Atlas del Potencial Energético en Mares Mexicanos

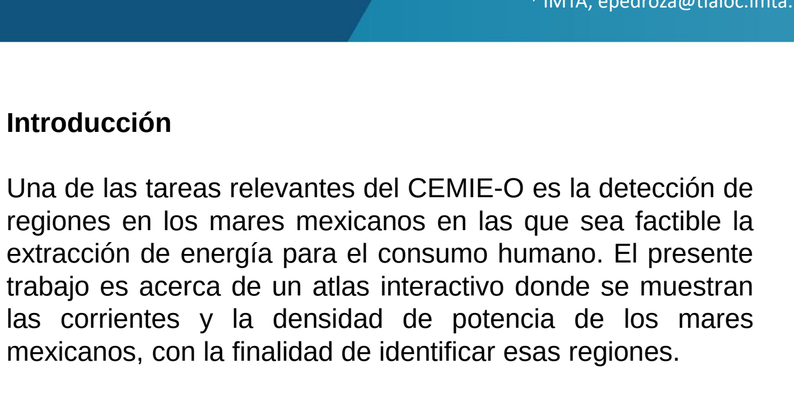
Efraín Mateos[1], Hector Camacho[2], Julio Sergio Santana[3], Miguel Angel Rodríguez[4], Lila Pérez[5], Flor Cruz[6], Edmundo Pedroza[7], Óscar Pita[8], Ariosto Aguilar[9], Rubén Morales[10]

[1] IMTA, efrain_mateos@tlaloc.imta.mx; [2] IMTA, hector_camacho@tlaloc.imta.mx; [3] IMTA, ssantana@tlaloc.imta.mx; [4] IMTA, miguel.rodriguez@posgrado.imta.edu.mx; [5] UNAM, lila.ostos@comunidad.unam.mx; [6] IMTA, flor_cruz@tlaloc.imta.mx; [7] IMTA, epedroza@tlaloc.imta.mx; [8] IMTA, opitadiaz@outlook.com; [9] IMTA, aguilar@tlaloc.imta.mx; [10] IMTA, rmorales@tlaloc.imta.mx

Introducción

Una de las tareas relevantes del CEMIE-O es la detección de regiones en los mares mexicanos en las que sea factible la extracción de energía para el consumo humano. El presente trabajo es acerca de un atlas interactivo donde se muestran las corrientes y la densidad de potencia de los mares mexicanos, con la finalidad de identificar esas regiones.

Los resultados exhibidos aquí, se generan por medio de simulaciones hechas con el modelador numérico ROMS y ellos, junto con consideraciones técnicas y financieras, fueron también la base para determinar la factibilidad económica para el aprovechamiento de dicha energía. Las figuras 1 y 2 muestran el resultado del estudio socio-económico para las regiones de la península de Yucatán y de Baja California Sur. En ambos casos, una evaluación económica a nivel perfil, permitió generar una primera aproximación de la factibilidad económica positiva del uso del dispositivo HyPA, desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, Unidad Académica Sisal, Yucatán. Este dispositivo se encuentra en fase de diseño e investigación como prototipo a nivel de modelo a escala.



	2%	4%	6%	8%	10%	20%	30%	40%	50%
VPN ETAPA 3 (COSTOS MÍNIMOS)	$26,997,804	$53,995,607	$80,993,411	$107,991,214	$134,989,018	$269,978,035	$404,967,053	$539,956,071	$674,945,088
VPN ETAPA 3 (COSTOS MEDIOS)	$8,987,310	$17,974,621	$26,961,931	$35,949,242	$44,936,552	$89,873,105	$134,809,657	$179,746,210	$224,682,762
VPN ETAPA 3 (COSTO MÁXIMO)	-$5,456,225	-$10,912,449	-$16,368,674	-$21,824,899	-$27,281,123	-$54,562,247	-$81,843,370	-$109,124,494	-$136,405,617

Figura 1. Comparación del VPN para los escenarios de la escala comercial. Sistema Peninsular

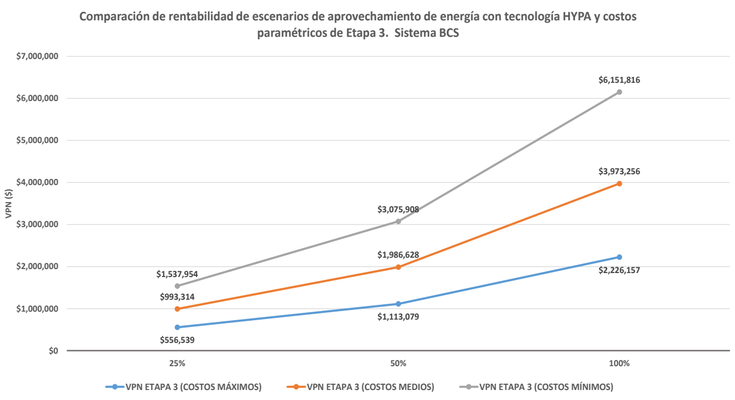


Figura 2. Comparación del VPN para los escenarios de la escala comercial. Sistema BCS

El Atlas y su Diseño

En la figura 3 se muestra la arquitectura del sistema generador del Atlas del Potencial Energético en Mares Mexicanos. Este sistema, produce una versión del atlas interactiva, en formato HTML, y dos versiones estáticas, en formatos pdf y epub. La versión interactiva se ilustra en la figura 4. En la arquitectura del sistema se muestra también que la producción del Atlas requiere de fuentes de información. Estas fuentes provienen de simulaciones numéricas ejecutadas con el sistema de modelado ROMS.

Mediante el ROMS se simularon 25 años del Atlántico mexicano y 16 años del Pacífico mexicano. El modelo fue forzado con el esfuerzo del viento, provenientes de datos del MERRA2 (Modern-Era Retrospective análisis for Research and Applications, versión 2), y flujos de calor, provenientes del COADS (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set), en la superficie. En las fronteras abiertas, se impusieron campos de temperatura, salinidad y velocidad provenientes de datos del SODA3 (Simple Ocean Data Assimilation versión 3). Para las condiciones de fronteras anteriormente mencionadas, se construyeron climatologías de 35 años (1980-2015), para cada una de las variables. En los forzamientos de la frontera abierta, se incluyeron 10 constituyentes de la marea, velocidad barotrópica y elevación, provenientes del modelo TPX07. La batimetría, fue obtenida a partir de la base de datos de GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans). Sus salidas para ser utilizadas como fuentes de información del Atlas se sometieron a las transformaciones que se muestran en la figura 5.

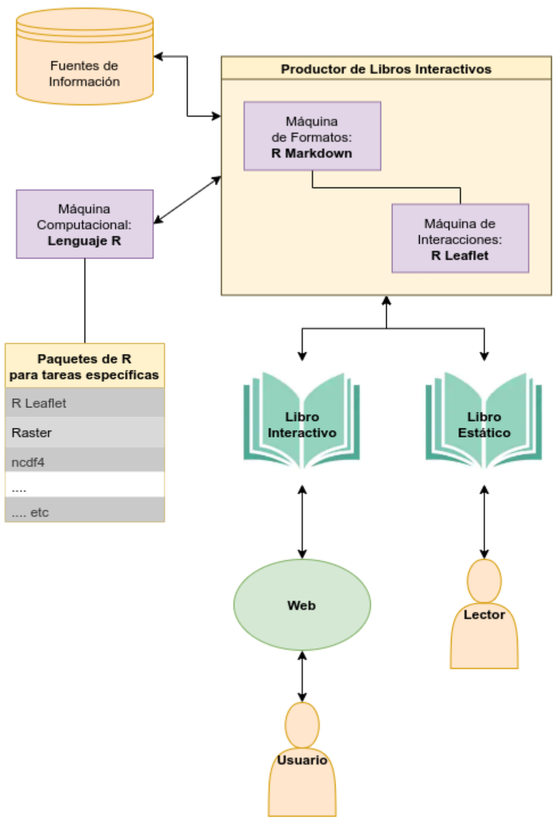


Figura 3. Arquitectura del Atlas.

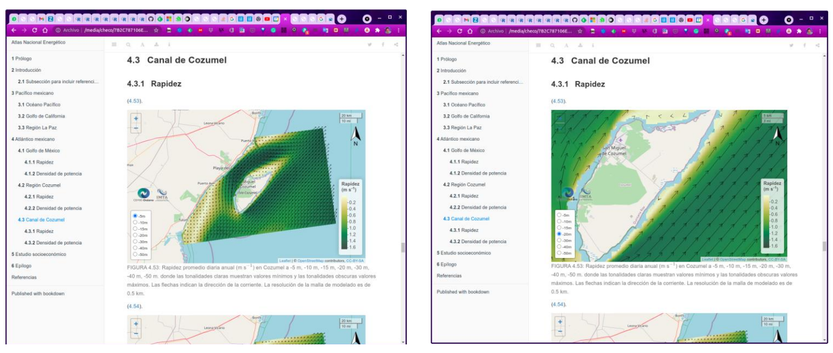


Figura 4. La versión interactiva del Atlas permite hacer acercamientos y escoger entre siete profundidades distintas.

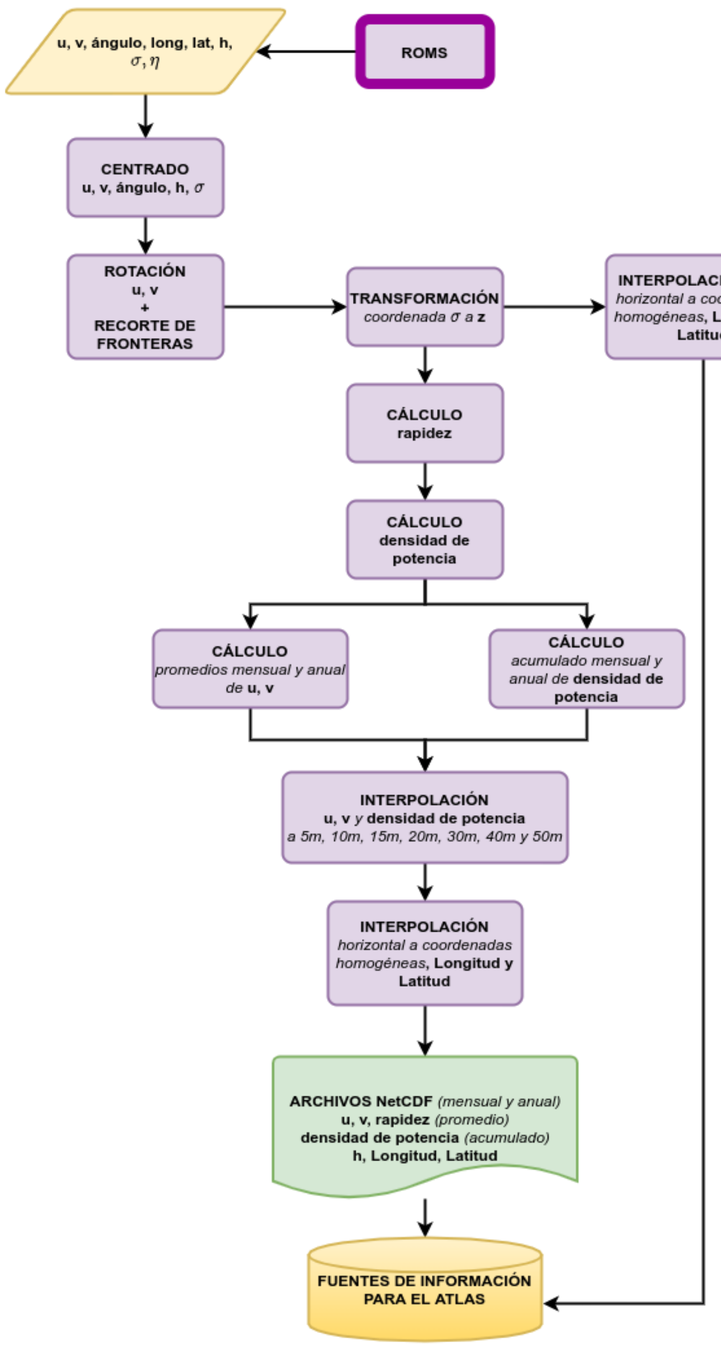


Figura 5. Transformaciones de la información para la alimentación del Atlas.

El módulo rector del sistema es la máquina de formatos (figura 3). Una vez definidos el contenido y la estructura del libro interactivo y una vez que este módulo los compila hacia el formato final, HTML, un buscador de internet cualquiera proveerá de los elementos interactivos para que el usuario final elija las opciones que le convengan, como se puede ver también en la figura 4.

El proceso descrito en el párrafo anterior se ilustra en la figura 6. Ahí se muestra, en la parte superior, el código fuente del documento en R-Markdown y, en la parte inferior la salida del proceso de compilación, esto es, el Libro Interactivo examinado mediante un browser de la red de Internet. El compilador de R-Markdown, identifica y ejecuta las invocaciones al lenguaje de programación R, y puede incorporar sus salidas al texto y arreglo final del libro interactivo. En el caso del ejemplo mostrado en la figura 6, la producción del mapa del Golfo de México está a cargo de la función, programada en R, VelMap(), que se encarga de interpretar la información contenida en un archivo NetCDF. Además, el mapa en cuestión es un objeto gráfico con el que se puede interacturar, mediante acercamientos (zoom), o el encendido o apagado de las capas correspondientes a la profundidad del golfo.

Finalmente, un aspecto no menos importante fue el diseño de las paletas de colores que entre otras cosas tomó en cuenta a las personas con dificultades visuales como se puede apreciar en la figura 7.

Figura 6. Proceso de producción del Atlas del Potencial Energético en Mares Mexicanos.

Figura 7. Prueba de las paletas de colores para personas con discapacidades visuales.