

Sesión Especial

Oceanografía física del Golfo de México y Mar Caribe

Organizadores:

Julio Candela Pérez

Paula Pérez Brunius

José Luis Ochoa de la Torre

SE16-1

LA HISTORIA DE DOS ESTRECHOS

Candela Julio, Ochoa José Luis, Sheinbaum Julio, López Mariscal Manuel, Pérez Brunius Paula y Pallás Sanz Enric
CICESE
jcandela@cicese.mx

Dos años (07/2012 a 07/2014) de observaciones de corriente a través del Canal de Yucatán y del Estrecho de la Florida (@ ~81grados W) miden, por primera vez, el intercambio simultáneo del Golfo de México con el Mar Caribe y el Océano Atlántico adyacentes. El transporte medio observado para el primer año (07/2012-06/2013) en las dos secciones es de alrededor de 25 Sv (Sverdrup = $10^6 \text{ m}^3/\text{s}$). Esto implica un transporte medio de por lo menos 5 Sv fluyendo por el exterior del Golfo de México para igualar el transporte medio de ~31 Sv medido históricamente en la sección del cable entre Florida y las Bahamas. Los transportes horarios observados, incluyendo mareas, dan un máximo de 61 Sv hacia el Golfo de México y un mínimo de 13 Sv hacia el Mar Caribe a través del Canal de Yucatán, mientras que en el Estrecho de la Florida se observan un máximo de 41 Sv y un mínimo de 2.3 Sv, ambos hacia el Océano Atlántico. Las anomalías de transporte extremas en ambos estrechos están relacionadas con eventos meteorológicos y con el comportamiento de la Corriente del Lazo en el interior del Golfo de México.

SE16-2

EL CANAL DE YUCATÁN: UNA DINÁMICA MÁS COMPLEJA DE LO PREVISTO

Athié Gabriela, Sheinbaum Julio, Ochoa José Luis y Candela Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
g_athie@hotmail.com

El flujo que cruza la zona Oeste del Canal de Yucatán (definido al Oeste de 85.6W) representa alrededor del 90% del transporte total de dicho canal; sin embargo, el análisis de 4 años de mediciones de velocidad en esta zona, muestra una correlación inversa significativa ($r < -0.6$) entre el transporte al Este y al Oeste de 85.6W, es decir, periodos de intensificación de la Corriente de Yucatán (flujo hacia el Golfo) se relacionan con periodos donde la Contracorriente Cubana (flujo hacia el Caribe) se intensifica. A pesar de que el transporte promedio es 8 veces mayor en el lado Oeste, con respecto al lado Este del canal, las anomalías presentan una amplitud comparable en ambos extremos (alrededor de 4 Sv). Lo anterior revela una compensación del flujo entre ambos lados del canal, mostrando la importancia de considerar la dinámica en el extremo cubano. Estos resultados son comparados con la variabilidad del transporte calculado al Norte y al Sur del Estrecho de Florida, con el fin de investigar si dicha dinámica abarca ambos canales.

SE16-3

CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA VERTICAL DE LOS REMOLINOS DE MESOESCALA EN EL GOLFO DE MÉXICO

Sosa Gutiérrez Elva Rosmery¹, Pallás Sanz Enric¹, Candela Julio¹ y Chaigneau Alexis²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Institut de Recherche pour le Développement
esososa@cicese.edu.mx

La estructura vertical (termohalina y dinámica) típica de los remolinos anticiclónicos (rACs) y remolinos ciclónicos (rCs) de mesoescala ubicados en el Golfo de México (GOM) es obtenida con una combinación de mapas diarios de anomalías del nivel del mar (altimetría satelital) y perfiles verticales horarios de velocidad horizontal, temperatura y salinidad medidos en 32 anclajes del grupo CANEK durante el periodo de Noviembre del 2007 a Noviembre del 2012. Se utiliza un método de detección de remolinos para identificar la periferia y centro (Chaigneau et al. 2009). Se han construido compuestos de remolinos generados en dos regiones diferenciales: (i) el sistema de la corriente del lazo (CL) donde se desprenden rACs cálidos que se propagan hacia el Oeste y (ii) el Oeste del GOM donde arriban dichos rACs y se generan nuevos localmente; siendo ambas, regiones de generación de rCs. Las trayectorias observadas de los remolinos indican que los rCs permanecen cerca de sus regiones de generación. Los compuestos de la CL se obtuvieron con 9 anclajes y los compuestos del Oeste del GOM con 23 anclajes. Los rACs de la CL (rACs del Oeste del GOM) tienen el núcleo de temperatura a $z = -350\text{m}$ ($z = -220\text{m}$) con anomalías máximas de $+3^\circ\text{C}$ ($+2.2^\circ\text{C}$); y el núcleo de salinidad tiene profundidades y anomalías máximas de 450m (400m) y 0.4ppm (0.26ppm). Por otro lado, comparaciones entre rCs de la CL y rCs del Oeste del GOM muestran el núcleo de temperatura a la misma profundidad para ambos ($z = -190\text{m}$) pero los rCs de la CL tienen anomalías de temperatura ~3.4 veces mas intensas; la salinidad de los rCs de la CL (rCs del Oeste del GOM) tienen una anomalía máxima de 0.3ppm (1.1ppm) y se localiza a la profundidad de 250m (200m). La rapidez máxima de los rACs y rCs de la CL y del Oeste del GOM son similares con valores entre 0.52-0.6m/s y 0.18-0.22m/s respectivamente. Los resultados muestran diferencias significativas entre los compuestos de las dos regiones estudiadas con una reducción del campo de velocidad y del máximo de salinidad y temperatura de los remolinos del Oeste del GOM con respecto a los remolinos del sistema de

la CL. Aunque no podemos identificar las diferentes fuentes de turbulencia con la construcción de remolinos promedio, especulamos que la erosión observada debe ser atribuida a una combinación de: (i) mezcla vertical de masas de agua de los remolinos (con características Caribeñas) con las aguas comunes del GOM (mas frías y salinas), (ii) la interacción entre remolinos, e (iii) interacción ondas-remolinos. Trabajo futuro se debe ser enfocado a la identificación de los mecanismos que modifican las características de los remolinos de la CL y los remolinos del Oeste del GOM.

SE16-4

CORRIENTES ANTE EL CHOQUE DE REMOLINOS EN EL TALUD OCCIDENTAL DEL GOLFO DE MÉXICO

Ortiz Lenna O. y Ochoa José Luis
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
lortiz@cicese.edu.mx

Utilizando datos obtenidos de 2008 a 2013 en un conjunto de 14 anclajes distribuidos en el Golfo de México, localizados entre 19° a 26° N y 92° a 96° W en las isobatas de 130 y 500 m, se obtuvieron perfiles de temperatura y velocidad que se analizaron con la perspectiva de la interacción de anticiclones contra la topografía. También se utilizaron datos de AVISO para localizar el remolino y establecer la posición relativa a los anclajes. Estudios teóricos indican la generación de flujos hacia el sur durante la interacción de estos anticiclones con la topografía. Esta presentación se enfoca en 9 remolinos desprendidos de la Corriente del Lazo, que son medidos simultáneamente en varios anclajes durante el periodo total de su interacción con el talud. El corte vertical para un remolino en aguas profundas es típicamente menor que 0.001 1/s, mientras que, cuando hay interacción remolino-topografía, el corte está en un rango mayor de 0.0015 – 0.004 1/s. Observamos que este aumento del corte es notorio durante el choque y más generalizado que la formación de flujos hacia el sur, que también se miden.

SE16-5

DESCRIPCIÓN DE LA CIRCULACIÓN EN LA PLATAFORMA OCCIDENTAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y SU RELACIÓN CON EL VIENTO

Gutiérrez Villanueva Manuel O., López Mariscal Manuel y Candela Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
gvillanuma@hotmail.com

Se hace una descripción preliminar de la circulación en la plataforma occidental del Golfo de México en base a datos de corrientes de anclajes a 130 y 500 m y de una boya anclada a 80 m. En promedio, se observa una corriente hacia el norte alineada a la batimetría entre 22° N (ARE) y 25° N (PER), donde en 24° N (LMP) se observan las mayores velocidades de corriente alcanzando velocidades máximas $>1 \text{ m s}^{-1}$ durante primavera-verano. La amplitud y varianza explicada por el ciclo anual de las corrientes es máxima cerca de la superficie con valores de 0.25 ms^{-1} y 25%, respectivamente, mientras que la fase ocurre en Mayo. El primer modo empírico de los anclajes a 130 m y de la boya a 80 m ubicada en 24° N (CS1) explica alrededor de 80% de la varianza total y muestra un perfil cuasi barotrópico de las corrientes, alcanzando velocidades $\sim 1.0 \text{ m s}^{-1}$ hacia el Norte durante primavera-verano para los anclajes al norte de ARE. Las correlaciones entre el primer modo empírico de las corrientes en LMP y ARE a 130 m y CS1 muestra que la correlación máxima es de 0.80 y 0.55, respectivamente, y muestra la existencia de una corriente entre los 22° N y 24° N que fluye hacia el norte durante primavera-verano a lo largo de la costa. Estudios previos sugieren al rotacional del esfuerzo del viento y, recientemente, al esfuerzo del viento local a lo largo de la costa como agentes forzantes de esta corriente. Promedios mensuales climatológicos del rotacional del viento muestran que se establece una zona de rotacional positivo a lo largo de la costa desde PER hasta la península de Yucatán en Abril-Agosto, con máximos valores en Julio. El primer modo empírico del rotacional del esfuerzo del viento explica mayor varianza ($>50\%$) cerca de la costa entre 22° N y 25° N, asociada a valores de rotacional negativo en otoño-invierno y principios de primavera. El promedio del transporte de Sverdrup integrado zonalmente en todo el golfo muestra transporte hacia el sur (norte) por arriba (debajo) de 22° N.

SE16-6

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA CERCANA A LA INERCIAL EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE MÉXICO

García Gómez Beatriz Ixetl, Pallás Sanz Enric y Candela Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
bgarcia@cicese.edu.mx

Las ondas inercio-gravitatorias (OIGs) son corrientes rápidas y de pequeña escala muy importantes en la mezcla vertical del océano interior. Las oscilaciones inerciales (Ois), generadas en la capa de mezcla por el esfuerzo del viento, son las OIGs de menor frecuencia, mayor energía cinética, y rotan con frecuencia inercial f. Existen pocos trabajos en literatura sobre las Ois en las aguas Mexicanas del Golfo de México (GoM) principalmente debido a la falta de datos in situ. El objetivo principal de este trabajo es describir la distribución espacial y temporal de la energía cinética

(KEI) de las ondas cercanas a las inerciales (OCIs) en el suroeste del GoM con datos de velocidad horizontal medida con correntímetros acústicos instalados en 30 anclajes ubicados entre los 90° y 98° W y los 18°-26° N durante el periodo de septiembre de 2008 a septiembre de 2012. Las componentes horizontales de las corrientes cercanas a las inerciales (u', v') se han obtenido con un filtro pasa banda butterworth en la banda frecuencial [0.9 – 1.1] f. La mayor cantidad de KEI superficial (<66 m), promediada durante los 4 años, se observó entre los 94°-96° W y alrededor de los 22° N; mientras que la menor cantidad de energía ocurre en los anclajes mas someros. Los promedios temporales indican que la estación con mayor (menor) KEI es la de invierno (verano). El porcentaje de `eventos inerciales' durante el periodo de estudio también fue máximo durante el invierno con un valor mayor al 30%. Se ha calculado el trabajo realizado por el viento sobre las OCIs utilizando vientos North American Regional Reanalysis (NARR). En promedio, la distribución horizontal del flujo de energía a las OCIs coincide con la distribución horizontal promedio de la KEI y tiene una estacionalidad similar; máximo (mínimo) en invierno (verano). Específicamente, la componente meridional del trabajo es la mas importante lo cual sugiere que los pulsos de viento que generan las OCIs son eventos "Nortes" que tienen una fuerte componente noroeste-suroeste como muestran las elipses de variabilidad.

SE16-7

VARIABILIDAD ESTACIONAL DE LA CIRCULACIÓN INDUCIDA POR VIENTO EN EL GOLFO DE CAMPECHE.

Cordero Quirós Nathali, Pérez Brunius Paula, Sheinbaum Julio y Herguera Juan Carlos
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
ncordero@cicese.edu.mx

El Golfo de Campeche (GC) se caracteriza por la presencia de un giro ciclónico semi-permanente. Anteriormente se ha sugerido que la circulación de este giro presenta variaciones estacionales que están en fase con los cambios de signo del rotacional del esfuerzo del viento, intensificándose en invierno y atenuándose en verano. Otros estudios han demostrado que el giro promedio circula a lo largo de contornos geostróficos cerrados y que la velocidad conserva su dirección hasta más de 1000 m de profundidad. Lo anterior sugiere que el giro de Campeche es un flujo equivalente barotrópico que conserva vorticidad potencial. Además de las variaciones estacionales en la intensidad del giro, estudios previos muestran que éste presenta cambios en su tamaño, forma, posición e intensidad a lo largo del año, independientes de la estación. Se atribuye esta variabilidad a la interacción del giro con remolinos provenientes de la Corriente del Lazo. En el presente trabajo se utiliza un balance de vorticidad para un flujo barotrópico equivalente para modelar el transporte del giro utilizando al viento como forzamiento y a la fricción de fondo como efecto de disipación, comparándolo con el transporte estimado por altimetría satelital con el transporte observado por dos anclajes localizados en la región del giro de Campeche. Las correlaciones observadas confirman que el giro de Campeche es principalmente geostrófico, y que la aproximación de flujo barotrópico equivalente es apropiada. El transporte modelado mostró una mayor correlación con el transporte observado por el anclaje localizado al suroeste del GC (0.58) que con el anclaje en la zona oriental del giro (0.35). Esto sugiere que el viento no es suficiente para explicar la variabilidad estacional de la circulación del GC. Los cambios que experimenta el giro debido a su interacción con remolinos provenientes del norte del Golfo de México nos lleva a pensar que debemos tomar en consideración el flujo horizontal de vorticidad de los remolinos para optimizar el modelo. En el poster titulado "Balance de vorticidad para un flujo barotrópico equivalente sobre contornos geostróficos cerrados" se explican el desarrollo de la ecuación de conservación de vorticidad potencial para un flujo barotrópico partiendo de las ecuaciones de momentum, y el cálculo de la difusión lateral de vorticidad a partir de los esfuerzos de Reynolds estimados con datos de altimetría.

SE16-8

CONECTIVIDAD DEL GOLFO DE CAMPECHE CON EL RESTO DEL GOLFO DE MÉXICO A PARTIR DE DATOS LAGRANGIANOS REALES Y SIMULADOS.

Rodríguez Outerelo Javier¹, Pérez Brunius Paula² y Herzka Sharon²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²CICESE
outerelo@cicese.edu.mx

Con el objetivo de conocer la conectividad superficial del golfo de Campeche con el resto del golfo de México, se han utilizado los datos horarios de boyas de deriva lanzadas mensualmente desde septiembre del 2007 hasta enero de 2014 en cinco puntos del Golfo de Campeche, ubicados entre los 21 y 19 grados de latitud norte y entre los 93 y 97 grados de longitud oeste. Paralelamente, con la intención de comprobar si se pueden usar datos de altimetría para conocer la conectividad, se han simulado las trayectorias de las boyas de deriva desde su posición y tiempo inicial de lanzamiento, integrando el campo geostrófico correspondiente derivado de datos de altimetría. El área de estudio se dividió en 6 regiones (golfo de Campeche, golfo de México occidental, central, oriental, noroeste y noreste). Los resultados demuestran que la región de Campeche posee una alta capacidad de retención. El 35% de las boyas se retuvieron en dentro del golfo de Campeche en comparación con 60% de las partículas transcurridos 100 días de su lanzamiento, lo cual indica que la simulación sobreestima la retención. La salida principal de las boyas y partículas

desde el golfo de Campeche fue a la región oeste. Las boyas alcanzan en menor tiempo la región Noroeste (luego de 70 días arribaron el 20 % de las boyas y el 5 % de las partículas). A pesar de estas diferencias, el comportamiento general de los porcentajes de boyas y partículas para cada una de las regiones de estudio es similar, por lo que el uso de altimetría es válido como primera aproximación para el estudio de la conectividad superficial del golfo de Campeche con el resto de regiones del golfo de México, tomando en cuenta las diferencias arriba mencionadas. Por último, se presentarán resultados preliminares de otro experimento en el que se lanzarán 1000 partículas cada mes en la zona de lanzamiento de las boyas de deriva y serán sujetas a advección por las corrientes geostróficas derivadas de altimetría. Esto permitirá explorar si hay diferencias estacionales en los patrones de conectividad superficial del golfo de Campeche con el resto del sistema.

SE16-9 CARTEL

CICLO ESTACIONAL DE LA CORRIENTE DE YUCATÁN

Athié Gabriela, Sheinbaum Julio, Romero-Arteaga Angélica, Ochoa José Luis y Candela Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
g_athie@hotmail.com

Se investigó el ciclo estacional del transporte a través del Canal de Yucatán a partir de 4 años de observaciones de velocidad (1999-2001, 2010-2011 y 2012-2013), mostrando un comportamiento anual. Mientras que 7 años de mediciones solamente en el lado Oeste del Canal de Yucatán (1999-2001, 2008-2013), mostraron una variabilidad de baja frecuencia diferente en la Corriente de Yucatán, confinada a esta zona del canal. Estos resultados difieren de lo observado recientemente a partir de modelos numéricos, quienes reportan un ciclo semianual dominante para el transporte total en el Canal de Yucatán. Dichos resultados fueron corroborados utilizando un proxy del transporte en el canal, basado en 20 años (1993-2013) de anomalías del nivel del mar de AVISO. El ciclo estacional tanto de la Corriente de Yucatán en la zona Oeste, como el del transporte total, son comparados con el rotacional del esfuerzo del viento en el Caribe y observaciones en el estrecho de Florida.

SE16-10 CARTEL

CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES DE LOS REMOLINOS DE MESOESCALA DEL GOLFO DE MÉXICO CON UN MÉTODO DE DETECCIÓN BASADO EN ALTIMETRÍA SATELITAL

Sosa Gutiérrez Elva Rosmer¹, Pallàs Sanz Enric¹, Candela Julio¹ y Chaigneau Alexis²
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Institut de Recherche pour le Développement
esososa@cicese.edu.mx

La anomalía del nivel del mar (ANM) obtenida remotamente con altimetría satelital (Ssalto/Duacs multimission altimeter products) es usada para la caracterización y seguimiento de los remolinos de mesoescala (anticiclónicos/cálidos y ciclónicos/fríos) ubicados en el Golfo de México (GOM) siguiendo el método de Chaigneau et al. (2009). Los remolinos anticiclónicos (rACs) y ciclónicos (rCs) de mesoescala son identificados como ANM positivas y negativas, respectivamente. El método de identificación y seguimiento utilizado se basa en la localización del centro de los remolinos asociado con las anomalías locales máximas (mínimas) del nivel del mar. Para cada centro, el algoritmo busca contornos cerrados de ANM con un incremento de 0.1cm. El contorno cerrado mas externo, rodeando el centro considerado, corresponde a la periferia del remolino. Para cada remolino individual, y para cada instante de tiempo, se calcula con los mapas de altimetría el radio correspondiente a un remolino circular con la misma área y la amplitud medida como la diferencia de la ANM del centro y la ANM promediada a lo largo de la periferia del remolino; y con la velocidad geostrófica derivada de la altimetría, se calcula la energía cinética (EC) promedia normalizada por el área y la vorticidad vertical. Finalmente se calcula la trayectoria de los remolinos siguiendo el centro de los mismos, utilizando un radio de búsqueda de 150km, entre dos mapas altimétricos separados 1 semana. En base a este método se muestran las estadísticas de las características de los rACs y rCs, sus trayectorias preferenciales, y tiempos de vida. Los resultados muestran que tanto rACs como rCs tienen características similares con valores mas frecuentes de ~50km de radio, ANM de 5-10cm, EC de ~0.05m²/s², y vorticidad vertical de ~5x10⁻⁶ s⁻¹. Esto sugiere, a su vez, que los rACs y rCs más comunes del GOM tienen mecanismos de generación parecidos. Finalmente se muestra que las trayectorias preferenciales de los rACs es hacia el oeste y ocurre entre 23N-24N; mientras que los rCs no tienen una dirección de propagación preferencial y permanecen cerca de las regiones de generación.

SE16-11 CARTEL

CARACTERÍSTICAS DE LAS ONDAS CERCANAS A LAS INERCIALES EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE MÉXICO

García Gómez Beatriz Ixetl, Pallàs Sanz Enric y Candela Julio
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 bgarcia@cicese.edu.mx

Las ondas inercio-gravitatorias (OIGs) son corrientes rápidas y de pequeña escala muy importantes en la mezcla vertical del océano interior. Las oscilaciones inerciales (OIs), generadas en la capa de mezcla por el esfuerzo del viento, son las OIGs de menor frecuencia, mayor energía cinética, y rotan con frecuencia inercial f . Para que la frecuencia intrínseca de una OI se modifique y exista propagación vertical, se han propuesto diversas causas en literatura entre las cuales las más importantes son: (a) el efecto Doppler, causado por la interacción del tren de ondas y las corrientes ambientales y/o (b) la vorticidad vertical que desplaza la frecuencia inercial f a una frecuencia denominada frecuencia efectiva. Existen pocos trabajos en literatura sobre las características de las ondas cercanas a las inerciales (OCIs) en las aguas Mexicanas del Golfo de México (GoM) principalmente debido a la falta de datos in situ. El objetivo principal de este trabajo es describir las características, y los mecanismos de propagación vertical, de las OCIs ubicadas en el suroeste del GoM con datos de velocidad horizontal medida con correntímetros acústicos instalados en 30 anclajes ubicados entre los 90° y 98° W y los 18° - 26° N durante el periodo de septiembre de 2008 a septiembre de 2012. Se exploraron las características de los paquetes de OCIs: frecuencia, longitud de onda, velocidad de grupo, energía cinética, etc.; así como el efecto de la vorticidad ambiental en la propagación vertical de los paquetes de OCIs. De los eventos seleccionados se encontraron escalas horizontales y verticales típicas de ~ 200 km y ~ 300 m, con una velocidad de grupo vertical de ~ 60 m/día, y energía cinética máxima del orden de 10 - 2 m^2/s^2 . La frecuencia Euleriana de los paquetes de OCIs profundos se encontró típicamente entre un 5%-10% alrededor de f . De acuerdo con la teoría, los resultados muestran una mayor (menor) propagación vertical de las OCIs dentro de anticiclones (ciclones) y una amplificación de la energía en la base de los anticiclones ($z \sim 800$ - 1000 m). El trabajo futuro debe ser encaminado en la estimación de la mezcla vertical debida a la rotura de OCIs atrapadas en la base de los remolinos anticiclónicos ubicados en el GoM.

SE16-12 CARTEL

BALANCE DE VORTICIDAD PARA UN FLUJO BAROTRÓPICO EQUIVALENTE SOBRE CONTORNOS GEOSTRÓFICOS CERRADOS.

Cordero Quirós Nathalí, Pérez Brunius Paula y Sheinbaum Julio
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 ncordero@cicese.edu.mx

El giro ciclónico de Campeche presenta coherencia vertical a profundidades por debajo de los 1000 m y confinamiento topográfico a la región definida por contornos geostrofos cerrados. Estas características permiten implementar un balance de vorticidad para modelar su circulación. En el trabajo titulado "Variabilidad estacional de la circulación inducida por viento en el Golfo de Campeche" se utiliza un balance de vorticidad para un flujo barotrópico equivalente forzado por el viento y la fricción en el fondo para estimar el transporte de primer orden a lo largo de contornos geostrofos cerrados. Se llegó a la conclusión de que las diferencias entre el modelo y lo observado pueden deberse a no haber incluido en el balance la difusión lateral de vorticidad inducida por la interacción del giro con remolinos provenientes del norte del Golfo de México, en particular los remolinos anticiclónicos desprendidos del Lazo. En esta sección se presenta el desarrollo de la ecuación de balance de vorticidad para un flujo equivalente barotrópico sobre contornos geostrofos cerrados, partiendo de las ecuaciones horizontales de momentum. El transporte está dado por el balance de primer orden en el que no hay advección de vorticidad y por lo tanto el flujo puede expresarse como una función de los contornos geostrofos. En la primera aproximación se utilizan las componentes del esfuerzo del viento y de la fricción de fondo a lo largo de cada uno de los contornos geostrofos sin tomar en cuenta la difusión lateral de vorticidad. En la segunda parte se realizó una estimación del flujo de vorticidad inducido por remolinos de meso-escala provenientes del Golfo de México. Estos remolinos son considerados como desviaciones del flujo promedio que se expresan en el balance de vorticidad como la integral de línea sobre los contornos geostrofos cerrados de la divergencia de los esfuerzos de Reynolds. Se utilizaron anomalías del nivel del mar para estimar la contribución del término de difusión lateral de vorticidad a la variabilidad del transporte del giro de Campeche.

SE16-13 CARTEL

TRAYECTORIAS SINTÉTICAS DE TRAZADORES A PARTIR DE DATOS DE ALTIMETRÍA EN EL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO

Rodríguez Outerelo Javier y Pérez Brunius Paula
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 outerelo@cicese.edu.mx

Con el fin de obtener trayectorias sintéticas de trazadores liberados en el sur del golfo de México, se ha desarrollado una metodología utilizando el campo de velocidades geostrofos derivadas de datos de altimetría. Estos datos se encuentran en una malla de 0.25° de resolución espacial y 7 días de resolución temporal. Se realizó una integración Runge-Kutta de orden 4 del campo velocidad euleriano, empleando un intervalo de integración de 3 horas por un periodo de 100 días. Se implementó una máscara de tierra que sigue la isóbata de 50 metros para evitar incurrir en los errores asociados a datos satelitales en zonas cercanas a la costa. La velocidad en los puntos de malla correspondientes a la máscara de tierra se le asigna un valor de cero por motivos computacionales, generando una capa límite artificial con velocidades bajas en los puntos de malla cercanos a la costa. La trayectoria de las partículas se corta y elimina bajo el criterio de que "han llegado a tierra", utilizando dos métodos diferentes: (1) la partícula es adveccionada con una velocidad inferior a 0.001 cm/s, y (2) la partícula se ubica a una distancia menor a 0.25° de la máscara de tierra. El segundo criterio resultó ser el mejor ya que evitó que las partículas queden retenidas o atrapadas en la capa límite artificial, y permitió obtener porcentajes de partículas en función del tiempo comparables a los de las boyas de deriva lanzadas en el Golfo de Campeche. La comparación visual de las trayectorias sintéticas con las trayectorias de boyas de deriva presentes en el golfo de México demuestra que el uso de velocidades geostrofos obtenidas de datos de altimetría es una buena opción para reproducir el comportamiento general del movimiento superficial a gran escala de trazadores lagrangianos. Se discutirán las fortalezas y debilidades de esta estrategia y se señalarán sus aplicaciones potenciales.