



TRABAJO FINAL INTEGRADOR PARA EL CURSO DE
CAPACITACIÓN EN HIDROGRAFIA Y OCEANOGRAFÍA
PARA OFICIALES.

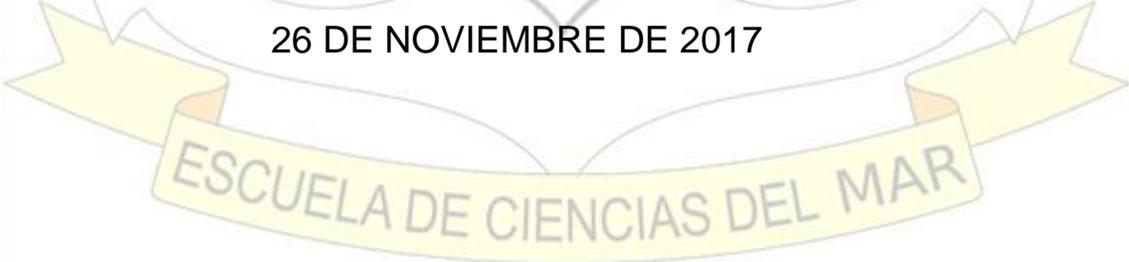


**“MAPEO OCEANICO, O LA
INCERTIDUMBRE SOBRE DONDE SE
ESTA INVESTIGANDO”**

AUTOR: TENIENTE DE FRAGATA IGNACIO MANUEL PEDRO
ESCUADERO

TUTOR: CAPITÁN DE FRAGATA WALTER REYNOSO
PERALTA

26 DE NOVIEMBRE DE 2017



ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

INDICE

PORTADA	Página 1
INDICE	Página 2
Introducción	Página 3
Capítulo 1 “¿Por qué explorar?”	Página 5
Capítulo 2 “¿Quién debe explorar?”	Página 9
Capítulo 3 “¿Quién más se beneficia con los resultados?”	Página 12
Capítulo 4 “Los riesgos de operar en el mar”	Página 19
Capítulo 5 “Costos de operación”	Página 22
Capítulo 6 “El futuro de la Navegación”	Página 23
Conclusiones	Página 26
Bibliografía	Página 29

INTRODUCCIÓN

Este ensayo tratará de mostrar al lector la conveniencia tanto económica como operacional de realizar relevamientos batimétricos sistemáticos con la mayor discriminación y detalle posible del fondo marino con el fin de que los datos obtenidos en un solo relevamiento puedan ser compartidos por distintas agencias gubernamentales o privadas y usados en múltiples aplicaciones de estudios.

Muchos de los argumentos que se expongan serán demostrados haciendo referencia a fuentes de datos públicas primordialmente digitales, todas vigentes a fines del año dos mil diecisiete, no podemos asegurar que sigan en esas direcciones cuando este trabajo llegue a manos del lector debido a la transitoriedad de los servidores, más si podemos asegurar que las referencias serán encontradas al buscarlas por los nombres de los estudios y Organismos que los condujeron debido a la gran trascendencia e importancia para la ciencia de la hidrografía y oceanografía. Después de todo, el desafío no se trata de la dificultad de conseguir la información si no de qué hacer con ella una vez que se obtuvo.

El mundo está virando vertiginosamente hacia la apertura de datos obtenidos con fondos públicos, las agencias hidrográficas y universidades cada vez más comparten los resultados de sus relevamientos y estudios irrestrictamente. El fin perseguido es darle a la raza humana un cabal entendimiento del lugar donde vive y lograr una sinergia exponencialmente constructiva en materia de conocimientos científicos.

Nuestro país como miembro fundador de organismos internacionales como Naciones Unidas, Organización Hidrográfica Internacional y Organización Marítima Internacional no debe quedarse atrás en este escenario, en que cada vez dará más peso, importancia, voz y voto a las

**ARMADA ARGENTINA
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR**

naciones que contribuyan a la investigación con sólidas bases científicas y metodológicas.

La recopilación del material fue hecha en Buenos Aires entre los meses de abril y noviembre del año dos mil diecisiete.

Capítulo 1 “¿Por qué explorar?”

La respuesta a esta pregunta es por mucho más antigua que la misma pregunta. Resulta un excelente y sencillo ejercicio tratar de recordar cuando niños la fascinación que nos causaba salir a explorar nuestro vecindario, tratar de descifrar mapas o dibujar planos de nuestra casa. El ser humano es un explorador por naturaleza, poseedor de un cierto sentido que le lleva a tratar de ubicarse dentro del medio físico. Desde siempre el hombre ha sido capaz de orientarse y dar direcciones y cuando se ha inclinado para dibujar sobre el polvo caminos, ríos, lugares poblados, está plasmando los resultados de sus incursiones.

Sería difícil entonces deslindar la exploración de la ciencia que por excelencia ha servido para materializar los resultados de las aventuras hacia lo desconocido. Desde los albores de la humanidad, se ha dejado constancia de la importancia de plasmar gráficamente la ubicación y características de su entorno. La primera representación cartográfica de la que se tiene noticia como una forma de documento impreso, es una tabla de arcilla con caracteres grabados que data del año 2800 a.C., encontrada en la Mesopotamia asiática, la cual constituye en esencia una carta catastral elaborada con fines impositivos. Se sabe también de documentos similares muy antiguos en Egipto, la India y China.¹ Si bien la finalidad de este ensayo no es adentrarnos en los antecedentes históricos de la cartografía podemos empezar a vislumbrar una respuesta a nuestra pregunta. La primera carta de la que se tiene conocimiento era para dejar constancia de la división entre terrenos, la medida de estos y el consecuente cobro de impuestos por parte de un Estado.

¹ Antecedentes de la Cartografía. (s.f.). Recuperado 26 septiembre, 2017, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/internet/antecedentescartografia.pdf>

El Profesor Norman J.W. Thrower de la Universidad de Chicago en su libro "Mapas y civilización- Historia de la Cartografía en su Contexto Social y Cultural" nos brinda otra razón sobre la motivación para explorar. En su libro hace referencia a la extensísima y rica cartografía de la antigua China (a partir del S. VI a.C.) y da testimonio que durante la dinastía Han (207 a.C.- 220) diversos gobernantes, militares y eruditos tuvieron gran interés por los mapas y los utilizaron con finalidades militares y administrativas. Para reforzar esta idea, remarca, que en excavaciones modernas de tumbas de la dinastía Han se han encontrado los dos mapas más viejos conservados de lugares de China (c. 168 a.C). Están dibujados sobre seda. Uno es un mapa regional de un sector de la provincia de Honan, en donde se encuentran delineados ríos, relieves estratégicos y asentamientos humanos. El otro es aún más revelador y se trata de una guarnición militar y sus inmediaciones, donde se encuentran señaladas y valoradas las lealtades de los pueblos vecinos.

En esta época y en esta región del planeta fue escrita una obra que poco tiene que ver directamente con la cartografía o la exploración. Sun Tzu (general, estratega militar y filósofo de la antigua China) se le considera como el autor de "El Arte De La Guerra", un influyente tratado sobre estrategia militar. En esta obra el autor dedica dos capítulos completos al terreno, al estudio de las situaciones que se pueden presentar y desenlaces posibles según la geografía en que se entable combate con el enemigo. Sun Tzu dijo: "El que ignora los planes de los Estados vecinos no puede pactar sus alianzas oportunamente; si ignora las condiciones de las montañas, bosques, desfiladeros peligrosos, pantanos y ciénagas, no puede encabezar la marcha de un ejército; si no hace uso de los guías naturales del lugar, no puede aprovechar las ventajas del terreno. Basta que un general ignore sólo uno de los tres

asuntos para considerarse inepto para comandar los ejércitos de un rey hegemónico”.²

Ya en la Edad Media la curiosidad de los europeos acerca del resto del mundo los llevó a realizar exploraciones sistemáticas en busca de oportunidades comerciales y recursos materiales, y dichas exploraciones acabaron dando lugar al establecimiento de imperios coloniales. La exploración y el descubrimiento de un mundo más ancho por parte de Europa se aceleró durante el siglo XV. Los relatos de un nuevo mundo traídos por viajeros en el pasado se veían tapizados de imaginarios o exagerados, pero a partir de mediados de la década de 1400, la exploración se tornó más sistemática y a menudo respondió más a motivos económicos que a la simple curiosidad. Recordemos que el principal motivo de la exploración de Cristóbal Colón fue el mayor control del Mediterráneo por los Turcos, con los correspondientes inconvenientes y el aumento de los costes del transporte en buena parte de las rutas tradicionales de abastecimiento de ciertos productos orientales (de ahí la necesidad de llegar a Catay y Cipango navegando hacia el Oeste).³ Las expediciones del marino genovés fueron costeadas por la corona española.

La historia reciente está plagada de innumerables ejemplos de exploradores en todos los ambientes. Quizás podemos mencionar como los más famosos, los viajes del HMS Beagle o al explorador Francés Jacques Cousteau. Los primeros motivados por las transformaciones aceleradas en la economía, la sociedad y la tecnología. Además de los tratados del naturalista Charles Darwin y las mediciones oceanográficas,

² Tzu, S. (2003). El Arte de la Guerra (Ed. rev.). Recuperado de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/656228.pdf> (pg. 5)

³ Malamud, C. (2005). Historia de América (Ed. rev.). Madrid, España: Alianza Editorial (p.38-38)

el navío llevaba a bordo nada menos que veintidós cronómetros marinos con los que se logró por primera vez completar una cadena de medición de longitudes dando la vuelta al mundo. Con esta tarea calculó por primera vez la longitud más precisa de los dominios británicos de ultramar, permitiendo cartografiarlos con mayor precisión dando testimonio así del poderío de la corona británica y la presencia de su flota alrededor del mundo. El segundo motivado por el filantropismo, dedicó su vida a la divulgación de los resultados de sus exploraciones acercando por primera vez y masivamente la oceanografía al público en general a través de su programa documental, "El Mundo Submarino de Jacques Cousteau".

Si bien las expediciones son muchas y sólo nos hemos limitado a mencionar una minúscula cantidad la respuesta a la pregunta original parece tener unas pocas respuestas.

Explorar contribuye a la grandeza y organización de los Estados, da ventajas estratégicas en el campo de batalla, abarata costos y satisface la codicia, pero sobre todo, aplaca las ansias de conocimiento del ser humano.

Capítulo 2 “¿Quién debe explorar?”

Como surgió de conclusión en el capítulo anterior, vimos que el conocimiento del terreno cualquiera sea el ambiente es un factor fundamental en el desarrollo económico de una Nación y un factor decisivo en un campo de batalla. Esto nos lleva a la siguiente pregunta, ¿quién debería conducir las exploraciones, reunir los datos, procesarlos y publicarlos? Intentaremos responder la pregunta sin apuntar a una institución en particular y centrándonos sobre todo en la información geográfica que se puede recopilar en el ambiente marítimo.

Económicamente hablando, el programa hidrográfico nacional es considerado como un “bien de interés público”. Es decir que los servicios necesarios requeridos por el público no podrán ser entregados en sus niveles más óptimos por los sectores privados. En cada Estado Miembro de la OHI⁴ la disposición de servicios hidrográficos es una responsabilidad del gobierno central, como componente esencial del desarrollo económico nacional.⁵ En el mismo prólogo del “Manual de Hidrografía” publicado por el Bureau Hidrográfico Internacional se enumeran algunas razones estratégicas para reafirmar la sentencia anterior que desarrollaremos en próximos capítulos. Esta dimensión económica total e importante del trabajo ha sido opacada a veces por el énfasis en intereses sectoriales atendidos por los Servicios Hidrográficos, y más recientemente por los requisitos legislativos o reguladores. La dimensión económica de la

4 Organización Hidrográfica Internacional –Organismo que dicta los estándares respecto a publicación de cartas y relevamientos batimétricos

5 Organización Hidrográfica Internacional. (2005). Manual de Hidrografía (Ed. rev.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional. (pg. 6)

hidrografía merece mucha más atención de la que ha recibido en el pasado.⁶

Nuestro país comprendió cabalmente este lineamiento y asignó la misión al Servicio de Hidrografía Naval a través de la ley 19.922 sancionada en el año 1972 que legisla: “el Servicio de Hidrografía Naval procederá a realizar los estudios, trabajos, exploraciones e investigaciones que sean conducentes a promover el máximo de seguridad a la navegación y propender al progreso y defensa de la Nación.”⁷ La ley 22.963 otorga responsabilidades similares al Instituto Geográfico Militar pero en el ambiente terrestre.

Nuestro país como miembro signatario del Protocolo de 1978 relativo al Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 (SOLAS) se obliga a ciertas responsabilidades. Por ejemplo, la Regla 4 del Capítulo V del Convenio SOLAS impone la obligación a los Gobiernos Contratantes de asegurarse que se difundan avisos náuticos apropiados. La Regla 9 especifica de forma muy clara los servicios hidrográficos que deberán ser asegurados por los Gobiernos Contratantes. El suministro de estos servicios hidrográficos es, en efecto, una obligación para los Gobiernos Contratantes, en el marco del Derecho Internacional en materia de Tratados.⁸

Como corolario, es de sumo interés para nosotros remarcar que “la Visión de la OHI es ser la autoridad hidrográfica internacional que implica de forma activa a todos los Estados costeros interesados para hacer

6 Organización Hidrográfica Internacional. (2005). Manual de Hidrografía (Ed. rev.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hydrographique International. (pg. 6)

7 Ley 19922, Bs As dos de noviembre de 1972. Artículo 1ro.

8 Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3ª ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hydrographique International. (pg. 11)

progresar la seguridad y la eficacia en el sector marítimo (...). La Misión de la OHI consiste en crear un entorno global, en el cual los Estados proporcionen oportunamente datos, productos y servicios adecuados y aseguren su mayor uso posible”.⁹ De hecho este organismo internacional dedica una publicación entera a fomentar y crear conciencia sobre “La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales” y en muchas de sus publicaciones hace énfasis sobre la misma necesidad, servicios hidrográficos en manos de entes gubernamentales. Desde el punto de vista del derecho internacional público podemos encontrar otra respuesta al porqué de ese énfasis. Sólo son sujetos del derecho internacional los Estados asesorados por sus agencias especializadas y los organismos internacionales, que basan su personalidad jurídica en la voluntad de los Estados que concurren a su creación. Dicho de otro modo, no existe ordenamiento jurídico posible entre privados y organismo internacionales.

⁹ Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3ª ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional. (pg. 34)

Capítulo 3 “¿Quién más se beneficia con los resultados?”

En el siguiente capítulo expondremos algunos de los beneficios para la economía, el desarrollo y la defensa de un país gracias a los resultados de las exploraciones y especialmente a los de la batimetría. Aquí algunos hechos.

Control seguro y eficaz del Transporte Marítimo

Más del 80% del comercio internacional a lo largo del mundo se efectúa por vía marítima. (...) La carencia de cartas náuticas adecuadas dificulta o impide el desarrollo del comercio marítimo. La industria marítima necesita eficacia y seguridad. Las zonas insuficientemente cartografiadas y la falta de información pertinente pueden ser la causa de que los viajes sean más largos de lo necesario y pueden impedir la carga óptima de los buques, aumentando así el coste total. El ahorro de tiempo y dinero, resultante del uso de rutas más cortas y de mayor profundidad y la posibilidad de usar buques mayores o de aumentar su carga genera importantes ganancias para la industria y el comercio nacionales.¹⁰ La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) de los Estados Unidos da cuenta en su sitio web que gracias a su sistema integrado denominado PORTS (Physical Oceanographic Real-Time System) ayuda a los armadores a aprovechar cada centímetro de canal dragado, aumentando la eficiencia de los fletes al cargar al máximo sus buques. Calculan que en el último año se transportaron vía marítima USD 1,4 trillones. Además se estima

¹⁰ Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3ª ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional. (pg. 14)

que gracias a este sistema se disminuyeron en un 50% los accidentes náuticos como las varaduras y colisiones.¹¹

La misma agencia norteamericana estima que su sistema de referencia denominado NSRS (National Spatial Reference System) provee más de U\$D 2,4 billones de potenciales ganancias a su economía.¹²

Gestión y Desarrollo de la Zona Costera

La gestión y el desarrollo efectivos de la zona costera están respaldados por información hidrográfica fidedigna. Permiten a los países evaluar la viabilidad de la construcción de nuevos puertos y mantener y desarrollar los existentes, incluyendo las operaciones de dragado para el mantenimiento de las profundidades mínimas y para la creación, supervisión y mejora de los canales.¹³ Un canal que no está mantenido a su máxima profundidad o genera dudas sobre los relevamientos conlleva al aprovechamiento ineficiente de los espacios de carga en los buques. Esto se traduce en un aumento de precios al consumidor de los bienes importados por vía marítima.

Exploración y Explotación de los Recursos Marinos

Las áreas sedimentarias costeras y costa afuera, conocidas como plataforma continental pueden contener depósitos minerales,

11 National Oceanic and Atmospheric Administration. (s.f.). [Ventajas del Sistema P.O.R.T.S.]. Recuperado 25 septiembre, 2017, de https://tidesandcurrents.noaa.gov/ports_info.html

12 National Oceanic and Atmospheric Administration. (s.f.). What is the National Spatial Reference System? Recuperado 26 septiembre, 2017, de <https://oceanservice.noaa.gov/facts/nsrs.html>

13 Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3ª ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional. (pg. 14)

especialmente hidrocarburos. Se requieren normalmente levantamientos hidrográficos adecuados para confirmarlo.¹⁴ Como ejemplo se puede mencionar el caso de nuestro país, considerado pionero en este tipo de reafirmación de límites.

Los días 11 de marzo de 2016 y 17 de marzo de 2017, la Comisión de Límites de la Plataforma Continental (CLPC) de la ONU aprobó las recomendaciones sobre la presentación argentina del límite exterior de la plataforma continental realizada el 21 de abril de 2009. De esta manera, se reafirmaron nuestros derechos de soberanía sobre los recursos de la plataforma continental: minerales, hidrocarburos y especies sedentarias (langostinos, mejillones, vieiras, etc.). Esto demandó dos décadas de trabajo ininterrumpido del equipo científico, técnico y jurídico de la Comisión Nacional del Límite Exterior de la Plataforma Continental (COPLA) valiéndose de medios de la Armada Argentina, tripulados por expertos en hidrografía, y privados rentados, para conducir las exploraciones. Este trabajo brinda certeza sobre la extensión geográfica de la plataforma continental argentina en más de 1.782.000 km² más allá de las 200 millas marinas es decir el equivalente a cerca del 48% del territorio emergido de la República Argentina, que se suman a los aproximadamente 4.799.000 km² comprendidos entre las líneas de base y las 200 millas marinas.

También la industria pesquera puede constituir una importante fuente de riqueza nacional. Los pescadores necesitan información hidrográfica para:

- navegar de forma segura,
- evitar pérdidas de embarcaciones y equipo a causa de obstáculos no detectados o mal cartografiados,

¹⁴ Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3^a ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional. (pg. 15)

- identificar zonas pesqueras por la profundidad del agua, el tipo y la irregularidad del fondo, las corrientes oceánicas y las corrientes de mareas,
- designar áreas donde la pesca está limitada o prohibida.¹⁵

Gestión y Protección del Medio Ambiente

Un requisito esencial para la protección del medio ambiente es una navegación segura y precisa. La contaminación causada por incidentes marítimos, naufragios y vertidos de petróleo es un factor importante en un desastre, cuyas consecuencias económicas son a menudo devastadoras. Ha habido varios incidentes cuyas consecuencias económicas han sido de miles de millones de dólares por un solo incidente.¹⁶ Estos accidentes pueden ser prevenidos con cartografía adecuada.

Ciencias del mar

Las ciencias del mar dependen ampliamente de la información batimétrica. Los modelos globales de olas, mareas y de circulación, los modelos locales y regionales para una gran variedad de estudios científicos, la geología y geofísica marinas, el despliegue e instalación de instrumentación científica y muchos otros aspectos de las ciencias del mar

¹⁵ Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3ª ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional. (p. 15)

¹⁶ Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3ª ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional. (p. 16)

dependen de la batimetría proporcionada por los Servicios Hidrográficos nacionales.¹⁷

Delimitación de las Fronteras Marítimas y Relaciones Internacionales

Los datos hidrográficos de buena calidad son un requisito fundamental para la delimitación de las fronteras marítimas, que se detalla en el Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Aunque muchos diplomáticos, abogados y jueces discuten sobre los principios jurídicos de la delimitación de las fronteras marítimas, son los hidrógrafos y los datos los que ayudan a hacer las cartas náuticas, que determinan la posición geográfica exacta de una frontera, basándose en los principios jurídicos aprobados.¹⁸

Defensa Marítima

Las Armadas nacionales son los usuarios principales de los productos de cartografía náutica, para operaciones navales de superficie, submarinas, anti-submarinas de detección de minas y para operaciones navales aire-mar. La cobertura cartográfica de superficie y submarina debe ser completa y exacta para proporcionar libertad de maniobra a los buques de guerra, para que comprendan donde puede operar la Marina, y lo que es igualmente importante, donde puede operar el enemigo, y

17 Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3ª ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional. (p. 16)

18 Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3ª ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional. (p. 16)

controlar el espacio marítimo, cuando sea necesario. Los datos y la información hidrográfica proporcionada por los Servicios Hidrográficos nacionales apoyan una variedad de productos utilizados en las operaciones navales.¹⁹

Turismo

Las cartas de buena calidad son particularmente trascendentes para el desarrollo de la industria del turismo, económicamente importante, y que involucra especialmente a los buques de cruceros. El potencial de la industria de buques de cruceros es particularmente importante para las naciones en vías de desarrollo. Esta fuente de ingresos sustancial no puede desarrollarse adecuadamente si la seguridad de la navegación hacia destinos turísticos remotos no existe o es limitada, a causa de la escasez de cartas adecuadas. El turismo es una de las principales industrias en expansión en el curso de este siglo.

Navegación deportiva

La comunidad de las embarcaciones de recreo representa a un gran porcentaje de navegantes. Generalmente, para este tipo de navegación no es obligatorio llevar cartas. Sin embargo, la llegada de la información en forma de carta digital, accesible gracias a dispositivos y ordenadores portátiles de bajo costo, hace posible ahora que el navegante deportivo utilice información cartográfica, junto con muchos tipos de información complementaria, como las situaciones de puertos deportivos, etc. Este desarrollo está haciendo que la navegación deportiva sea una parte cada vez mayor del mercado en lo que a datos hidrográficos se refiere, ya que un número de personas cada vez mayor es ahora propietario de una

¹⁹ Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3ª ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional.(p. 17)

embarcación. Los beneficios generados por este sector podrían ser una ventaja significativa para muchos Estados costeros.

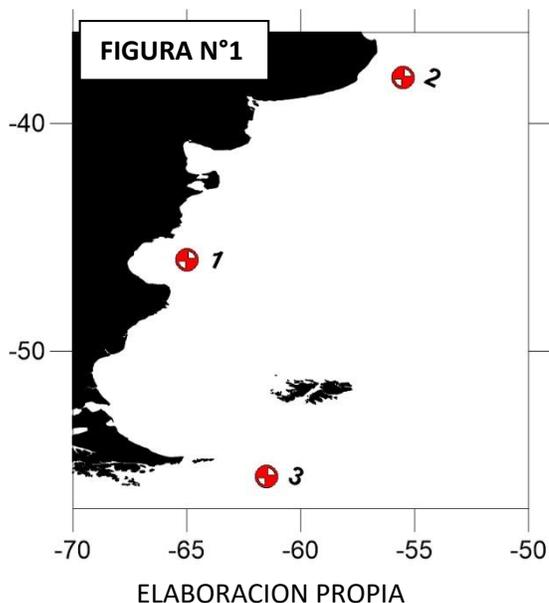
Prevención de catástrofes y defensa civil

Con un completo relevamiento de la zona costera y su modelado se pueden predecir los efectos que causarán una onda de tormenta, un tsunami u olas provocadas por el viento. Con la información suministrada por estos datos se puede elegir el mejor emplazamiento para instalaciones gubernamentales estratégicas o militares que deban ser construidas en zonas costeras. Estudiemos el caso de la costa este de Sri Lanka. Una hora y cuarenta y cinco minutos después de producido el movimiento tectónico de Sumatra el 26 de diciembre de 2004 grandes olas azotaron la región litoral causando alrededor de 15000 víctimas fatales, 10000 heridos y cientos de miles de evacuados. Sin embargo, la destrucción no fue equiparable en todas las villas y pueblos costeros por igual. Oluvil, una pequeña villa de pescadores, experimentó un rápido ascenso y descenso de las aguas comparable a una onda de marea que se cobró dos vidas. Mientras tanto sólo 13 km más al norte, la ciudad de Kalmunai fue azotada por violentas olas de más de 15 metros de altura y 8500 habitantes perdieron la vida. Esto se debió a que Oluvil está ubicada en la proyección de un cañón submarino donde la onda encontró condiciones adecuadas para disiparse por refracción, en cambio Kalmunai se encuentra en la proyección de una dorsal submarina, donde por fenómenos análogos a los anteriores, la onda encontró condiciones para concentrar su energía. Este patrón de destrucción, no destrucción, destrucción, se repitió a lo largo de los 400 km de costa ceilanesa, en la que la batimetría fue quien decidió quien viviría y quien moriría.

Capítulo 4 “Los riesgos de operar en el mar”.

La operación de buques en alta mar es sin lugar a dudas uno de los retos más complejos con los que se puede enfrentar el ser humano, los riesgos son muchos y engorrosos y requieren de adiestramiento y pericia para lograr buenos resultados. Con operar buques no sólo nos referimos al traslado de un punto a otro con la seguridad náutica necesaria, sino también al manejo del equipamiento científico para la medición, la maniobra del buque consecuentemente con la tarea que se está desarrollando y la previsión necesaria para adaptarse a las condiciones meteorológicas, estas últimas, determinantes para este tipo de operaciones.

Para ilustrar este tema nos hemos valido de modelos digitales²⁰ de alta resolución de información retrospectiva y actual disponibles en línea de los que hemos descargado información primordialmente de olas y viento de tres puntos del Océano Atlántico sudoccidental próximos al litoral argentino que se muestran en la figura n° 1 a la derecha.



Para el arriado de equipamiento oceanográfico desde una plataforma a flote se necesita que esta esté por lo general detenida y que las condiciones de mar causen mínimos ruidos y cabeceos. Inclusive para los grandes barcos de exploración, de esloras superiores a los cien metros, olas superiores al metro y medio o dos metros hacen necesario suspender

²⁰ Modelo Wavewater III del National Oceanic and Atmospheric Administration.

**ARMADA ARGENTINA
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR**

las operaciones para preservar los equipos de medición y evitar accidentes.

A continuación se incorporan los cuadros del total de días con alturas de olas menores a un metro, un metro y medio y dos metros en cada una de las posiciones marcadas anteriormente con los números del uno al tres.

Tabla 1 "porcentaje de días con altura significativa de olas menores a los valores indicados en el periodo del 01-ene-1979 a 31-dic-2007 en POSICION 1 (golfo San Jorge)".

ALTURA DE OLAS [METROS]	N° DE DÍAS CON HS DE OLAS	TOTAL DE DIAS EN EL PERIODO	% DE DÍAS
<1	1126.5	10591	10.63639
<1.5	4525.625	10591	42.73086
<2	7432	10591	70.17279
Elaboración propia.			

Tabla 2 "porcentaje de días con altura significativa de olas menores a los valores indicados en el periodo del 01-ene-1979 a 31-dic-2007 en POSICION 2 (cañón Mar del Plata)".

ALTURA DE OLAS [METROS]	N° DE DÍAS CON HS DE OLAS	TOTAL DE DIAS EN EL PERIODO	% DE DÍAS
<1	533.75	10591	5.039656
<1.5	3310.75	10591	31.26003
<2	6389	10591	60.3248
Elaboración propia.			

Tabla 3 "porcentaje de días con altura significativa de olas menores a los valores indicados en el periodo del 01-ene-1979 a 31-dic-2007 en POSICION 3 (cuenca Yaganes)".

ALTURA DE OLAS [METROS]	N° DE DÍAS CON HS DE OLAS	TOTAL DE DIAS EN EL PERIODO	% DE DÍAS
<1	9.625	10591	0.090879
<1.5	220.875	10591	2.085497
<2	1144.375	10591	10.80516
Elaboración propia.			

Como se puede observar dependiendo de la posición los días con alturas significativas de olas menores a un metro y medio varían desde un cuarenta y dos por ciento hasta un dos por ciento, haciendo que las oportunidades para operar los equipos de medición en condiciones

óptimas se reduzcan sustancialmente. Esto hace evidente la necesidad de, primero, planificar cuidadosamente las fechas elegidas para la realización de los estudios. Esta herramienta también se puede utilizar para tomar decisiones acerca de la época del año que es más propicio para operar en un área determinada. Y segundo, la necesidad de mancomunar esfuerzos para y compartir los datos obtenidos.

Capítulo 5 “Costos de Operación”.

Los costos de equipamiento y operación de las plataformas de exploración son otro factor determinante a tener en cuenta. La revisión de algunos valores de sondas, adiestramiento y costos diarios de operación de barcos actualizados al primer semestre de dos mil diecisiete ayudarán a reforzar la idea de la necesidad de aunar esfuerzos y compartir datos a fin de crear una sinergia constructiva. Veamos:

Ecosonda multihaz alta resolución de 12kHz:	U\$D 1.500.000
Ecosonda multihaz alta resolución de 70KHz:	U\$D 1.200.000
Ecosonda multihaz alta resolución de 200-400KHZ:	U\$D 600.000
Sonar de barrido lateral doble frecuencia 900-300 khz:	U\$D 300.000
Suscripción corrección posicionamiento satelital	
por año para 2 receptores:	U\$D 20.000
Suscripción de licencias de procesamiento por año:	U\$D 20.000
Suscripción licencias software mapeo/GIS por año:	U\$D 35.000
Cursos de perfeccionamiento y actualización:	U\$D 10.000.
Costo diario de buque 120 m de eslora en promedio:	U\$D 40.000
Costo diario de buque 70 m de eslora en promedio:	U\$D 25.000

Capítulo 6 “El futuro del transporte marítimo”.

El primer portacontenedores cero emisiones y autónomo del mundo ya es una realidad en los planos de los ingenieros navales y su quilla quizás ya esté puesta para cuando este trabajo llegue a las manos del lector.

Las empresas Noruegas Yara Internacional ASA y Kongsberg Gruppen ASA, la primera, dedicada a la producción de agroquímicos y la segunda líder en sistemas de sensores y orientación para uso civil y militar están decididas a la tarea de concebir el primer buque autónomo del mundo. El diseño final de esta maravilla resultado de la conjunción entre la tecnología, la ingeniería naval y la geodesia estará listo para el último trimestre del dos mil diecisiete y el proyecto será entregado al astillero constructor para principios de dos mil dieciocho. La empresa Kongsberg, tan familiar en el ámbito de la hidrografía por la fabricación de soluciones hidroacústicas será la responsable de desarrollar y proveer todos los componentes claves para los sensores, la integración entre sistemas, las operaciones remotas, el sistema de propulsión eléctrica y las baterías.

Para las primeras pruebas en el mar de este buque, ya mencionado como el “Tesla de los mares” en clara referencia a los automóviles autónomos, será adosado un puente de comando destacable del que se prescindirá totalmente en etapas. En un principio luego de que el puente sea desembarcado, el buque será operado desde tierra para luego, alrededor del año dos mil veinte operar de manera completamente autónoma alrededor de las costas de Noruega.

Kongsberg lo equipará con sensores RADAR, LIDAR (Light Detection and Ranging), sistema de identificación automática de buques (AIS),

cámaras en el espectro visible y cámaras infrarrojas. Pero nada dice sobre sondas en su sitio oficial.²¹

Este emprendimiento no es un hecho aislado, otras empresas de gran talla como Rolls-Royce, han creado sus propias iniciativas, que aunque un poco más atrasadas, tienen metas más ambiciosas. Esta compañía ha fundado una Iniciativa compuesta por universidades de estudios legales, sociedades de calificación de buques y compañías de comunicaciones satelitales para tener navegando en el año dos mil veinticinco su primer buque costero autónomo y diez años después un buque autónomo surcando aguas internacionales en alta mar. Para ello tienen hasta planeado sus pasos para influir en armadores y navegantes a fin de modificar la legislación vigente de la Organización Marítima Internacional.

La Autoridad Marítima de Dinamarca ya ha encargado y publicado informes técnicos sobre la posibilidad de permitir la navegación en sus aguas interiores.

Los tres documentos en la bibliografía hacen hincapié en la necesidad de avanzados sensores y rutinas de computación que permitan a los buques autónomos el amarre la zarpada y evadir otros buques en forma autónoma. Pero en ninguno se menciona la necesidad conocer efectivamente la profundidad actualizada en todos los puntos de la derrota planificada o posible.

Las computadoras no tienen la misma capacidad de raciocinio que un experimentado capitán al mando de su buque. Estos barcos autónomos

21 Kongsberg Geupen ASA. (s.f.). [Autonomous ship project, key facts about YARA Birkeland]. Recuperado 18 septiembre, 2017, de <https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/4B8113B707A50A4FC125811D00407045?OpenDocument>

deberán, por lo tanto, ser provistos en todo momento y en cada punto de su derrota planificada y posible, de información detallada de las profundidades, alturas de marea y correcciones a esta. Sólo de esta forma podrán hacer los cálculos necesarios para evitar abordajes de acuerdo a la normativa vigente. Esta información será de vital importancia sobre todo en las primeras etapas de implementación cuando estos sistemas convivan con buques tripulados por hombres susceptibles a errores y en proximidades de costas, canales y aguas someras. Cabe preguntarse entonces si nuestro país está a la altura de las circunstancias para permitir que sus aguas sean surcadas por estos buques y si es nuestro objetivo que alguna vez lo esté. No olvidemos que estas tecnologías, que aunque costosas en un primer momento (la construcción de estos buques se prevé cueste el triple que uno tripulado de misma capacidad de carga) prometen bajar los costos de operación en un noventa por ciento eliminando los costos de los salarios y la provisión de comodidades y víveres para la tripulación. De más está decir entonces que abaratará los costos del transporte marítimo tan importantes en la conformación de los precios de los bienes que son transportados por esa vía.

Conclusiones.

El hombre es un explorador por naturaleza, está en nuestros genes. Es innegable que las ansias de conocimiento sean el motor principal de que el hombre, en todas las eras de la humanidad y sin distinción de fronteras se haya arrojado a lo desconocido en busca de saber que hay más allá del horizonte. Explorar satisface la codicia y aplaca las ansias de conocimiento del ser humano. Pero sobre todo contribuye a la grandeza y organización de los Estados, da ventajas estratégicas en el campo de batalla, abarata costos en el transporte y producción de bienes primarios y manufacturados. Es por esto último que debemos llegar a la siguiente conclusión. La exploración, demarcación y cartografiado de los distintos espacios del territorio de una nación deben estar en manos del Estado. Factores estratégicos tan importantes no pueden ser delegados en manos de privados. Además, los resultados de esas exploraciones deben ser compartidas para toda la comunidad como una forma de salvaguardar los datos y evitar redundancia de exploraciones persiguiendo los mismos objetivos.

Son muchos los beneficios económicos y socioculturales que derivan de la exploración. Vías navegables bien cartografiadas aseguran el máximo aprovechamiento de la capacidad de carga de los buques abaratando el costo del transporte y la apertura de vías de comunicación y comercio en nuevas ciudades litoraleñas. El conocimiento de las pendientes de los suelos permite construir sistemas de riego eficientes. La exploración y prospección minera devienen en cuantiosos beneficios para la economía. Delimitaciones fehacientes de terrenos y fronteras disminuyen la litigiosidad y conflictividad. Los beneficios potenciales e inmediatos de sistemas de referencia universales, demarcaciones claras y abundante información geográfica se cuentan en billones de dólares. Pero,

pese a lo tentador y romántico que resulte lanzarse a la exploración del mar, hay que tener en cuenta sus riesgos y los altos costos de operación de las plataformas que transportan los sensibles y sofisticados equipos científicos y sensores. Es por eso que debemos aprovechar al máximo cada campaña a bordo de uno de estos buques manteniendo en funcionamiento las sondas durante los traslados y adoptando distintas derrotas para llegar a un mismo punto para así lograr paulatinamente una buena cobertura del fondo marino. Es importante también compartir los datos de las exploraciones. Cada vez más los países que operan buques de exploración comparten sus bases de datos para que libremente cualquier usuario pueda descargar una variedad de información, batimétrica, geológica y geofísica, oceanográfica etc. Esto contribuye ampliamente a la preservación de la información y a evitar interferencias y duplicación de exploraciones. Esto hace más eficiente, no sólo científicamente si no también económicamente hablando la exploración. El adiestramiento de las tripulaciones de esas plataformas debe ser de excelencia y debemos hacer especial hincapié en las planificaciones de las campañas teniendo en cuenta toda la información disponible en esas bases de datos sobre estadísticas hidrometeorológicas que permitan el más eficiente aprovechamiento de los medios.

El desarrollo de este trabajo nos topó casi por casualidad con el descubrimiento de nuevas tecnologías que traerán aparejados nuevos desafíos y nos pareció importante dedicarle un capítulo. Los buques mercantes autónomos están a la vuelta de la esquina y para el año dos mil veinte ya surcarán las aguas de Europa operando a plena capacidad. Cuando se demuestre la conveniencia económica de despojar a las naves de sus tripulantes las regulaciones de las agencias internacionales convertirán este tipo de transporte en la norma y dejarán de ser la excepción. Vaticinamos que esto será rápidamente debido a la gran

proporción en la conformación del precio del flete que significa la tripulación y a las medidas tomadas en el pasado para reducir los números de tripulantes. Cuando esto ocurra, ¿estaremos a la altura de las circunstancias para ofrecer una cartografía acorde para que estos buques puedan surcar nuestras aguas? y ¿Cuáles son los sensores y las plataformas con los que deberíamos contar para confeccionar una cartografía que cumpla con los más altos estándares?

Bibliografía

- Malamud, C. (2005). Historia de América (Ed. rev.). Madrid, España: Alianza Editorial
- Manzanilla, L. (1986). La Cosntitución de la Sociedad Urbana en Mesopotamia (Ed. rev.). México D.F., México: Dirección General de Publicaciones
- Thrower, N. J.W.. (2002). Mapas y Civilización, Historia de la Cartografía en su Contexto Cultural y Social (2ª ed.). Barcelona, España: Ediciones del Serbal
- Antecedentes de la Cartografía. (s.f.). Recuperado 26 septiembre, 2017, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/internet/antecedentescartografia.pdf>
- Tzu, S. (2003). El Arte de la Guerra (Ed. rev.). Recuperado de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/656228.pdf>
- Organización Hidrográfica Internacional. (2005). Manual de Hidrografía (Ed. rev.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional
- Organización Hidrográfica Internacional. (2016). La Necesidad de Servicios Hidrográficos Nacionales (3ª ed.). Mónaco, Mónaco: Bureau Hidrográfico Internacional.
- International Hydrographic Organization. (2011). Spatial Data Infratructure, The Marine Dimension (Ed. rev.). Mónaco, Mónaco: International Hydrographic Bureau.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (s.f.). [Ventajas del Sistema P.O.R.T.S.]. Recuperado 25 septiembre, 2017, de https://tidesandcurrents.noaa.gov/ports_info.html
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (s.f.). What is the National Spatial Reference System? Recuperado 26 septiembre, 2017, de <https://oceanservice.noaa.gov/facts/nsrs.html>
- Kongsberg Geupen ASA. (s.f.). [Autonomous ship project, key facts about YARA Birkeland]. Recuperado 18 septiembre, 2017, de <https://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/4B8113B707A50A4FC125811D00407045?OpenDocument>
- Parker, B. (2013). When Bathymetry Determines Who Might Live and Who Might Die. Hydro International, 1(1), 1-2. Recuperado de <https://www.hydro-international.com/content/article/when-bathymetry-determines-who-might-live-and-who-might-die>
- Rolls-Royce Marine. (s.f.). Autonomous ships The next step. Recuperado 27 septiembre, 2017, de <http://www.rolls-royce.com/~media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/rr-ship-intel-aawa-8pg.pdf>
- Comisión Nacional del Límite Exterior de la Plataforma Continental. (s.f.). [Folleto COPLA 2017]. Recuperado 30 septiembre, 2017, de http://www.plataformaargentina.gov.ar/userfiles/userfiles/FOLLETO-COPLA-2017-CAST_2.pdf

**ARMADA ARGENTINA
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR**

Technical University of Denmark. (s.f.). A pre-analysis on autonomous ships. Recuperado 23 septiembre, 2017, de https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Autonomie%20skibe_DTU_rapport_UK.pdf

Paris, C. (2017, 22 julio). Norway Takes Lead in Race to Build Autonomous Cargo Ships. Recuperado 30 agosto, 2017, de <https://www.wsj.com/articles/norway-takes-lead-in-race-to-build-autonomous-cargo-ships-1500721202>