Resumen del Observatorio Bahía Cartagena:

Una plataforma en línea para el sistema oceanográfico de información y de alertas tempranas de la bahía de Cartagena

La interface para el manejo del sistema de oceanográfico de información y de alertas tempranas para la bahía de Cartagena ha sido implementado durante el año 2021. El 3 de diciembre 2021 se realiza un evento de lanzamiento para el uso público de esta primera versión de la plataforma con el fin de introducir la interface a los usuarios y conseguir su retroalimentación para la optimización continua del sistema. El sistema de modelación operacional y pronósticos ha sido desarrollado en colaboración con la Universidad de Algarve, Portugal, mientras la interface en línea ha sido desarrollada en colaboración con la entidad portuguesa sin ánimo de lucro Colab+Atlantic. La plataforma



http://bahiacartagena.omega.eafit.edu.co/

Plataforma del Observatorio Bahia Cartagena

Modelo MOHID

La interface es una herramienta en línea para visualizar los resultados de modelos hidrodinámicos y meteorológicos operando en tiempo real e incluyendo pronósticos de 3 días. El modelo hidrodinámico de interés principal es el MOHID, configurado específicamente para la bahía de Cartagena. El MOHID ha sido configurado, calibrado y validado con datos de monitoreo de la calidad de agua en la bahía de Cartagena, colectado entre 2014 y 2017, y publicado en la revista *Journal of Environmental Management*, lo cual avala la calidad del trabajo. Los resultados del modelo presentados en la interface hasta el momento son los resultados de corrientes (velocidad y dirección), temperatura y salinidad del agua, disponibles en la capa superficial, mediana y fondo.



Resultados del modelo MOHID de corrientes (izquierda), salinidad (centro) y temperatura (derecha) en aguas superficiales en tiempo real

El modelo tiene una alta resolución horizontal de 75 metros. En el eje vertical, el modelo es calculado para 22 capas verticales. Las primeras 7 capas verticales que ocupan los 5 metros superficiales del agua tienen un grosor fino de solo 70 cm por cada capa, y son de tipo sigma, lo cual significa que su grosor se comprime en zonas donde la profundidad completa sea menor a 5 metros. Las 15 capas restantes debajo de 5 metros profundidad tienen un grosor mayor que se incrementa con cada capa hasta llegar a la profundidad máxima de la bahía de 32 m. Para permitir una rapidez optima de la interfaz, solo se presentan los resultados de 3 capas en la plataforma: la capa superficial, una capa mediana que corresponde a 10 metros de profundidad, y una capa del fondo que corresponde a 20 metros de profundidad. En la figura abajo se presentan resultados de

salinidad en las capas medianas (10 m) y de fondo (20 m). Observase que hay partes de la bahía donde no aparecen datos, correspondiendo a zonas donde la profundidad no alcanza 10 o 20 metros. Notase también la diferencia en la salinidad observada dentro de la bahía donde la influencia de las aguas dulces del Canal del Dique resulta en una salinidad menor en comparación con la salinidad mayor en la zona exterior de la bahía donde la influencia es del mar.



Resultados del modelo MOHID de salinidad en la capa mediana de 10 m (izquierda) y capa del fondo de 20 m (derecha) en tiempo real

Los datos de velocidad se presentan de dos formas. La presentación de forma raster muestra la magnitud de los corrientes como colores, similar a la forma de presentar los resultados de temperatura y salinidad. Otra presentación de la velocidad es de forma vector, lo cual aparece como líneas blancas (streamlines) moviendo en la dirección del corriente, de esta manera mostrando la dirección del corriente y su magnitud simultáneamente.



Resultados del modelo MOHID de velocidad de aguas superficiales en tiempo real presentado como raster (color azul) y vector (lineas blancas)

Dentro de la bahía Cartagena, el sistema incluye también datos presentados como series de tiempo y como perfiles verticales para algunos puntos específicos que corresponden a las estaciones de monitoreo del Proyecto BASIC Cartagena. Los puntos de monitoreo se muestran como boyas en el mapa y aparecen como 2 productos en el menú de la izquierda. En las imágenes abajo se muestran ejemplos de una serie de tiempo y un perfil vertical para una estación especifica (B6). La serie de tiempo muestra la salinidad desde 29 agosto hasta los 3 días de pronóstico. El perfil muestra la temperatura desde la superficie hasta el fondo de la bahía un tiempo específico, en este caso el 22-noviembre-2021 a las 12:00. Los dos tipos de gráficas pueden ser generados para los variables de velocidad, temperatura y salinidad del agua, y permiten el usuario hacer zoom para enfocar en cualquier parte de los ejes horizontales o verticales.



Gráficas de series de tiempo (izquierda) y perfil vertical (derecha) generadas por el modelo MOHID en la estación de monitoreo B6.

Modelos Globales

Adicionalmente, el sistema cuenta también con datos del modelo global MERCATOR. Este modelo presenta resultados de velocidad, temperatura y salinidad en una manera similar a los datos de la bahía. Permite al usuario analizar tendencias oceanográficas en la zona mar afuera adyacente a la bahía de Cartagena, e igualmente permite una visualización de los resultados en cualquier parte del mundo, con datos diarios desde el año 2019 hasta un pronóstico de 10 días al futuro. El Observatorio de la Bahía Cartagena se ha desarrollado no solo como una herramienta de manejo ambiental para la bahía, sino también como una herramienta pedagógica utilizada para la educación pública e investigación, para lo cual estos datos globales contribuyen un valor significativo.



Resultados en tiempo real del modelo global MERCATOR mostrando la salinidad en la zona mar afuera ayacente a Cartagena.



Resultados en tiempo real del modelo global MERCATOR mostrando los corrientes en la zona sur-occidental del mar Caribe.



Resultados en tiempo real del modelo global MERCATOR mostrando la temperatura en los oceanos Atlántico y Pacífico.

Controles de Visualización

Todos los datos anteriores se encuentran alistados en el menú de Productos, en el lado izquierdo de la plataforma. Este panel del menú se puede abrir y esconder según la preferencia del usuario. Los diferentes productos pueden ser activados y desactivados con este menú. Por otra parte, hay un panel de visualización "Mostrar Datos" con el cual el usuario puede decidir cuál capa muestra encima, puede activar/desactivar modificar su visualización, У puede su transparencia. En este panel también se muestran las leyendas que asocian los colores de las capas raster con los valores de la variable.



Control Espacial

El manejo del mapa es bastante simple e intuitivo. Se puede mover arriba, abajo, derecho o izquierdo arrastrando con el mouse. Mientras uno el mouse encima mueve del mapa, las coordenadas geográficas del mouse aparecen en la parte bajo-derecha de la interfaz. Para acercarse o alejarse con el control de zoom, hay varias opciones: usando la rueda del mouse, usando los botones +/- en la parte derecha de la interfaz, o haciendo doble click sobre cualquier parte del mapa se acerca sobre este punto específico.



Control Temporal y Animaciones

Un panel inferior de la interfaz permite el usuario controlar la fecha y hora de los datos presentados, además de realizar animaciones a lo largo del tiempo. En la parte central superior del panel de tiempo, se encuentra la fecha y hora que actualmente está presentado. En el momento de abrir la interfaz, la fecha/hora será el presente. El usuario puede cambiar la fecha haciendo click sobre alguna fecha en la línea de tiempo inferior. Si el usuario despliega el panel para verlo en tamaño completo, se visualizan los datos disponibles de las capas activas en el mapa. El usuario puede modificar la fecha y hora a través de esta línea temporal arrastrando el mouse o con la rueda del mouse, fijándose en la línea azul centrada en el panel que indica la fecha/hora visualizada. La escala visible de la línea de tiempo puede ser ampliada o reducida utilizando los botones: 1-Hora, 3-Hora, 6-Hora, 1-Dia, 3-Días.

Adicionalmente, se puede visualizar las series temporales de datos por medio de una animación. Utilizando el botón "play" (\blacktriangleright) en la izquierda del panel temporal, se puede iniciar o pausar una animación. Se incluyen opciones de la rapidez de la animación (1x, 2x) además de la opción de visualizar la animación en reverse (-1x, -2x). Igualmente, hay botones para avanzar (>) y retroceder (<) la animación de forma manual.



Panel de control temporal (fecha/hora) en la parte inferior de la interfaz.

Datos Meteorológicos

El sistema incluye datos meteorológicos generados por el modelo regional NAM. Los datos se visualizan a través de una ventana que se abre con un botón en el panel superior de la interfaz. Los datos presentados incluyen los últimos 3 días del pasado y un pronóstico de los próximos 3 días al futuro. Las variables incluidas son la velocidad y dirección del viento, la precipitación, la temperatura del aire, la humedad relativa, y el tiempo general (sol, nubes, lluvia). Adicionalmente, se incluye una gráfica de las mareas generadas por el modelo global FES.



Datos meteorologicos y de mareas de los 3 días anteriores y 3 días futuros.

Herramienta de Derrames

Una herramienta muy útil para las autoridades de la bahía es el modelo de derrames. Es un modelo tipo Lagrangeano que hace parte de MOHID y pronostica la dispersión de partículas según las condiciones de hidrodinámica y meteorología. Se activa con un botón en el panel superior de la interfaz.

| 🛕 Não seguro 📋 bahiacartagena.om | ega.eafit.edu.co/?date=1633089600008x | imespan = 1d8zoom = 138xextent = -8429434,5669184%2C1150 | 592.4863385%2C-8392744 | .7933466%2C1169109.3564382&products=9009 | H3_User_Sh 🔞 |
|----------------------------------|---------------------------------------|--|--|---|------------------|
| gena Bay Observatory | O Onçãoy data | 🛓 🛓 9 Holyen 🤗 Shar | 1 | O Weather Form and A Oil Spill Calculator | |
| | | | And and a second se | | A REAL PROPERTY. |

Con este botón, se activa una ventana para manejar el modelo:



El usuario determina los datos de insumo para correr la simulación:

- 1. El usuario determina la ubicación del derrame haciendo click sobre el mapa o ingresando las coordenadas en el panel de control.
- 2. El usuario determina la fecha y hora de inicio y final de la simulación, hasta una duración máxima de 4 días por simulación. Nota que la simulación es posible siempre que haya datos de MOHID (30 días pasados y 3 días futuros del momento actual). En el caso que existe un vacío de datos dentro del rango seleccionado, el modelo avisará que hubo un error por la disponibilidad de datos.
- 3. El usuario ingresa un nombre para su simulación.

- 4. Cuando todos los parámetros son ingresados, el usuario hace click sobre "Ejecutar". El modelo requiere entre 1 y 4 minutos para realizar la simulación, dependiendo del rango de las fechas seleccionadas para la simulación, mientras la palabra "Procesando" aparece en la ventana.
- Cuando termina, en el caso exitoso, aparecerá el texto "Mostrando Resultado" y una nueva capa será disponible al fondo del menú de Productos.



- 6. Luego de finalizar la simulación, el usuario puede visualizar el movimiento de las partículas en el mapa a través del tiempo. Hay que ajustar la fecha y hora en el panel de control temporal en la parte inferior de la interfaz para ubicarse al inicio de los resultados. El modelo de derrames genera resultados con una frecuencia de cada 30 minutos.
- 7. Nota que cuando las partículas llegan a la línea de costa, se desparecen, porque se supone que se estancan en la costa; igualmente, cuando las partículas salen del dominio del modelo MOHID en el mar afuera, se desaparecen también. En estos casos, los resultados de la simulación serán disponibles hasta el momento que desaparecen las partículas.



Resultados del modelo de derrames mostrando la dispersión de particulas en el tiempo.

Adicionalmente, el usuario puede descargar los resultados de su simulación de derrames con un botón que aparece activo al fondo de la ventana de la herramienta de derrames que dice "Descargar resultados". Se descarga un archivo tipo KML que el usuario puede mirar en Google Earth y guardar para su referencia futura.



Opción de descargar los resultados del calculador de derrames como archivo KML.



Visualización de resultados (archivo KML) en el programa Google Earth del trayectorio de particulas simuladas con el calculador de derrames.

Visualización con telefono movil

La plataforma del Observatorio Bahía Cartagena ha sido desarrollada para ser compatible con teléfonos móviles para su visualización y funcionamiento completo. Los usuarios pueden acceder todos los datos, pronósticos y herramientas de la plataforma a través del navegador de su teléfono móvil entrando por la dirección del sitio web. El funcionamiento con teléfono móvil incluye todos los resultados del MOHID-Cartagena y del modelo global Mercator (datos pasados y pronostico futuro), manejo de zoom para visualizar todas las escalas disponibles, control de la línea de tiempo y visualización de animaciones, control de la visualización de datos y sus leyendas, panel de pronósticos meteorológicos, acceso al calculador de derrames y sus resultados.



Presentación de la plataforma a traves de telefono movil, mostrando el acceso de resutlados en tiempo real y el acceso al menu de productos.



Presentación de la plataforma a traves de telefono movil, mostrando el acceso al control del tiempo, ventana de visualización y control de zoom para la escala local y global.



Presentación de la plataforma a traves de telefono movil, mostrando el acceso al pronostico del tiempo y la herramienta de derrames.