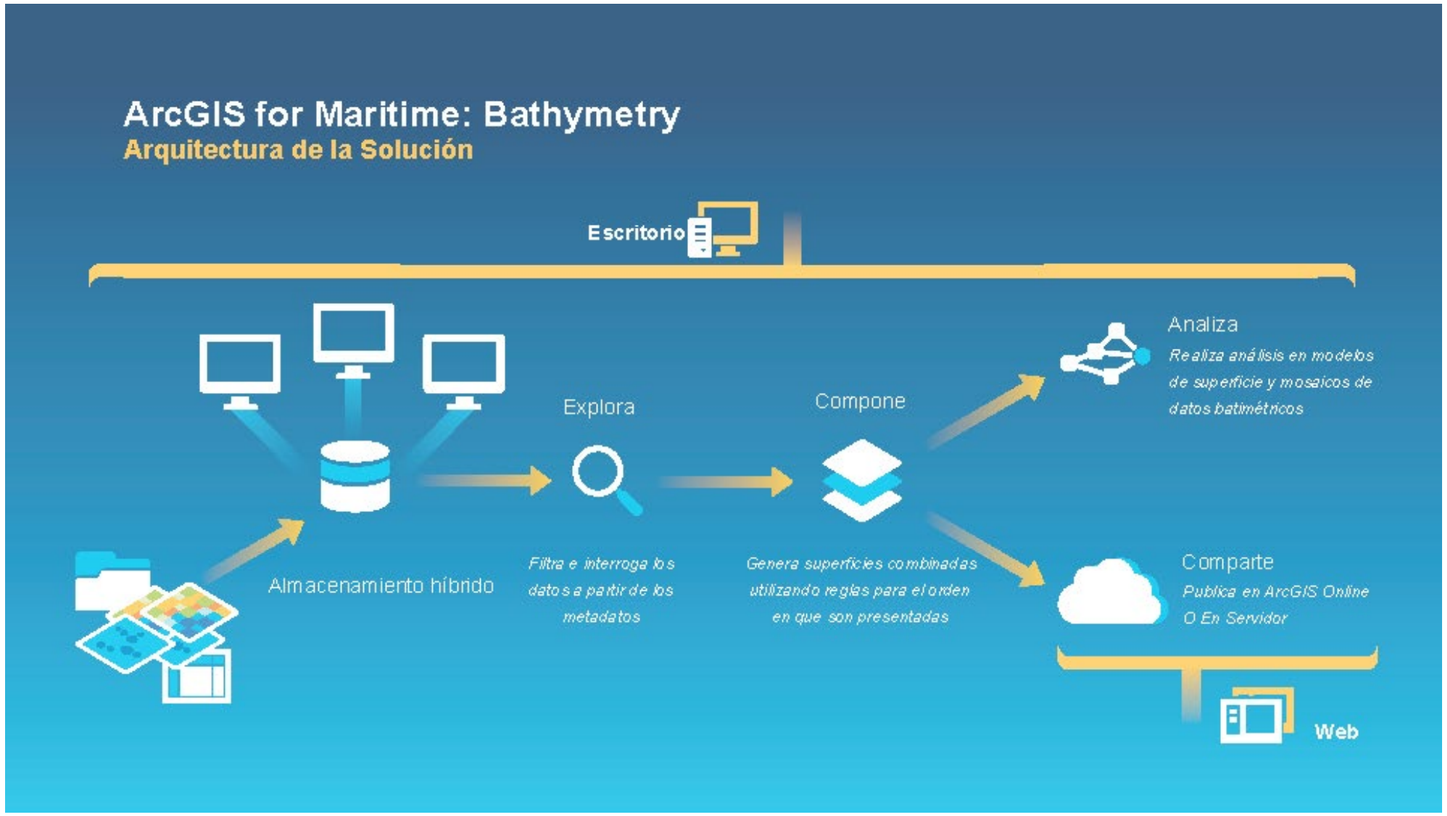
El Arquitecto Abraham Reynoso Ramírez (SIGSA), es egresado de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Ha tomado varios cursos de post proceso de información (Grafnet, QINSy, Fledermaus, ArcGis). Cuenta con experiencia en el área de restitución fotogramétrica, procesos de edición cartográfica, topografía y geodesia, formando parte de la compañía de Sistemas de Información Geográfica S.A. de C.V. desde 1999, de los cuales pasó a ocupar varios cargos como operador de restitución fotogramétrica, procesador de datos, supervisor de restitución fotogramétrica y jefe de brigada de topografía. Actualmente desempeña el cargo de jefe de apoyo terrestre y levantamientos batimétricos.

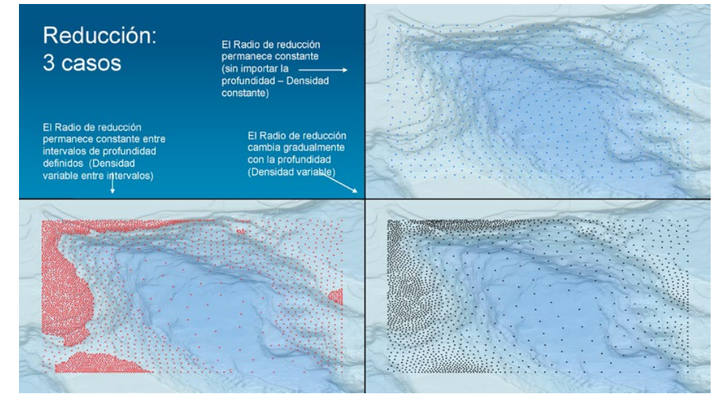
El maestro Rafael Ponce Urbina, es egresado de la Heroica Escuela Naval Militar como Ingeniero en Ciencias Navales. Cursó la Maestría en Hidrografía Categoría A en la Universidad del Sur de Missisipi. En la Secretaría de Marina se desempeñó como Subdirector de Hidrografía y Cartografía y fue Comandante del Buque Hidrográfico Río Tuxpan. Actualmente es Gerente Global del Sector Marítimo en la Compañía ESRI. Atiende los asuntos especializados del área marítima e hidrográfica de la empresa y contribuye en diferentes grupos de trabajo técnico de la OHI.

SIGSA es una empresa mexicana, líder en la optimización de procesos, utilizando herramientas geoespaciales, integración de soluciones en Tecnologías de la Información (TI), geográficas y creación de cartografía digital. La experiencia y conocimiento técnico de SIGSA, se basa en los estándares nacionales e internacionales utilizados por las áreas de TI, así como en las mejores prácticas

requeridas para la integración e implementación de aplicaciones. Su experiencia y servicios están orientados a:

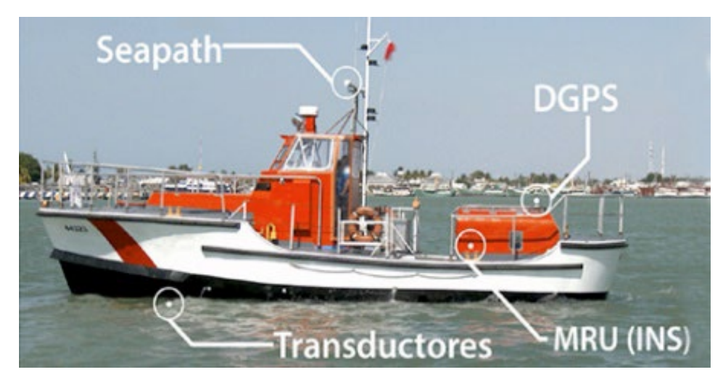
- Mapas digitales.
- Desarrollo de software.
- Implementación de aplicaciones GIS.
- Capacitación certificada.
- Distribución de Software.
- GPS.
- Aplicaciones GIS para Intranet/Internet (Portales, BPM, Webservices, etc.).





La presentación fue un trabajo conjunto entre Esri y la compañía SIGSA, representante en México de ésta. El objetivo fue mostrar cómo la Plataforma de ArcGIS puede ser utilizada a lo largo de todo el proceso hidrográfico, desde el trabajo de campo para la recolección de la información hasta su post-proceso, producción y diseminación.

Para la realización del levantamiento se empleó la embarcación Explorer II que perteneció a la Guardia Costera de los Estados Unidos de América, configurada con una ecosonda multihaz EM-2024 marca Kongsberg de dos transductores, sistema de posicionamiento Seapath 300 y equipo periférico. El proceso, una vez efectuado el planeamiento, comienza con la captura de la información, que en el agua lo hicieron utilizando los paquetes de



software de colección de datos de QPS, Qinsy para la colección y Qimera y Fledermaus para el post-proceso y análisis. De ahí se crearon las superficies batimétricas en formato BAG que formaron el Sistema de Información batimétrica donde se construyó un modelo de superficie completo, se hizo la extracción y selección de sondas que posteriormente se utilizaron para actualizar la carta electrónica.

El sistema de información batimétrica se construyó utilizando la solución ArcGIS for Maritime Bathymetry, que es un componente de la plataforma ArcGIS para el manejo, administración y creación de superficies batimétricas sin duplicar información. Esta información, no solo es útil para la creación de cartas náuticas, sino también para múltiples aplicaciones marítimas y oceanográficas, a nivel de escritorio y en la Nube.

De los resultados obtenidos en el levantamiento de Ciudad del Carmen, se detectaron varios objetos en el lecho marino, entre ellos un pecio, un ancla y una tubería. El proceso realizado en la solución ArcGIS for Maritime Bathymetry, nos muestra que es posible realizar la extracción y selección de sondeos de manera rápida y sencilla, donde la llamada "hoja de bote" es solo un breve paso intermedio que no requiere ningún esfuerzo adicional. Estamos ante un nuevo paradigma donde la tecnología de SIG nos permite agilizar el proceso de producción, evitando la creación de productos intermedios, sin desechar el valor que tiene la extracción de sondeos para la seguridad a la navegación, ya que esta información se registra y almacena en el sistema de información batimétrica.

El proceso de producción completo seguido por el equipo Esri-SIGSA, demostró cómo el flujo de trabajo hidrográfico moderno

reduce el trabajo manual, aumentando la automatización sin perder el control de lo que el sistema hace. Los resultados que arroja ahorran mucho tiempo y dinero, permitiendo que los servicios hidrográficos sean más eficientes. También se demostró, a través de las nuevas tecnologías de Esri, como lo son "Drone2Map" y la aplicación "Collector", para teléfonos inteligentes y tabletas, cómo complementar el levantamiento batimétrico con datos de ayudas a la navegación en la costa, enviándolas directamente a la oficina a través de la nube. Lo cual también incrementa la productividad de la organización de manera muy importante.

Los sistemas de información geográfica son una parte fundamental de todo levantamiento hidrográfico. ■

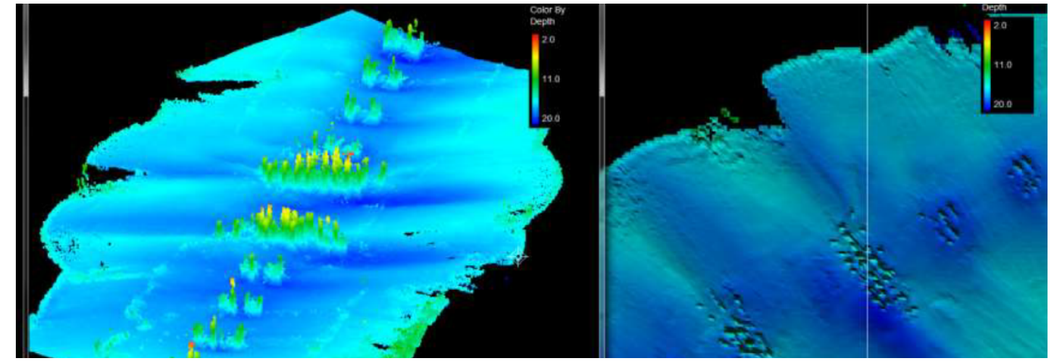
Resultados de los datos batimétricos del polígono de levantamiento de Ciudad del Carmen, Campeche

(EdgeTech)

Chris Englert

Chris Engert es un experto en mapas oceanográficos, cuenta con un extenso conocimiento y experiencia en batimetrías con las especificaciones nacionales e internacionales. Se graduó como oceanógrafo e hidrógrafo categoría A según las normas de la OHI. Se mantiene actualizado con la tecnología para llevar a cabo proyectos oceanográficos e hidrográficos.

La primera parte de su presentación es acerca de Edgtech, de su trayectoria de 50 años en el mercado. Habló en general de varios productos de la empresa y sus características generales, específicamente del equipo modelo 6205, que fue el equipo con el que se hizo el levantamiento en Ciudad del Carmen.



Polígono definidio por coordenas de levantamiento con equipo multihaz en ciudad del carmen campeche, inmediaciones de la séptima zona naval.

VÉRTICE	LATITUD	LONGITUD
A	18º 37' 56.23" N	091º 50' 36.75" W
B	18º 38' 14.43" N	091º 50' 22.37" W
C	18º 38' 15.98" N	091º 50' 11.75" W
D	18º 38' 01.89" N	091º 49' 57.25" W
E	18º 37' 52.84" N	091º 49' 44.50" W
F	18º 37' 50.14" N	091º 49' 26.27" W
G	18º 37' 30.73" N	091º 49' 27.93" W
H	18º 37' 23.49" N	091º 49' 59.97" W

Chris Englert agradeció por el evento y por la oportunidad de presentar los resultados que generó el sonar y sus tres tipos de datos, así como la batimetría y el Back Scatter, que consiste en la obtención de datos muy similares al side scan sonar, que son imágenes del lecho marino, es por ello que se obtienen tres tipos de datos al mismo tiempo con un solo equipo en un solo levantamiento.

En el cuerpo de los datos arrojados van los hallazgos del levantamiento batimétrico, que se organizó en tres áreas: el puente, donde podemos ver la erosión un distintivo muy llamativo del área, podemos observar la cimentación del puente en la columna de agua; en el lecho marino se puede ver la erosión causada por la columna de agua y por otro lado podemos ver una zona muy baja; asimismo, se pueden ver los barcos hundidos, tuberías y llantas que se han caído de los barcos. Se ven múltiples embarcaciones fondeadas en la bahía, las cadenas y las anclas de las embarcaciones; son algunos de los resultados obtenidos. ■

Software Aplicado a la Hidrografía

En el segundo día de la Tercera Convención Mexicana de hidrografía, se llevó a cabo la presentación de los software que fueron utilizados para el procesamiento de los datos batimétricos obtenidos durante el Levantamiento Hidrográfico del área en común en el puerto de Ciudad del Carmen Campeche.

La Secretaría de Marina utilizó como herramienta el programa de adquisición y procesamiento de la ecosonda GEOSWATH PLUS, el GS4, para procesar los datos batimétricos. La empresa SEAPROD presentó la forma de cómo fueron procesados sus datos por medio de HYPACK Y CARIS HIPS AND SIPS. Por su parte SIGSA demostró su método de procesamiento, haciendo uso de QIMERA y FLEDERMAUS.

Otras empresas más como son EDGETECH, ESRI, TELEDYNE CARIS INC. Y QPS-SAAB., expusieron las bondades y beneficios que ofrecen sus programas para el procesamiento y administración de datos batimétricos, así como para la representación de productos cartográficos.

Procesamiento, análisis, creación de productos y distribución de los datos batimétricos de Ciudad del Carmen

Teledyne CARIS Inc.

Juan Carballini
(Gerente de Ventas para América Latina y Asia)

José Arturo Arias
(Consultor de Soporte Técnico)

Juan Carballini tiene más de 16 años de experiencia en la industria hidrográfica y cartográfica. Es un establecido y reconocido profesional en la comunidad marina y geomática. Es reconocido a nivel internacional, especialmente en América Latina, por su experiencia en soluciones de GIS Marino, incluyendo el procesamiento, análisis, administración de datos batimétricos y la producción de cartas náuticas en apoyo a las oficinas hidrográficas e industria. En los útlimos seis años, Juan ha sido miembro del equipo de CARIS y actualmente Gerente de Ventas para América Latina y Asia.

José Arturo Arias tiene más de 25 años de experiencia en hidrografía. Trabajó 21 años en la Marina Colombiana como hidrógrafo, teniendo la responsabilidad de planificar, adquirir y procesar diferentes tipos de datos como monohaz, multihaz, backscatter, sonar de barrido lateral y magnetómetro. Su última posición en la marina colombiana fue como Jefe del Departamento de levantamientos. Por los últimos 5 años José ha sido miembro del equipo de CARIS y en el presente es el líder del equipo se soporte técnico de procesamiento.

Durante la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía, Teledyne CARIS Inc. tuvo una activa participación y sus herramientas fueron las más utilizadas por la mayoría de las empresas y la Secretaría de Marina, para el procesamiento de los datos batimétricos levantados en Ciudad del Carmen.

Para las presentaciones realizadas por Teledyne CARIS se utilizaron los datos levantados por la empresa Teledyne Reson, con el sistema multihaz modelo T50P.

El levantamiento batimétrico tuvo una duración de 8 horas y el procesamiento de los datos y control de calidad fue realizado con el software CARIS HIPS and SIPS en sólo 3 horas.

En las imágenes que a continuación se presentan se pueden ver algunos de los resultados obtenidos de estos datos batimétricos. La figura 1 muestra toda el área levantada en una superficie de alta

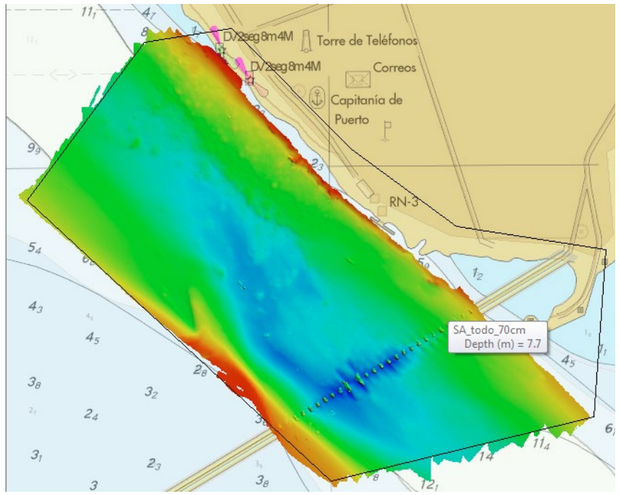


Figura 1 – Cobertura total del levantamiento con los datos procesados en CARIS HIPS and SIPS

resolución (70 centímetros) donde se pueden detectar algunos objetos en el fondo, como un barco hundido, los pilares del puente, una tubería, etc.

En la figura 2 podemos ver en forma más detallada y en 3 dimensiones, el barco hundido que fue detectado y por último, en la figura 3 se puede observar con más detalle la tubería encontrada, también en 3 dimensiones.

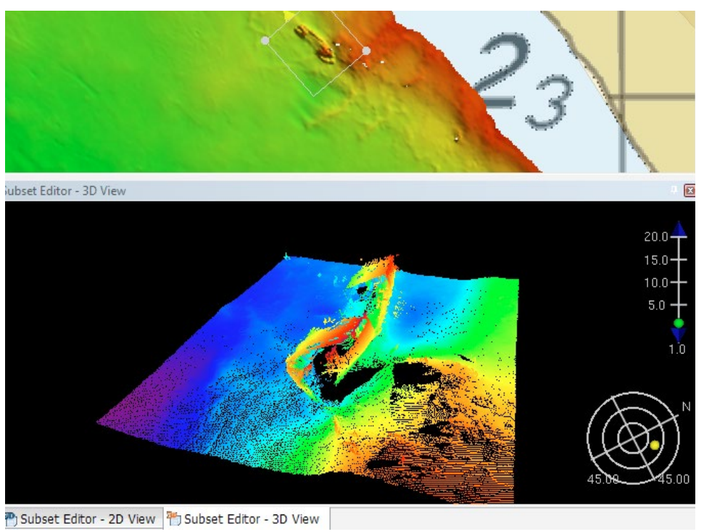


Figura 2 – Casco hundido cerca de la costa, en 3D

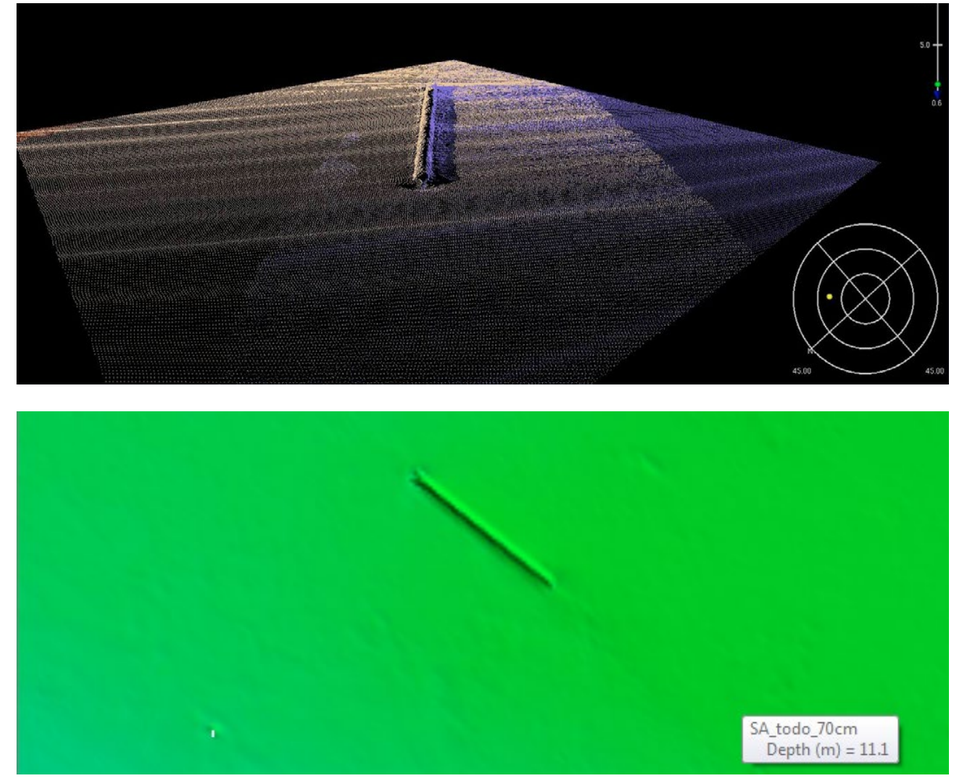


Figura 3 – Tubería en 3D

A partir de los datos procesados se crearon diferentes productos batimétricos para distintas actividades. Los modelos digitales de elevación se utilizaron para crear hojas de bote de manera digital; a su vez se crearon selecciones de sondajes, contornos de profundidad y áreas de profundidad para la actualización de las cartas náuticas. En la figura 4 podemos ver un ejemplo de los productos batimétricos en formato digital S-57, que pueden ser empleados para la actualización de la cartografía náutica electrónica (ENC's) y las cartas náuticas tradicionales en papel. A partir de los datos procesados se crearon diferentes productos batimétricos para distintas actividades. Los modelos digitales de elevación se utilizaron para crear hojas de bote de manera digital; a su vez se crearon selecciones de sondajes, contornos de profundidad y áreas de profundidad para la actualización de las cartas náuticas. En las figuras 5 Y 6 podemos ver un ejemplo de los productos batimétricos en formato digital S-57, que pueden ser empleados

para la actualización de la cartografía náutica electrónica (ENC's) y las cartas náuticas tradicionales en papel.

Una de las grandes ventajas de los softwares de Teledyne CARIS es la interoperabilidad y la posibilidad de permitir que la información batimétrica pueda ser utilizada en otras actividades más allá de la producción de las cartas náuticas. Por ejemplo, los datos batimétricos recolectados en Ciudad del Carmen fueron puestos a disposición en la web, por medio de la aplicación de CARIS Spatial Fusion Enterprise como una capa OGC (Open Geospatial Consortium). Esto permite que otras personas e instituciones interesadas en datos batimétricos puedan acceder a la información, la cual puede ser descargada en formatos abiertos como BAG (Grilla batimétrica con atributos) o XYZ.

Durante la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía, Teledyne CARIS también presentó una de las más innovadoras soluciones para el mercado hidrográfico, que fue el nuevo software de procesamiento de datos batimétricos en tiempo real CARIS Onboard. Esta aplicación permite que los datos batimétricos sean

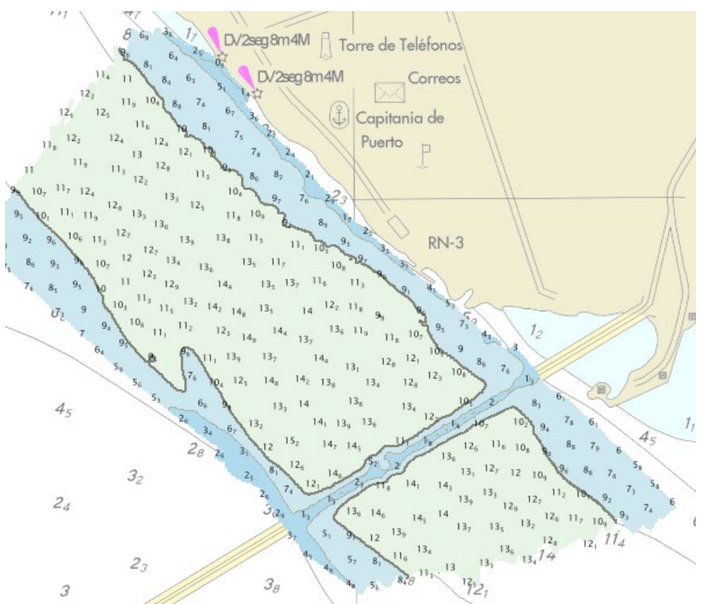


Figura 4 – Productos batimétricos para actualización de la cartografía en formato S-57

Figura 5 – Batimetría de Ciudad del Carmen, compartida por medio de un portal web.

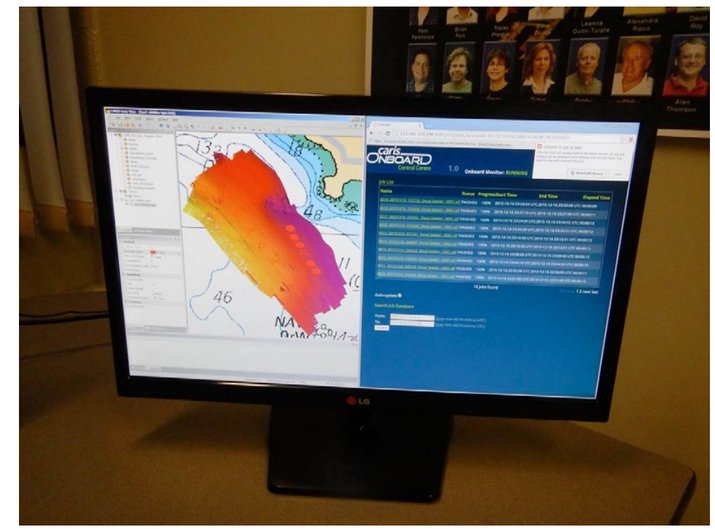


Figura 6 – Levantamiento multihaz procesado en tiempo real y controlado desde la oficina en tierra con CARIS Onboard

procesados en tiempo real durante la adquisición y la información es monitoreada de manera remota si se cuenta con una conexión entre la base en tierra y la embarcación hidrográfica. CARIS Onboard hace posible el procesamiento de los datos batimétricos en tiempo real en plataformas tradicionales de levantamientos como lanchas hidrográficas y también en vehículos autónomos como son los Vehículos Autónomos Sumergidos (AUV) o Vehículos de Superficie no Tripulados (USV). Esto es una gran ventaja para los usuarios, ya que permite que se tengan los datos procesados y los productos finales al terminar el levantamiento, reduciendo considerablemente los tiempos de producción. ■

Soluciones para la industria marítima

QPS - SAAB

Licenciada Deborah Febres Urdaneta.

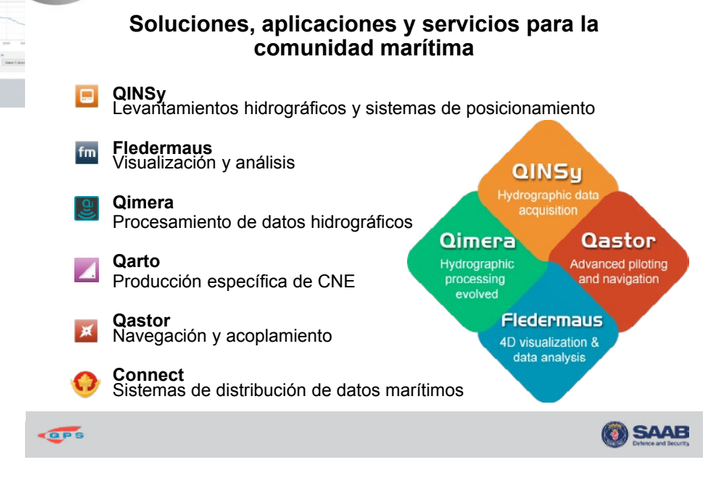
Deborah Febres Urdaneta es Licenciada en Ciencias, por la Universidad Simón Bolivar (Caracas, Venezuela). Trabajó en el Instituto de Tecnología y Ciencias Marinas de Venezuela. Asistente de investigación en el laboratorio de Sensores Remotos de la Universidad del Sur de la Florida, Estados Unidos. Maestría en Ciencias en Administración de Recursos Marinos, por la Universidad de Quebec. Pasante internacional ESRI, California. Consultor como analista para datos espaciales para la compañía Terra Nova, Canadá TamarackGeographic, durante 5 años. Ahora se encuentra trabajando netamente en la industria marítima de QPS, como gerente de soporte técnico de producto en Fredericton, Canada.

En la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía, presentó desde la adquisición, el procesamiento y la visualización de los datos hasta el proceso de la diseminación del producto.

Es una compañía que tiene como socio al grupo de ESRI y esa parte hace la diseminación completa hacia todos los productos y todos los usuarios.

La Licenciada Deborah Febres Urdaneta presentó "QIMERA", un nuevo producto de QPS, el cual es un software hidrográfico innovador por su método de simplificación, manteniendo toda la calidad de los datos procesados.

Agradeció a la Secretaría de Marina y expresó lo siguiente: "es un placer estar en este auditorio, representando a QPS; compartiendo experiencias, metodologías, así como nuestras nuevas aplicaciones y a su vez aprendiendo de los demás colegas que también participan en esta Tercera Convención Mexicana de Hidrografía".



QPS presentó a los invitados y participantes las diferentes opciones de uso de los datos batimétricos y otros datos del medio marino y su evolución a través de la historia, en conjunto con las soluciones de QPS para adquisición, procesamiento y composición para los modelos de elevación. Se presentaron opciones para la construcción y estimación de modelos batimétricos, en específico para el levantamiento de pecios, con detecciones adicionales y datos de la columna de agua. Finalmente, se presentó la propuesta de QPS para el avance tecnológico en el procesamiento de los datos hidrográficos: "Qimera" es un producto que hace énfasis en la simplificación de los procesos y eficiencia, sin comprometer la calidad de los datos, sino que por el contrario, la incrementa.

La Batimetría y su utilidad

Para entender nuestro presente y hacer vista al futuro, es bueno recordar que el estudio de los océanos se inició y fue siempre a diferentes escalas. Las grandes misiones, como las del "HMS Challenger" son recordadas y eran de carácter multidisciplinario. Los resultados permitían entender y descubrir objetivos afines en cada una de las disciplinas participantes. Desde los muestreos de especies del lecho marino y la columna de agua, hasta el uso de un sextante para la navegación. Todos los datos tenían relación con los datos batimétricos levantados en brazas. En aguas someras, el estudio de la profundidad del lecho marino empezó a ser específica y mayormente relacionada a la navegación.

Estas exploraciones resultaban en creación de cartas náuticas de muy poca resolución, incomparables a las utilizadas hoy día, gracias al avance de la tecnología y su consecuencia en el incremento exponencial del volumen de los datos.

Si bien existen modelos batimétricos de cobertura global (Figura 1 GEBCO en Fledermaus), aún existe un gran porcentaje del lecho oceánico que aún no ha sido levantado. En contraste, las áreas costeras que se benefician de esta información, pueden tener inclusive cartas náuticas electrónicas utilizadas para navegación que se actualizan en tiempo real con el cambio de marea (Figura 2). Qastor aplicación para navegación precisa.

Entre la comunidad marítima hay varios sectores e industrias específicas que abarcan varias disciplinas, y todas ellas requieren y hacen uso de la batimetría de forma implícita o explícita. Pueden tener objetivos diferentes, pero la tecnología utilizada y los datos son en realidad similares. Esto le permite, a una organización como QPS (del grupo SAAB), responder a las necesidades de los diferentes sectores de la comunidad, con funciones y procesos afines para todos; en ocasiones, inclusive, hacer de procesos específicos, generalizaciones para los demás sectores de la industria marítima.

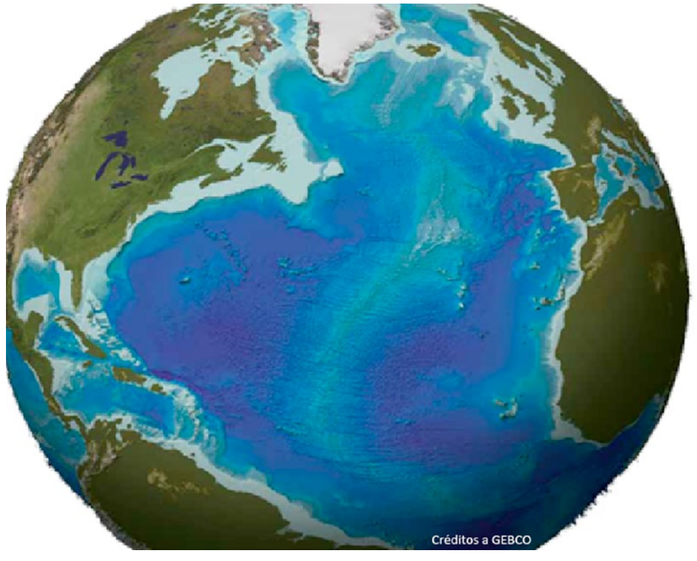


Figura 1. Modelo batimétrico global renderizado en Fledermaus, (datos de cortesía de GEBCO).

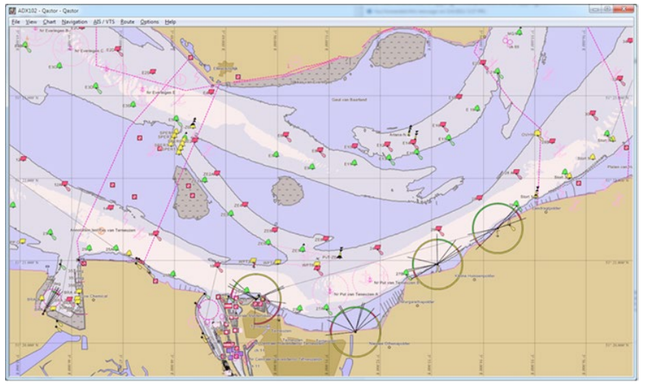


Figura 2. Captura de pantalla de Qastor, aplicación para la navegación de precisión.

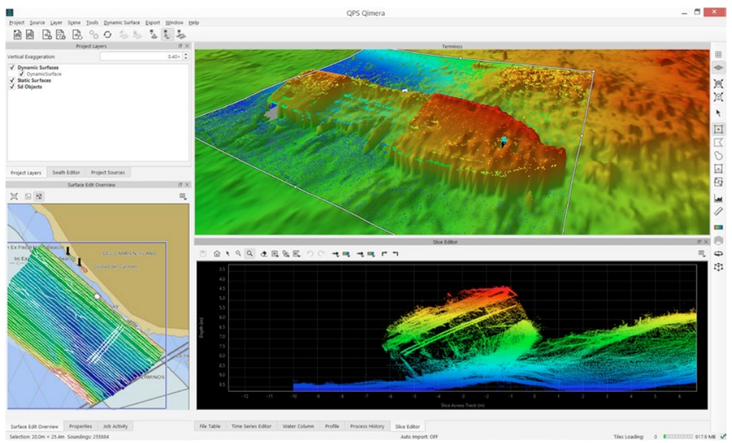


Figura 3. Imagen de Qimera en enfoque con modelo de elevación del pecio objetivo de levantamiento. Ventana de superficie dinámica y la ventana nube de puntos para edición o depuración en cortes, así como imagen de referencia en 2D. Datos cortesía de SIGSA.

QINSy, una aplicación generalista, que ha crecido en los nichos de la industria de ingeniería y que se ha especializado en proveer capacidad para configuraciones complejas, de múltiples sistemas afines, responde a esta variabilidad en la industria. Hoy en día, los datos adquiridos van acompañados, en el mejor de los casos por una serie de sensores de movimiento, posicionamiento y control temporal para establecer los márgenes de error y obtener datos de mayor precisión. Esto hace necesario el procesamiento computarizado de los datos. Sin importar el sector de la industria: mientras mayor precisión y confianza en los datos, mejor QPS ofrece Qimera, como paquete para el procesamiento de los datos (Figura 3). Nube de puntos en sección sobre un modelo de elevación de área establecida para pruebas de la Tercera Conferencia Mexicana de Hidrografía (datos de cortesía de SIGSA).

La adquisición de la batimetría puede estar acompañada por datos de la columna de agua y datos de retro-dispersión. Usualmente, el grupo de usuarios que le hacen provecho a estos datos en conjunto son especialistas pertenecientes a otras disciplinas relacionadas a la hidrografía. Estos grupos especializados darán utilidad a los datos batimétricos, de forma diferente y de manera específica. A continuación una serie de ejemplos de la diversidad en la utilidad de los datos batimétricos:

1. Identificación geomorfológica de los océanos: demostrando la utilidad específica de otra de nuestras soluciones Fledermaus: está representado en la Figura 4. Batimetría multi-haz con modelo de Sandwell y Smith. Este modelo de estimación batimétrica es utilizado para el estudio y clasificación de la morfología de montes submarinos. Estos modelos y el análisis de cuestas y pendientes permiten la identificación precisa de cada uno de los montes submarinos para ser catalogados.

2. Visualización y análisis: específico para la visualización, mostrado en la Figura 6, video de cámara visual frontal en

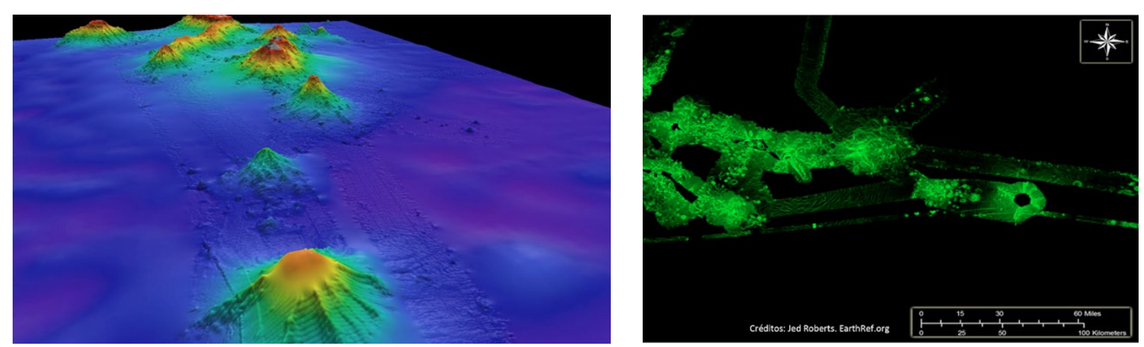


Figura 4. Batimetría multi-haz con modelo de elevación batimétrica y evaluación de pendientes. Créditos a Jed Roberts. Sandwell y Smith, Seamount Catalog. Earfef.org

un VOR (SAAB Dientes de sable AUV/ROV) en sincronización (tiempo y espacio) con el modelo batimétrico. Esta capacidad fue desarrollada para la inspección de cables y tuberías subacuáticas.

3. Impacto y Recursos naturales: los estudios de batimetría en conjunto con otros datos como los datos de la columna de agua, permiten estudios que son necesarios y beneficiosos para la investigación en impacto ambiental, así como recursos naturales: es el estudio de yacimientos y/o fugas. Vea figura 7 como ejemplo de datos de yacimientos de gas. Datos cortesia de NOAA.

4. Para diagnosticar la ecosonda: los datos de retro-dispersión pueden ser utilizados para diagnosticar el estado del instrumento durante y luego del levantamiento de los datos. Los datos registrados, también permiten una calibración para mejorar las correcciones, siempre y cuando las maniobras necesarias sean efectuadas al momento del levantamiento.

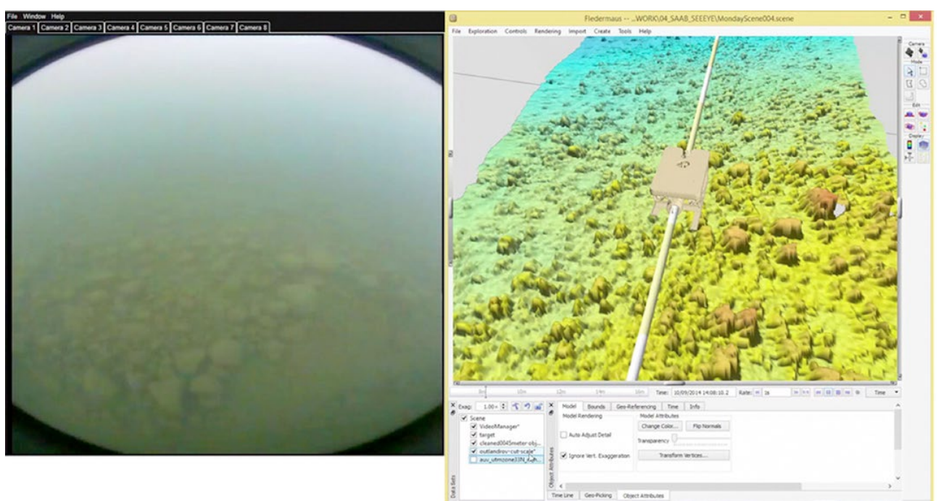


Figura 6. Imagen de pantalla de visualización de modelo batimétrico con video simultáneo de cámara frontal para el vehículo de operación remota de SAAB (Dientes de sable).

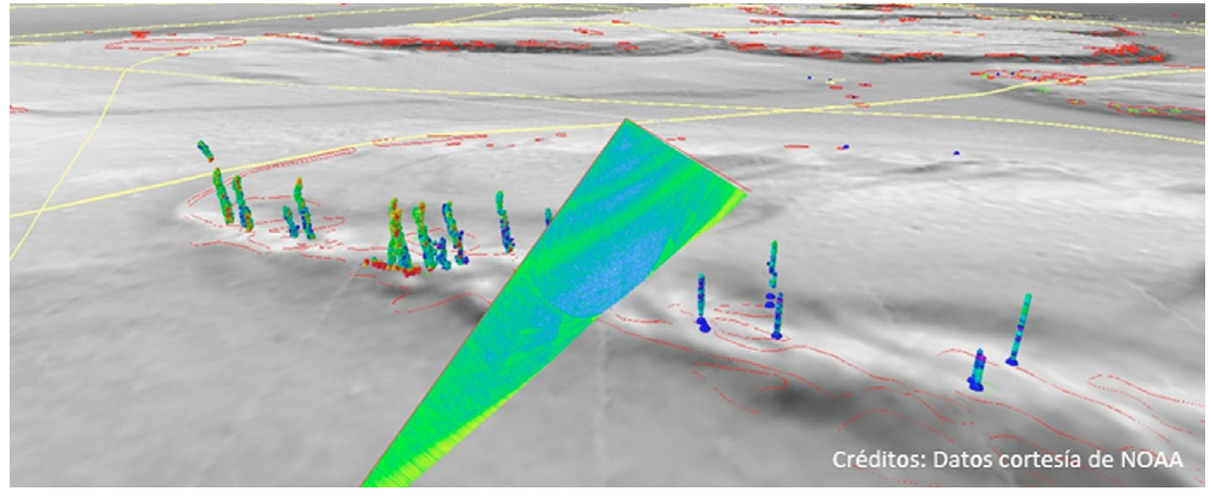


Figura 7. Representación de modelo de elevación renderizado con datos de retro-dispersión, con ecos de sonar de contacto para yacimientos de fugas de gas. Datos cortesia de NOAA.

En conclusión, los datos batimétricos, tienen un sin fin de utilidades y usos. El volumen de los datos, el procesamiento y análisis puede ser abrumador, es donde el compendio de datos en una base de datos es clave para el análisis total. Estas bases de datos, pueden ser explotadas por diversas disciplinas y permite el descubrimiento de características, efectos, cambios y relaciones en los datos que no serían posibles y/o de fácil acceso de otra forma. Los avances en la tecnología informática han permitido el proceso del volumen exponencial de los datos.

Sobre modelos de elevación: Capacidad simultánea.

Durante la segunda presentación, se demostró cómo la mayor parte de las soluciones de QPS permiten la creación de un modelo digital de calidad. El flujo de trabajo, en relación con el modelo de elevación digital, depende del objetivo final de cada uno de los grupos de usuario al cual responde el producto. Cuando el modelo digital se crea y evalúa conforme a todos los procesos establecidos, en cada una de las soluciones que conforman la suite de QPS (QINSy, Qimera y Fledermaus) la calidad y robustez del modelo incrementa, pero no es obligatorio utilizar solo productos de la suite. QINSy permite la creación de un modelo inmediatamente

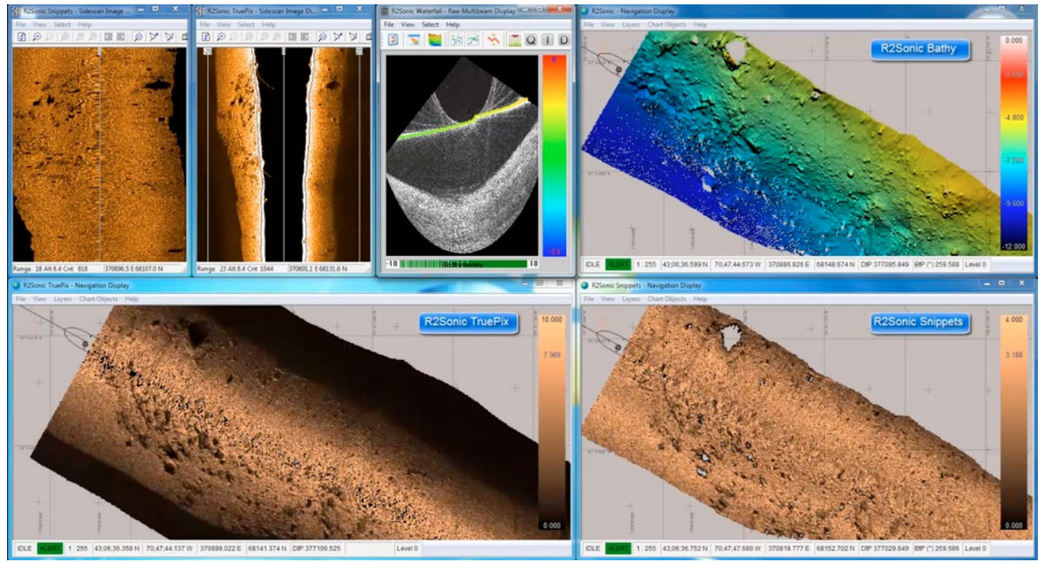


Figura 8. Ventanas configurables de QINSy durante levantamiento.

al momento de la adquisición, Qimera permite un procesamiento o post-procesamiento cuasi-instantáneo mientras los datos son adquiridos, y Fledermaus permite la visualización y manejo de los datos en cuatro dimensiones.

Los procesos para evaluar los datos y su impacto al modelo batimétrico responden a los requisitos que tienen el grupo de usuarios: el hidrógrafo que está en campo, el hidrógrafo que procesa los datos y hace control de calidad, o los usuarios especialistas que hacen uso de los resultados finales de estos datos (geólogos, ingenieros, oceanógrafos).

El modelo de elevación será de calidad, dependiendo de qué tan viable y adecuado haya sido el proceso de adquisición. Siempre puede haber errores, y estos se tratan de eliminar durante los procesos de corrección (mareas, velocidad del sonido, navegación y movimiento) y control de calidad, donde también puede ocurrir el proceso de depuración para reducir el ruido en el modelo batimétrico, con el manejo de los datos de la nube de puntos generada.

La limpieza de los datos, partiendo de la nube de puntos, puede realizarse de varias formas dentro de Qimera (paquete

de procesamiento de QPS). Qimera presenta un flujo de trabajo dinámico. Esto se puede efectuar con diferentes modos de edición: en sección, editor 3D y andana. La visualización puede responder a diferentes atributos de los datos (o metadatos). El usuario puede visualizar los ecos dependiendo de la intensidad, a qué cabeza (transductor) pertenece, qué haz de la ecosonda, entre otros. Esta información provee ventajas al momento de tomar decisiones sobre los ecos que deben ser o no parte del modelo de superficie.

No muchas veces mencionado, pero importante en el impacto en cómo se deben evaluar los datos de los modelos, es tener en cuenta la columna de agua. El ejemplo utilizado fue el caso de la presencia de un pecio. En los datos de la columna de agua, hay una reacción inmediata a la presencia del pecio; el sensor se toma un 'tiempo' en poder 'reaccionar' a esa detección, para tener 'contactos' en los ecos, como se puede observar en la Figura 9.

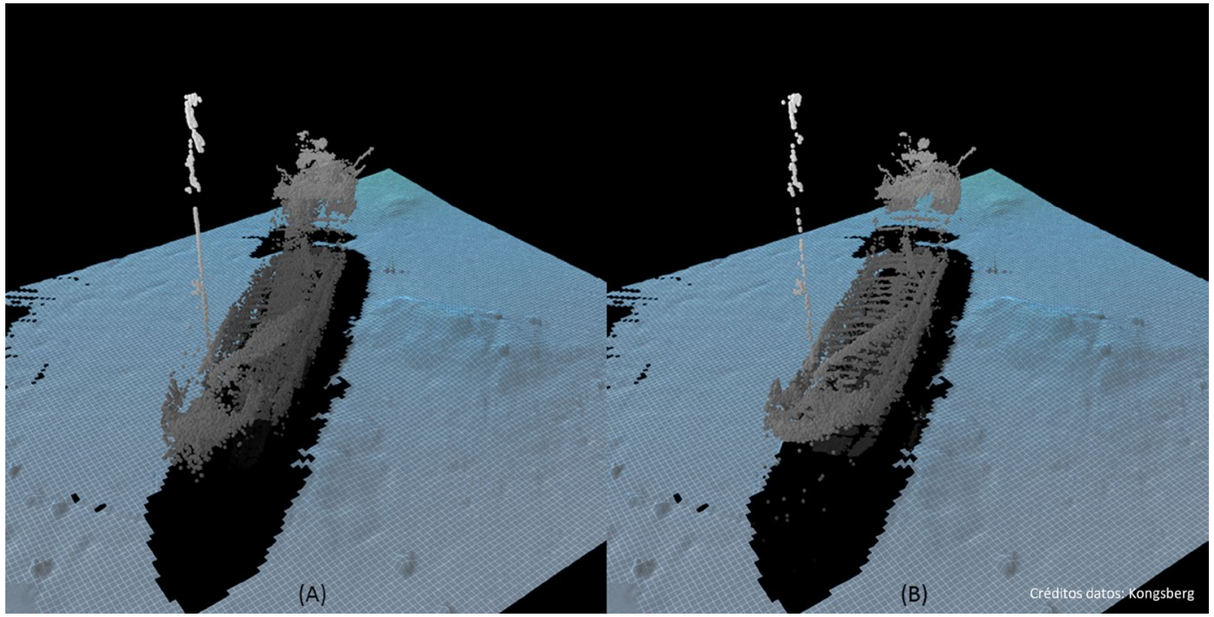


Figura 10. Diferencias entre nubes de puntos recuperados y con detecciones adicionales procesadas en Qimera, (A) con Ecos adicionales y ecos recuperados y (B) sin ecos adicionales o ecos recuperados. Datos cortesía de Kongsberg.

Un método que la industria puede utilizar, es el uso de ecos adicionales. Estos son datos 'extras' que pueden ser vistos como ruido, pero para este ejemplo, son los datos preciados para un hidrógrafo al momento de conseguir puntos someros para el mástil, permitiendo una cobertura más adecuada para el naufragio. QPS a la vanguardia de introducción de tecnología de punta en la industria, es por el momento, la única aplicación de procesamiento que permite el uso de estos ecos adicionales en el flujo de trabajo. Se demostró el flujo de trabajo presentado para el uso de ecos adicionales y como estos, son recuperados para que formen un modelo digital ahora más completo, como se observa en la Figura 10.

Otro método mencionado, fue el uso de los datos de la columna de agua, en caso que estos datos fueran adquiridos. Los datos de la columna de agua contienen los contactos de la ecosonda con el pecio. En una aplicación como lo es FMMidwater, se pueden extraer estos contactos, después de procesos de filtrado, para ser luego introducidos como datos al modelo digital o a formar parte de los productos creados en conjunto con el modelo batimétrico (Figura 11). Para completar el ejemplo estos datos podrían formar parte de un BIS, NIS u otro modelo de geobase de datos.

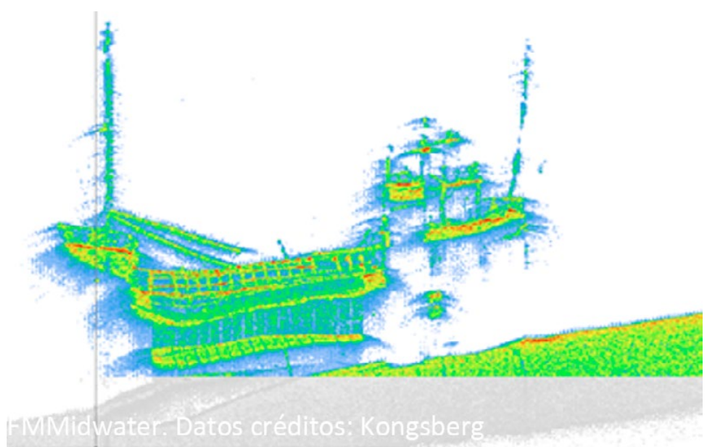


Figura 11. Datos de columna de agua para el levantamiento de un pecio, en FMMdiwater. Datos cortesia de Kongsberg.

Avances en el procesamiento de datos hidrográficos: Simplificación sin el compromiso de la calidad de los datos

La industria marítima responde a las nuevas tecnologías y está bien establecido, que han incrementado exponencialmente la calidad, precisión y el volumen de los datos.

Muchos de los cambios en la vida cotidiana, nos hacen más eficientes. ¿Pero cómo se pueden traducir esos cambios evolutivos en el procesamiento de los datos hidrográficos? Estos cambios necesarios, pueden tomarse en cuenta, sin comprometer la calidad. El efecto debería ser positivo en mejoramiento de la calidad de los datos, y no en la introducción de errores.

Todos sabemos que los humanos cometemos errores, somos individuos que respondemos a estímulos específicos, y los procesos de trabajo. El tiempo y esfuerzo para reparar los errores humanos, puede ser altamente costoso cuando se trata de un levantamiento hidrográfico. El hidrógrafo entonces también debe tomar en cuenta la introducción de errores, al momento de transcripción, referencia y hacer memoria a las convenciones ya establecidas por miembros

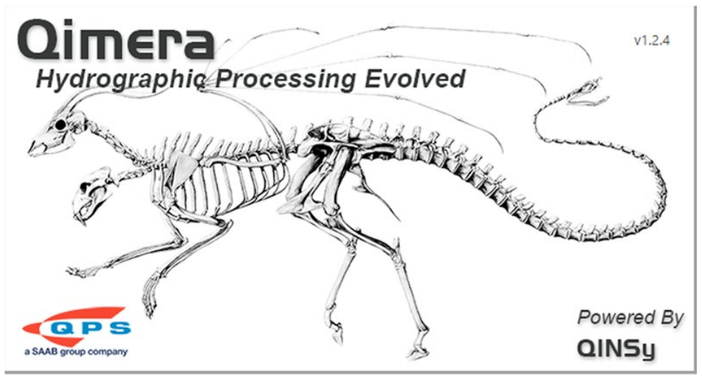


Figura 12. Qimera ventana de bienvenida al usuario

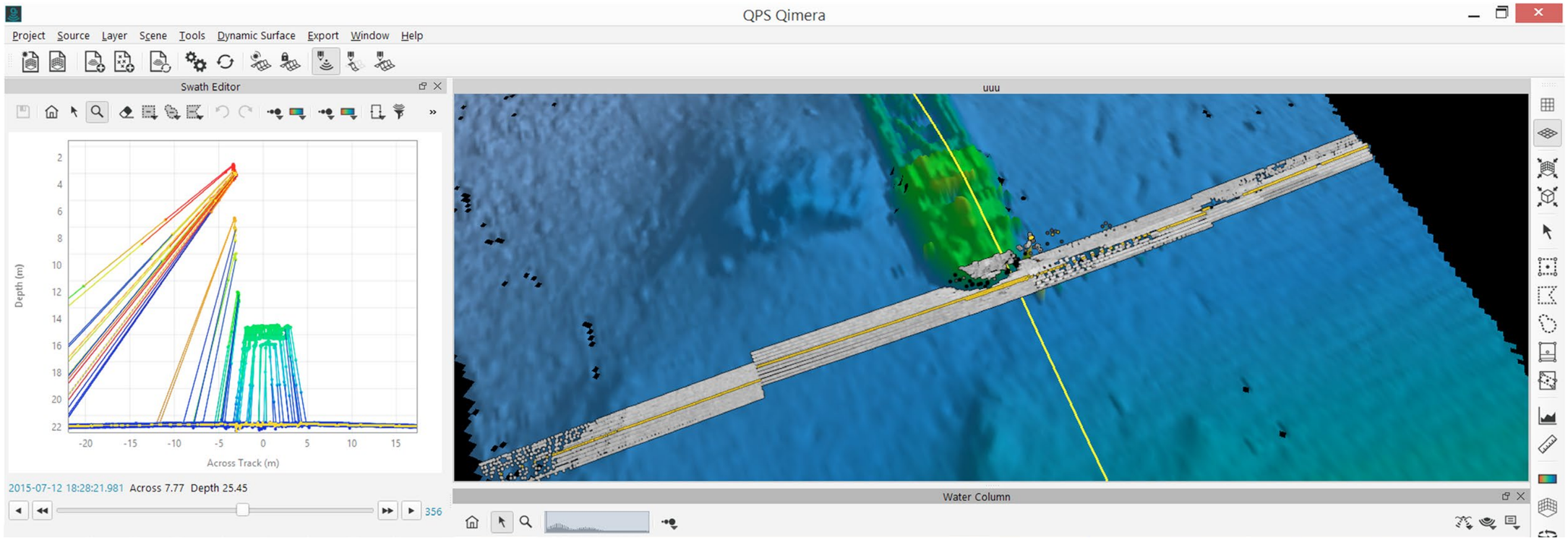


Figura 13. Qimera: Modo edición por secciones de Columna de Agua.

de la industria. Los errores también, pueden resultar en una reacción en cadena, y/o de efecto domino, en el contexto de batimetría: pueden ser como la incertidumbre total propagada.

Así nace Qimera: como evolución para el procesamiento de los datos hidrográficos. Qimera, y la razón del origen de nombre para la aplicación, es un producto que fue construido con partes de la arquitectura de otros productos de QPS. La aplicación permite el procesamiento completo de los datos hidrográficos, proporcionando soporte a la mayor parte de los formatos de los sonares modernos y archivos auxiliares típicos.

Qimera automatiza las actividades triviales, mecánicas y de rutina, ya que son procesos aptos para ser realizados por una máquina, con un mejor margen de error, como lo son: la transcripción automática de la información y manejo del estado del procesamiento de los datos, resalta aquellas partes del proceso

que requieren una decisión inteligente y responsable del hidrógrafo: como lo son la validación de los datos y la identificación de los problemas de los datos o causa de errores. Inclusive en el estado de manejo del procesamiento: el humano administra las herramientas y no el proceso para obtener los datos deseados.

Provee una guía de pasos, permitiéndole al usuario de poca experiencia, obtener resultados batimétricos típicos con poco entrenamiento. Para un hidrógrafo experto, sería posible descubrir de forma intuitiva el uso y proceso de la aplicación, aunque las herramientas y guía están siempre disponibles.

La mayor parte de los archivos modernos, están poblados con datos relacionados al levantamiento: valores de perfil de velocidad, mareas, configuración de la embarcación, y la aplicación hace una transcripción automática, para la extracción de estos valores.

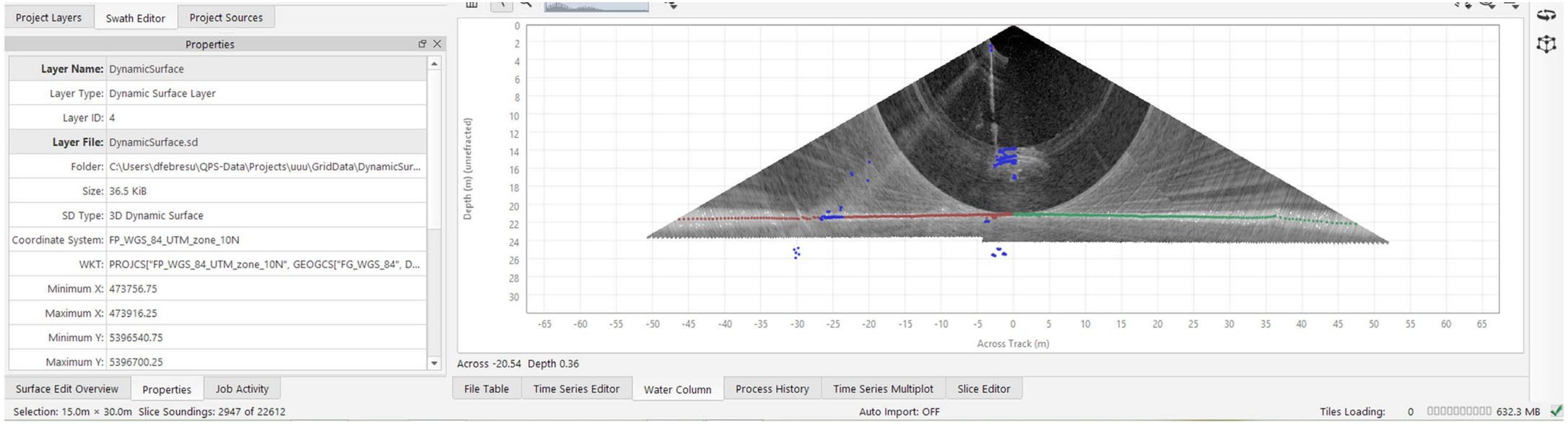


Figura 13.5 Qimera: Modo edición mostrando Columna de Agua.

La aplicación configura el procesamiento adecuado correspondiente a la información que contiene el archivo para el sistema de adquisición. Si toda la información está contenida en el archivo, el usuario puede después de muy pocos pasos empezar el proceso de validación de los datos.

Qimera mantiene el estado de procesamiento, con un registro de los pasos que el usuario ha dado, y empareja la acción y efecto, como una unidad atómica e indivisible. Está permitido salir del método recomendado, pero este registro se mantiene y le recuerda al usuario que debe procesar y hace el proceso adecuado específico requerido, dependiendo de los cambios efectuados por el usuario para el procesamiento.

Al usuario le está permitido en cada paso, evaluar el efecto de sus cambios y si son positivos o no (mejoría o no). Esto le permite a un usuario que tiene conocimientos o que comienza a aprender a ser auto-didacta en los procesos de la aplicación. Esto lo presenta QPS como un flujo de trabajo dinámico, donde las acciones del usuario tienen un efecto causal.

Este post procesamiento puede ocurrir en tiempo real. Qimera permite al usuario una segunda opinión de los datos que se están levantando, ya que hay procesos que permiten cargar los datos mientras se están produciendo. Si todo está bien, incluso se puede empezar el proceso de validación de los datos en la embarcación.

Qimera provee al usuario un flujo de trabajo dinámico para el proceso de validación, y permite configurar este proceso a lo que el hidrógrafo desea. Después de cada acción, el usuario obtiene una respuesta de esa acción, de forma que el usuario obtiene y trabaja con más confianza y puede rectificar errores facilmente y darse cuenta de esos errores al momento.

En conclusión, Qimera le permite al usuario procesar datos de forma más eficaz y con mayor rendimiento en la corrección de datos hidrográficos y pasos de control de calidad para las organizaciones que trabajan en el sector marítimo, que resultan de calidad superior. ■

Otras Aplicaciones de la Hidrografía

El empleo de la información obtenida en investigaciones hidrográficas ha contribuido potencialmente en el desarrollo marítimo, no solo en apoyo a la seguridad de la navegación con la cartografía náutica, sino, con el empleo de la información batimétrica en la planeación de la infraestructura portuaria, manejo de recursos naturales costeros, defensa y seguridad marítima y en general como soporte en una gran diversidad de actividades náuticas.

En la presente convención se contó con la participación de personal del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), quienes presentaron interesantes aplicaciones de la hidrografía como ciencia elemental en la exploración de tesoros arqueológicos que conforman el patrimonio cultural sumergido.

A UNA DÉCADA DE LA ARQUEOLOGÍA SUBACUÁTICA EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

INAH

Arqueóloga Helena Barba Meinecke.

Helena Barba Meinecke es arqueóloga mexicana egresada de la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH) del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), buzo científico profesional por la CEMAS y Divemaster por la Professional Association of DivingInstructors (PADI).

Responsable de la Arqueología Subacuática en la Península de Yucatán, por parte de la Subdirección de Arqueología Subacuática del INAH desde el 2003.

A partir del 2013 y hasta la fecha es representante de México en la reunión de Estados Parte de la Convención para la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático de la UNESCO 2001, así como miembro de su Consejo Consultivo Técnico y Científico.

Ha participado en diversos foros académicos nacionales e internacionales. Es coordinadora de libros, autora de artículos científicos y de difusión, además de curadora de diversas exposiciones relacionadas con la arqueología subacuática, la navegación y las formaciones kársticas.

Mi ponencia fue sobre el patrimonio cultural sumergido, ¿de qué se trata? y ¿dónde se encuentra? Estas preguntas las despejaremos con base en la historia sumergida de nuestros mares, aguas interiores y aguas continentales. Para lo anterior, estudiaremos un caso en concreto situado en la península de Yucatán.

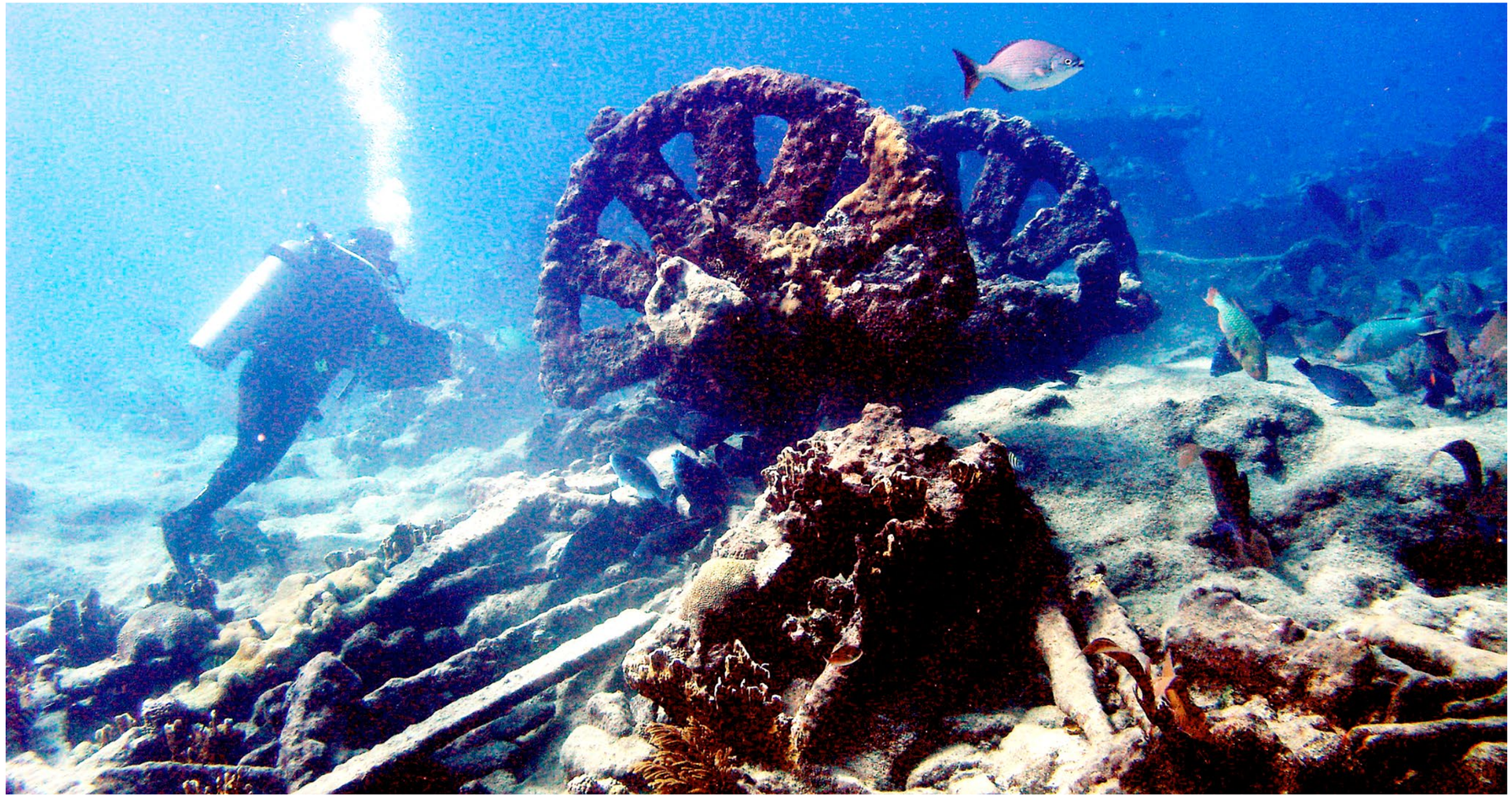
Los avances de investigación, en torno a la protección, la conservación, investigación y difusión del patrimonio cultural sumergido.

Las relaciones con otras instituciones como la Secretaría de Marina y el futuro que nos podría deparar esta disciplina y la interrelación multidisciplinaria con otras instituciones.

Introducción

Durante los últimos 35 años, la Subdirección de Arqueología Subacuática (SAS) del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), en México, ha desarrollado programas y proyectos a lo largo y ancho del territorio nacional, con el objetivo de proteger, conservar, investigar y difundir el Patrimonio Cultural Sumergido de México. En este marco, la península de Yucatán, con más de 1300 kilómetros de litoral marino, ríos superficiales, lagunas costeras, manantiales, terrenos ganados al mar y su amplia red de ríos subterráneos, cenotes y aguadas, entre otros cuerpos de agua, constituyen un área de vital importancia por su desarrollo cultural, al ser un espacio en donde se han identificado desde restos óseos de fauna y homínidos correspondientes al período Pleistoceno, evidencia de la relación de la cultura maya con el agua y el concepto de inframundo, así como relacionados con el Virreinato, la época Industrial y moderna.

Este documento planea acercar al lector de forma general al conocimiento de los diferentes contextos arqueológicos que se localizan sumergidos tanto en aguas abiertas e interiores, así como continentales de la península de Yucatán, de acuerdo a espacios geográficos determinados y cuyo discurso sigue una línea diacrónica.



Exploración subacuática de restos arqueológicos en costas de Yucatán.

Aguas Abiertas e Interiores

Durante una década, las exploraciones llevadas a cabo por el equipo de la Subdirección de Arqueología Subacuática han derivado en la identificación de 307 contextos arqueológicos sumergidos localizados en aguas marinas (Figura 2). De ellos 182 se ubican en el Golfo de México y 125 en el mar Caribe. Estos se distribuyen de la siguiente manera: costa de Campeche: 88, costa de Yucatán: 39, costa de Veracruz: 8 y Sonda de Campeche: 47. (Figura 3)

En el caso del Caribe mexicano, se han registrado 101 contextos arqueológicos en las islas de Cozumel, Mujeres, Contoy y Banco Chinchorro, a los que se suman 24 localizados en la franja costera quintanarroense (Figura 4). En cuanto a las aguas interiores 50 sitios se han registrado en la laguna del Carmen y 9 en el río Palizada, Campeche. (Figura 5). Estos contextos van del siglo XVI hasta el siglo XX. (Figuras 6 a 9).

Aguas Continentales

Es a partir del 2001 que inicia el trabajo para el registro, estudio y protección de los cenotes y cuevas en la península de Yucatán, labor efectuada en diversas etapas por diferentes equipos, lo que ha derivado en la identificación de 46 contextos arqueológicos, 18 de ellos en cenotes y 28 en cuevas inundadas y semi-inundadas. (Figura 10).

De los anteriores 17 cuentan con evidencia de los periodos Pleistoceno tardío y Holoceno en lo correspondiente a la franja costera quintanarroense y Estado de Yucatán. La mayoría de los contextos son primarios y en ellos se identificaron huesos de animales extintos de la era de hielo .

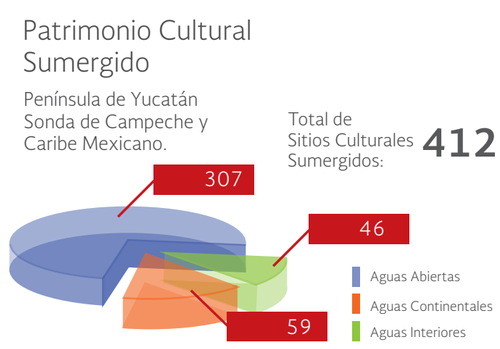


Figura 2 – Patrimonio Cultural Sumergido. Península de Yucatán.

Durante la época prehispánica, la importancia de los cenotes y cuevas para la cultura maya estuvo relacionada con la obtención del vital líquido, principalmente durante los diferentes periodos de sequía reportados hacia el Clásico (250-900 d.C.), época en que

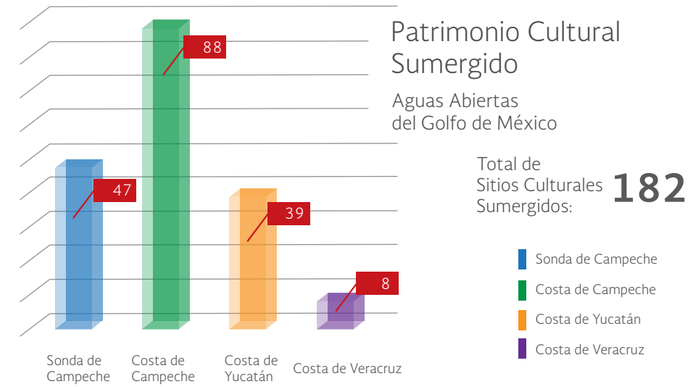


Figura 3 – Patrimonio Cultural Sumergido. Aguas Abiertas del Golfo de México.

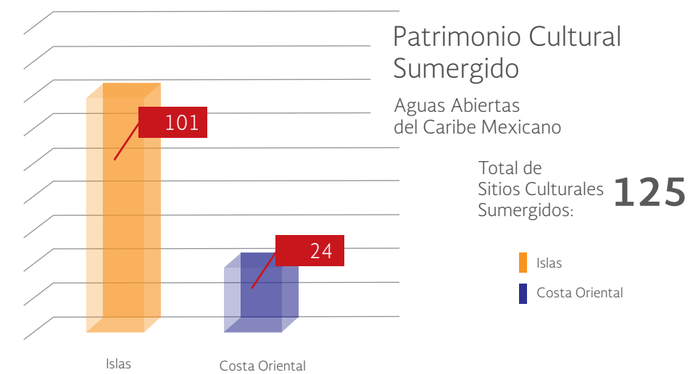


Figura 4 – Patrimonio Cultural Sumergido. Aguas Abiertas del Caribe Mexicano.

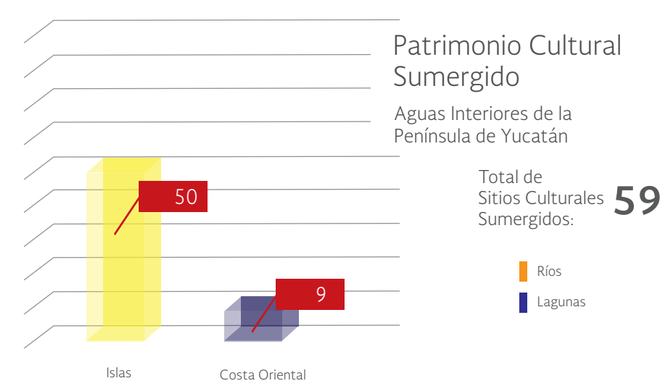
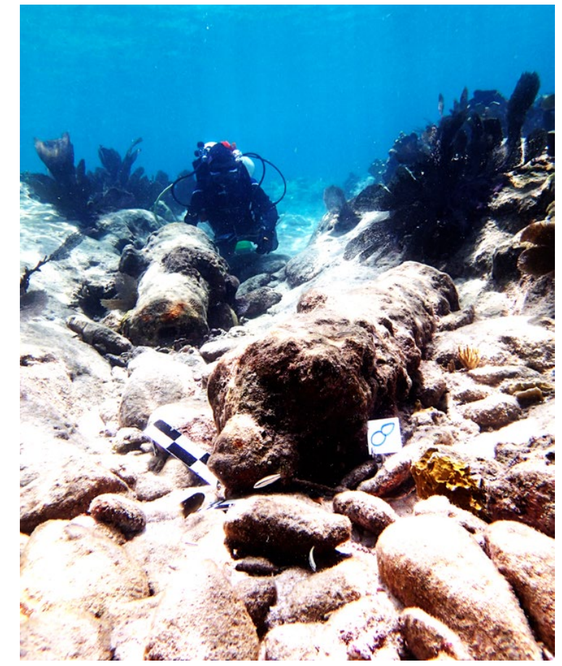


Figura 5 – Patrimonio Cultural Sumergido. Aguas Interiores de la Península de Yucatán.

Figura 6 – Templo Río Plata/Flor Curiel 2010



Figuras 7, 8 y 9 – Hallazgos Arqueológicos en las costas de Quintana Roo.

dominó un clima relativamente seco, destacando lapsos de extrema sequía fechados hacia 585, 862, 986 y 1051+/-50 años d.C. Los materiales registrados en estos contextos señalan la ejecución de diversas actividades asociadas que incluyen tareas domésticas como la colecta de agua, la adquisición de materia prima para la manufactura, principalmente de metates y la preparación de alimentos durante estancias largas al interior de las cuevas, lo que indirectamente estaría también relacionado con actividades de tipo

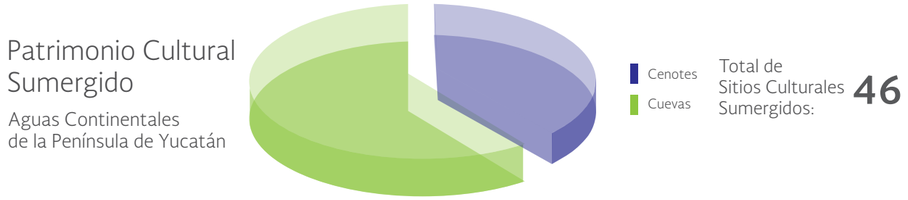


Figura 10 – Patrimonio Cultural Sumergido. Aguas Continentales de la Península de Yucatán.

Figura 11 –Durante el Virreinato existen sitios que muestran presencia de elementos de esta época, así como de la Guerra de Castas principalmente en Yucatán.

ritual y religioso como los ritos de iniciación, cultos asociados a la fertilidad, depósito mortuorio y sacrificio, entre otras. (Figura 11).

Comentarios finales

Luna, Pilar y Helena Barba. 2011 a 2015. Informes proyecto Atlas Arqueológico Subacuático de Cenotes, Cuevas Inundadas, Semi-inundadas y otros cuerpos de agua de la República Mexicana. Subdirección de Arqueología Subacuática, Archivo Técnico, INAH, México.

Luna, et. al., 2003 a 2010. Informes proyecto Atlas arqueológico subacuático para el registro, estudio y protección de los cenotes en la Península de Yucatán. Subdirección de Arqueología Subacuática, México, Archivo Técnico, INAH, México.

Rojas et. al. 2006. Informe proyecto Atlas arqueológico subacuático para el registro, estudio y protección de los cenotes en la Península de Yucatán, Subdirección de Arqueología Subacuática Archivo Técnico INAH, México.

Chatters, et. al., 2015. Late Pleistocene Human Skeleton and mtDNA Link Paleoamericans and Modern Native Americans, En: Science. 16 May 2014: Vol. 344, N° 6185, pp. 750-754. DOI: 10.1126 /science.1252619.

Gallareta, Tomás. 2000 "Sequía y colapso de las ciudades mayas del Puuc", en: I'inaj Revista de Divulgación del Patrimonio Cultural de Yucatán, México, Centro INAH Yucatán.

A través de este recorrido diacrónico por las aguas de la península de Yucatán, se ha podido observar mediante el uso de la numerología, la cantidad y distribución de los contextos arqueológicos subacuáticos en aguas abiertas, interiores y continentales. Cabe comentar que año tras año estos datos se modifican por la aparición de nuevos contextos.

Hacer partícipe a toda la población a través de diversos recursos de difusión, es trascendental para la salvaguarda del patrimonio cultural sumergido, para así generar a través de la concientización, el sentido de apropiación de sus recursos culturales para la democratización de los mismos. Es importante destacar que una característica fundamental de todos los proyectos de la Subdirección de Arqueología Subacuática es el trabajo en equipo con carácter multidisciplinario, ya que se requiere de la participación de especialistas con diferentes visiones y formaciones profesionales y técnicas, para así obtener resultados con la mayor riqueza de información posible. Finalmente, es importante señalar que esta tarea por ley encomendada no sería posible sin el apoyo de las diferentes instancias gubernamentales, principalmente de la Secretaría de Marina Armada de México, que ha estado presente desde 1979 en los diversos proyectos relacionados con la salvaguarda de tan importante patrimonio, propiedad de todos los mexicanos. ■

Bonor-Villarejo J. 1987 "Exploraciones en las grutas de Calcehtok y Oxkintok, Yucatán", en: Revista Mayab N° 3, Yucatán, México, pp. 24-31.

Barba, Helena y J. A. Benítez. 2014 Cenotes y cuevas de Campeche. Primer acercamiento y perspectivas. VI Congreso Nacional de Limnología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, 11 al 14 de noviembre, 2014, México.

Barba, Helena (Coord). 2015. Historias de Mar... Pescadores de Historias. Gobierno Municipal de Campeche, México.

El último viaje del navío Nuestra Señora del Juncal:

Investigación de un naufragio del siglo XVII en el Golfo de México

INAH

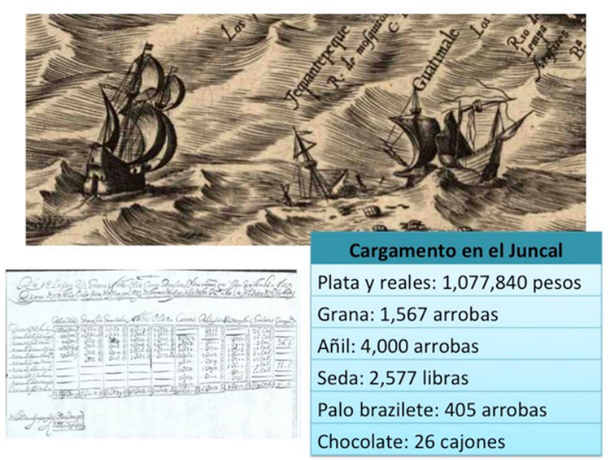
Mtra. Flor Trejo Rivera

Historiadora marítima, investigadora de la Subdirección de Arqueología Subacuática del INAH (México) y responsable del área histórica. Experiencia de colaboración en la protección del Patrimonio Cultural Subacuático: Investigadora en el "Proyecto de Investigación Flota de la Nueva España de 1630-1631 e Inventario y Diagnóstico de Recursos Culturales Sumergidos en el Golfo de México" (INAH/SAS) con especialidad en el análisis de procesos de naufragio. Coordinadora del Coloquio sobre Cultura Marítima en México efectuado cada dos años a partir de 2010. Experiencia en la divulgación científica y difusión sobre el patrimonio cultural marítimo. Es licenciada en Etnohistoria por la Escuela Nacional de Antropología e Historia, y tiene una Maestría en Historia por la Universidad Nacional Autónoma de México.

La participación que tuve en esta Tercera Convención Mexicana de Hidrografía, fue para hablar de la investigación geofísica aplicada a la arqueología subacuática, en particular comenté el caso de la investigación del Navío Nuestra Señora de Jucal, que naufragó en la Sonda de Campeche en 1631.

También expuse otros casos, como el naufragio que se remonta al siglo XVIII y un posible pecio en la bahía de Zihuatanejo de un barco inglés.

La víspera de Todos Santos por la mañana fue abajo el piloto menor y dijo: "Pongámonos bien con Dios que ya no tenemos remedio". Luego desmayaron todos y el agua en menos de dos horas subió una vara sobre los baos. Todos trataron de ponerse bien con Dios confesándose con tres confesores que llevaba la nao dando gritos. Y aunque les decía el almirante que sacasen agua que el piloto decía que estaban cerca de tierra y los consolaba, no bastaba... (Narración verdadera de lo que sucedió en la capitanía del general Echazarreta, 1632).



Cargamento en el Juncal
Plata y reales: 1,077,840 pesos
Grana: 1,567 arrobas
Añil: 4,000 arrobas
Seda: 2,577 libras
Palo brazilete: 405 arrobas
Chocolate: 26 cajones

Imagen 1 Cargamento del navío Nuestra Señora del Juncal, 1631.

Estas son las palabras de un religioso que dejaron para la posteridad los últimos momentos del navío Nuestra Señora del Juncal, cuando anegado, abierto de proa y lastimado de los costados sucumbió ante el viento y las enormes olas que lo sepultaron la noche del 1 de noviembre de 1631 en algún lugar de la Sonda de Campeche.

El estudio de accidentes navales históricos en aguas mexicanas es una ventana a nuestro pasado marítimo. Una larga historia tejida con las hazañas de los marineros en un continuo aprendizaje en el mar, a fin de llegar al puerto de destino. Investigar naufragios desde la arqueología subacuática permite reconocer tecnología de construcción naval, conocimientos náuticos de las sociedades que navegaban a vela y abundar en el intercambio comercial y cultural entre varios continentes que se llevaba a cabo gracias a los barcos. Desde 1996 la Subdirección de Arqueología Subacuática del INAH realiza una investigación sobre el accidente de la Flota de la Nueva España de 1631 en su tornaviaje a la península Ibérica.

El 14 de octubre de 1631 zarpó del puerto de San Juan de Ulúa, un convoy de 13 embarcaciones al mando del Almirante Manuel Serrano de Rivera. La flota que debía haber regresado en los meses de mayo o junio, sufrió un retraso en su partida, debido al acecho de piratas holandeses en las cercanías de la costa occidental de Cuba y a la muerte repentina del Capitán General Miguel de Echazarreta en el puerto de Veracruz, justo antes de su partida. A pesar del riesgo de salir en época de nortes, la urgencia por parte de la corona española para recibir los metales preciosos y las mercancías americanas, impulsó al almirante Serrano a atravesar el golfo mexicano. A los pocos días de navegación un fuerte norte dispersó el convoy. Solamente los dos navíos insignia, el Santa Teresa, capitana de la flota, y el Nuestra Señora del Juncal, almiranta, continuaron su trayectoria hacia La Habana.

A los 13 días de navegación del Juncal, a pesar de que habían alijado mercancía y cañones y no dejaban de achicar agua, tuvieron que cortar el mástil mayor para quitarle peso a la embarcación. Sin embargo, el agua en las bodegas no cedía y el continuo golpe de las olas sobre el casco lo dañaba cada vez más. El 31 de octubre subió tanto el agua que resultaba imposible mantener el barco a flote. El desánimo y la desesperación comenzó a apoderarse de la tripulación y aunque uno de los pilotos decía que se encontraban cerca de tierra y el almirante ordenaba que se siguiera achicando el agua, la tripulación y los aterrados pasajeros comprendieron que se acercaba su fin. Ante la cercanía de la muerte algunos marineros hicieron cruces de palitos, otros decían a gritos sus pecados pidiendo confesión mientras que los nobles se encerraron en su camarote para preparse para el buen morir. En la noche del 1 de noviembre, la embarcación se abrió por la proa, dio un bandazo y el agua comenzó a entrar por las portañolas. En lo que duran tres credos, Nuestra Señora del Juncal se fue a pique en la Sonda de Campeche, después de dieciocho días de lucha constante contra el viento, las enormes olas y su destino fatal.

Treinta y nueve sobrevivientes lograron salvarse en el batel del Juncal, los cuales fueron rescatados al otro día por una embarcación auxiliar -un patache- y llevados al puerto

Imagen 2 "La noche del Juncal" óleo de Alba Farré, 2012.

Imagen 3 Prospección geofísica durante la campaña de mar 2012 a bordo del B/O Justo Sierra, UNAM.

de Campeche. Gracias a los testimonios de los náufragos que se salvaron sabemos con detalle el accidentado viaje de la Flota de la Nueva España de 1631 y la tragedia del navío Nuestra Señora del Juncal.

El estudio de este accidente naval ha significado un gran reto para la arqueología subacuática mexicana. Como ya se mencionó, desde 1996 se inició un proyecto de investigación de esta flota. El objetivo principal del proyecto es analizar los procesos de navegación trasatlántica relacionados con los accidentes marítimos ocurridos durante el periodo virreinal, tomando como caso ejemplar la investigación de la Flota de la Nueva España de 1630 -1631, así como integrar el Inventario y Diagnóstico de Recursos Culturales Sumergidos en el Golfo de México.

A lo largo de 20 años este proyecto ha generado resultados importantes en el tema de la navegación trasatlántica del primer tercio del siglo XVII. El estudio de un naufragio en particular nos ha permitido identificar los conocimientos náuticos del periodo, abundar sobre la construcción naval de los galeones de la Carrera de Indias, estudiar la importancia de los productos novohispanos en el intercambio comercial, así como el diseño de una metodología particular para la localización de naufragios históricos.

Localizar los restos de un navío de madera accidentado hace 385 años requiere un trabajo interdisciplinario entre la arqueología subacuática, la historia, la geografía, la oceanografía y la geofísica. Hasta la fecha se ha realizado una importante investigación histórica en acervos de México, España, Cuba, Guatemala, Colombia y Gran Bretaña, con el objetivo de obtener información que nos permita reconstruir la ruta del convoy, identificar los barcos que componían la flota, su tipología y lugar de construcción, tipo de artillería, los motivos del accidente, las maniobras realizadas para salvar la nave, la tripulación y pasajeros a bordo, los productos que transportaba el convoy e identificar el área geográfica del accidente.

Por otro lado, para poder determinar el área de búsqueda donde posiblemente se encuentren los restos del Juncal, se diseñó con investigadores del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM un modelo matemático de corrientes para poder ubicar la ruta que siguió el convoy y el área donde se hundió el Juncal. El área de búsqueda se estableció dentro de una superficie de 1,157 km^2.

Para el diseño de las campañas de mar y la prospección geofísica los bloques de rastreo se delinean en función de los datos de profundidad, de la dirección de las corrientes y de las zonas con mayor posibilidad de contener los restos del accidente de acuerdo a la investigación histórica y al modelo matemático de corrientes.

En el año 2012 se realizó una campaña de mar con duración de 45 días y trabajo de prospección geofísica de 24 horas continuas. Para ello se empleó un sonar digital de barrido lateral EdgeTech 4200 FS y un magetómetro de cesio Geometrics G882. En total, del área de búsqueda se logró cubrir 385.50 km2 dividida en cuatro bloques de rastreo. Como resultado se obtuvieron 4,568 blancos de sonar y 1,157 anomalías magnéticas. Del análisis de las mismas se identificaron como prioritarios 38 blancos de sonar y 83 anomalías magnéticas. Las imágenes de sonar de mayor interés son posibles montículos de lastre y es posible que en este año se realice una campaña de mar para verificar tanto los blancos de sonar como las anomalías magnéticas más prometedoras.

Como puede apreciarse en este breve artículo, la investigación de naufragios históricos es una tarea que nos permite reconocer por un lado nuestro pasado marítimo y también incursionar en las nuevas tecnologías aplicadas a la arqueología subacuática. ■

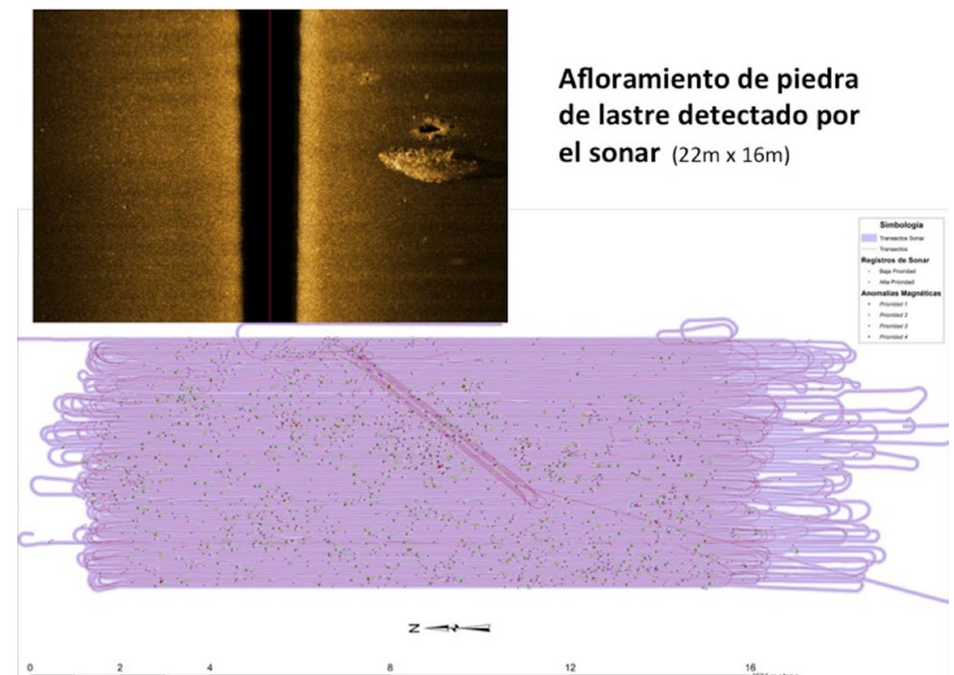


Imagen 1 Cargamento del navío Nuestra Señora del Juncal 1631

Cláusura

Tercera Convención Mexicana de Hidrografía
Ciudad del Carmen, Campeche
del 27 al 29 de abril del 2016

La Ceremonia de Clausura fue presidida por el C. Vicealmirante René White Herrera, entonces Director General de Investigación y Desarrollo, dando por concluidas las actividades y conferencias técnicas de la Tercera Convención Mexicana de Hidrografía, con eventos culturales presentados por el Ballet Folklórico de la Universidad del Carmen y el Grupo Veracruzano de la SEMAR.

El Vicealmirante René White Herrera en compañía de personal naval nacional y extranjero.

Centro de Convenciones Siglo XXI, Ciudad del Carmen, Campeche con una asistencia de más de 700 personas durante los días 27, 28 y 29 de abril 2016.

Ballet Folklórico de la Universidad Nacional Autónoma del Carmen.

Momentos de convivencia durante los eventos culturales de la clausura.

Grupo Veracruzano de la Secretaría de Marina, amenizando el ambigú.

Momentos de Convivencia durante el cierre de actividades.

Representantes de los países de Santa Lucia, Antigua y Barbuda, participantes del proyecto Fortalecimiento de Capacidades Hidrográficas de Mesoamérica (FOCAHIMECA).

Esta revista se imprimió en los talleres de Diseño e Impresión de la DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE OCEANOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA Y METEOROLOGÍA, Avenida Heroica Escuela Naval Militar Núm. 861, Edificio "A" 1er. Nivel, Colonia Los Cipreses, Coyoacán, Ciudad de México, 04830 en el mes de Abril de 2017.

Tercera Convención Mexicana de Hidrografía

La Batimetría Impulsando el Desarrollo Económico Sustentable

Ciudad del Carmen, Campeche.