

Software geo-espacial marino: generando beneficios económicos a partir de datos hidrográficos y el cálculo de fronteras marítimas

6ª Conferencia Regional de la FIG, Noviembre 2007
San José, Costa Rica

Serge LEVESQUE
y
Alexis CARDENAS
CARIS, Canada



Fredericton - Canada • Heerwijk - The Netherlands • Washington DC - United States • Adelaide - Australia

caris

Introducción

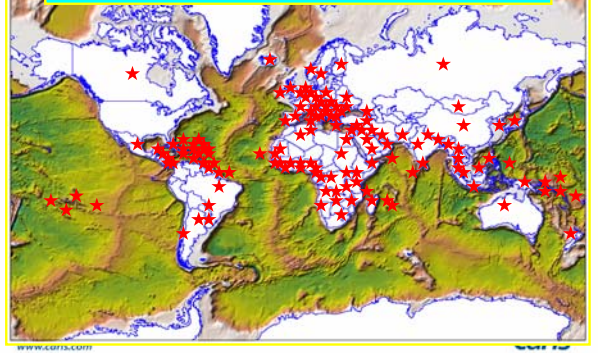
- Los datos hidrográficos tienen más usos que simplemente la seguridad a la navegación. Pueden ser usados para generar otros beneficios económicos.
- Estos datos se usan para:
 - Definir el modelo de línea de base del mar territorial
 - Delimitar las fronteras marítimas y los límites que definen la extensión de un país costero.
- Los beneficios económicos se obtienen a partir de la extensión de la soberanía de los países marítimos sobre su territorio bajo las regulaciones de la CONVEMAR (Convención de las Naciones Unidas Sobre la Ley del Mar - UNCLOS por sus siglas en inglés)
- Herramientas de software como CARIS LOTS (Law of The Sea) son necesarias para producir la mejor delimitación de fronteras y asegurar los beneficios económicos de la zona marítima y de la plataforma continental que le pertenecen al estado.
- CARIS LOTS está construido sobre tecnología GIS e incluye un conjunto de herramientas para el cálculo geodésico que cumplen con las orientaciones técnicas de la CONVEMAR y con las Directrices Científicas y Técnicas de la Comisión de Límites de la Plataforma Continental. (CLCS - Commission of the Limits of the Continental Shelf)
- Article 76 : establece cómo un país costero (riberaño) puede extender sus derechos territoriales sobre la plataforma continental más allá de las 200 Millas (ZEE)
- Una vez que se definen y se resuelven las fronteras en disputa, los límites marítimos y la información geo-espacial de las fronteras pueden ayudar a generar beneficios económicos a partir de los recursos mar afuera y la administración de esa información.

www.caris.com

TS 21 - Economic Benefits of Hydrography

caris

Distribución Global de las 149 Naciones que han ratificado la CONVEMAR



www.caris.com

caris

Disponibilidad de datos hidrográficos y cartográficos

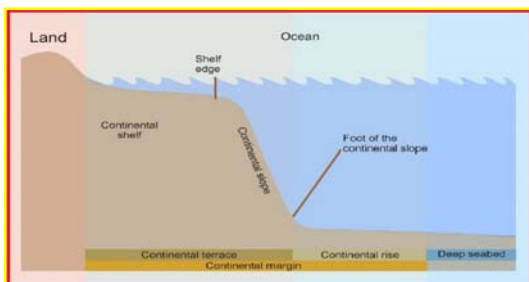
- ¿Qué capacidades hidrográficas existen en el país?
- ¿Cuáles son las autoridades responsables de la hidrografía, oceanografía, geología marina y la cartografía náutica?
- ¿De qué datos hidrográficos y cartográficos se disponen?
- ¿La línea de costa está actualizada?
- ¿Se puede generar un estudio preliminar (case study) con los datos que actualmente se tienen?
- ¿Qué herramientas de software se tienen? ¿Son estas las ideales para los fines de la Ley del Mar?
- ¿Se dispone de asesores legales y técnicos para llevar a cabo los estudios preliminares de cualquier disputa?

www.caris.com

TS 21 - Economic Benefits of Hydrography

caris

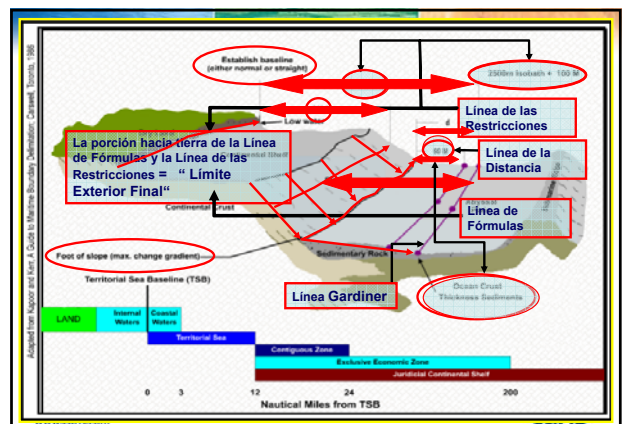
Sección Transversal Idealizada de la Plataforma Continental



www.caris.com

TS 21 - Economic Benefits of Hydrography

caris



Modelo de la Línea de Base del Mar Territorial (TSB – siglas en inglés)

- Con CARIS LOTS los usuarios pueden digitalizar y actualizar el modelo de línea de base (Líneas Rectas y Líneas Normales)
- Visualizar y analizar la línea de costa y la información cartográfica "oficial" en las cartas náuticas. Se pueden usar:
 - Cartas náuticas raster en formato BSB o HCRF
 - Archivos GeoTIFFs de cartas de papel escaneadas y geo-referenciadas
 - Importar y usar datos de cartas en cualquier formato vectorial
 - Imágenes satelitales en formato MrSID: usadas para identificar cambios recientes en la línea de costa
 - Imágenes de la línea de costa en formato TFW/TIFF geo-referenciadas

Herramienta geo-espacial para calcular los límites marítimos y resolver disputas de fronteras marítimas

- CARIS LOTS provee a los usuarios de herramientas geodésicas que cumplen con las especificaciones de la CONVEMAR (UNCLOS) y de las Directrices Científicas y Técnicas de la Comisión de Límites de la Plataforma Continental para calcular los límites marítimos:
 - Envoltente de Arcos (EoA) a partir de puntos de Línea de Base Normales
 - Envoltente de Arcos (EoA) a partir de puntos de Línea de Base Rectas
 - Filtro rodante de puntos sobre las líneas (Wagon Wheel filter)
- CARIS LOTS también nos provee de herramientas para calcular fronteras bilaterales que puedan estar en disputa
 - Línea Media y Línea Equidistante, con sus respectivas líneas de construcción
 - Método de Ponderación basado en proporción ("equiratio") para el cálculo de la línea media o la línea equidistante
 - Línea Bisectorial
 - Línea Geodésica
 - Línea Loxodrómica

Líneas medias y equidistantes definidas por fronteras hipotéticas en el ártico

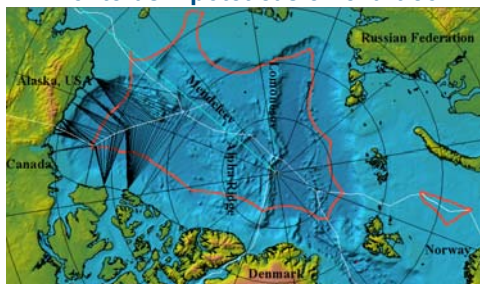


Figura 1

Delineación de la Frontera (caso del ártico)

- En el caso del ártico pueden existir varios escenarios para la partición del mismo en vez de las soluciones por línea media o equidistante (caso mostrado en color blanco en la figura 1 anterior).
- La línea fronteriza Rusa/Norteamericana de 1990 para la definición de la ZEE en el ártico sigue el meridiano 168° 58' 37"W y pudiera ser extendida hacia el polo norte (línea en color azul pálido en la figura 1 anterior). Esta línea fronteriza es usada en la reclamación de fronteras de Rusia (del 2001) en el ártico. Es muy probable que esta línea sea refutada por Dinamarca y Canadá.
- Existen grandes acumulaciones de sedimento en el Mar de Beaufort hacia el norte de Alaska y Canadá favorece una extensión considerable de la plataforma continental más allá de las 200 Millas Náuticas
- A medida que se añade más territorial nacional bajo el Artículo 76 de la ley del mar, nuevas fronteras bilaterales tendrán que ser negociadas más allá de las 200 M (ZEE, mostrado en color rojo en la figura 1 anterior).

Extensión jurídica de la plataforma continental más allá de las 200 M bajo el Artículo 76 de CONVEMAR

La extensión de la plataforma jurídica continental se define por 2 líneas de restricción y 2 líneas de fórmulas:

- Líneas de Restricción
 - Por Distancia: 350 M calculada a partir de la Línea de Base del Mar Territorial con la herramienta de Envoltente de Arcos (EoA).
 - Por Profundidad: isobata de 2500 m + 100 M hacia el mar (se proyecta usando la EoA a partir de punto normal).
- Líneas de Fórmulas
 - Fórmula de la Distancia: Pié del Talud (FOS) + 60 M (EoA).
 - Fórmula de Espesor del Sedimento o Línea Gardiner: donde el espesor del sedimento es igual al 1% de la distancia desde el pié del talud.

FOS = Foot of The Slope = Pié del Talud

Líneas de Restricciones Hipotéticas: limitan la extensión de la plataforma continental jurídica más allá de las 200 M



Figura 2

Fórmula de la Distancia: la posición del FOS

- Foot of the Slope (FOS) – Pié del Talud:
 - Parámetro geo-morfológico, que depende de la forma de la plataforma continental
 - Se determina a partir de datos batimétricos
 - Las regiones morfológicas son: plateau continental, pendiente continental, levante continental y plano abismal.
 - El FOS es el punto de cambio máximo del gradiente que indica el cambio desde el entorno de la pendiente continental hacia el levante continental (CONVEMAR-UNCLOS).

Fórmula de la Distancia: la posición del FOS

- Existe un programa para analizar el FOS en CARIS LOTS
 - Permite la ubicación del FOS sobre un perfil batimétrico.
 - El FOS puede colocarse manualmente con la ayuda visual del perfil batimétrico.
 - Existen funciones de filtros que permiten calcular la posición del FOS matemáticamente
 - Douglas Puecker: algoritmo de mejor ajuste lineal (color azul en la Figura 3)
 - Transformada de Fourier :
 - Filtra las longitudes de ondas cortas
 - Define un modelo generalizado de los datos batimétricos (color rojo en la Figura 3).
 - Los picos en la segunda derivada del modelo indican grandes cambios del gradiente (línea en color oro en la Figura 3)
 - Cada filtro puede definir "candidatos" para la posición del FOS

Programa Analizador del Pié del Talud (FOS)

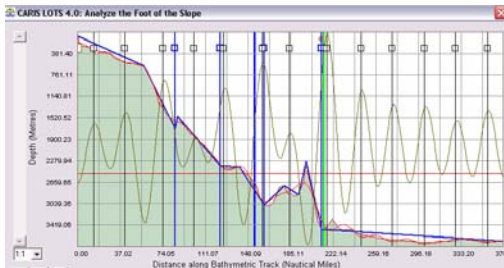


Figura 3

Fórmula del Espesor del Sedimento: Línea Gardiner

- Datos Fuente
 - Superficie Grillada de datos del espesor del sedimento o perfiles sísmicos (X,Y, Espesor del Sedimento)
 - Se pueden producir perfiles del espesor sísmico con el programa "CARIS SEG-Y Analyzer" a partir de la reflexión de datos sísmicos en formato SEG-Y.
- Programa Analizador del Espesor del Sedimento (Sediment thickness Analyzer)
 - Encontrar la posición donde el espesor del sedimento es igual a uno por ciento (1%) de la distancia a partir del pié del talud (FOS).
 - El programa calcula el espesor del 1% del sedimento utilizando una línea de proporción.
 - Los puntos candidatos para el 1% del espesor del sedimento se mostrarán como símbolos de pequeños triángulos
 - La Línea Gardiner se contruye al unir todos los marcadores del 1% del espesor del sedimento.

Ventana del "Sediment Thickness Analyzer"



Figura 4

Cálculos Hipotéticos de la Línea de las Fórmulas: justificación para la extensión de la plataforma continental



Figura 5

Extensión hipotética de la plataforma continental más allá de las 200 M (ZEE)



Figura 6

TS 21 – Economic Benefits of Hydrography

caris

www.caris.com

Áreas hipotéticas a ganar por país con la extensión de la plataforma continental en el sur de África

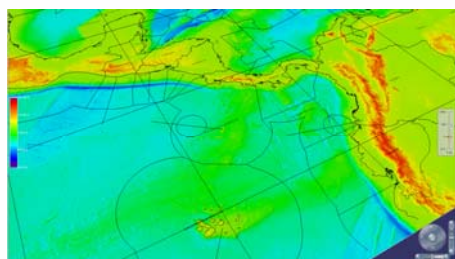
Hypothetical continental shelf extension under UNCLOS Article 76 restricted to Figure 6 Results of the geodetic area calculations	
Country	Area to gain (km ²)
Angola	37138.89
Gabon	24544.75
Ile Europa (France)	15196.22
Madagascar	653320.07
Mauritius	282555.78
Mozambique	63453.15
Namibia	663704.07
Seychelles	67099.26
South Africa	782594.77

TS 21 – Economic Benefits of Hydrography

caris

www.caris.com

Análisis Hipotético en 3D usando "CARIS Easy View" (Área del Pacífico)



TS 21 – Economic Benefits of Hydrography

caris

www.caris.com

Conclusiones

- **Elementos claves de una reclamación de fronteras son la calidad de los datos hidrográficos combinado con datos hidrográficos existentes (oficiales) y datos geo-espaciales marítimos**
 - Para la definición del modelo de la línea de base del mar territorial
 - Para la delineación de las fronteras marítimas
- **El modelo de línea de base del mar territorial impacta sobre muchas fronteras marítimas**
 - Se requiere de una definición precisa a partir de levantamientos hidrográficos y de la línea de costa.
 - Esto afecta los límites marítimos de 3 M, 12 M, 24 M, 200 M (ZEE), y 350 M así como las fronteras marítimas bilaterales.

TS 21 – Economic Benefits of Hydrography

caris

www.caris.com

Conclusiones

- **Es importante el uso de buenos datos batimétricos y de buenas herramientas de análisis al realizar estudios para la extensión la plataforma jurídica continental bajo el Artículo 76**
 - Definir la isobata de 2500 m para el cálculo de la línea de restricción por profundidad: $2500\text{ m} + 100\text{ M}$
 - Definir los perfiles batimétricos para la ubicación geo-morfológica del pie del talud usada en la Línea de las Fórmulas.
 - Utilizando un estudio preliminar (desktop study) se pueden identificar áreas que requieren de un nuevo levantamiento para la adquisición de datos.

TS 21 – Economic Benefits of Hydrography

caris

www.caris.com

Conclusiones

- **Beneficios económicos a partir de la aplicación de CARIS LOTS para la delineación de fronteras marítimas**
 - Se gana eficiencia en el cálculo de diferentes escenarios para la delineación de las fronteras y se garantiza así mejores negociaciones
 - Se gana claridad en la definición de las fronteras marítimas descartando así conflictos entre países vecinos.
 - Se gana claridad en temas de jurisdicción y se promueve el crecimiento económico nacional a través de la administración de recursos naturales mar afuera que no estén en disputa (tales como el arriendo de bloques mar afuera – "offshore block leasing").
 - La adquisición de nuevos territorios nacionales bajo el Artículo 76 (CONVEMAR – UNCLOS) donde pueden ser explotados los recursos naturales del fondo marino y el subsuelo.

TS 21 – Economic Benefits of Hydrography

caris

www.caris.com