

Sesión Regular

Oceanología

Organizadores:

Francisco J. Ocampo

Jorge Zavala

David Salas de León

Emilio Beier

OCE-1

DIFERENCIAS HIDROGRÁFICAS EN OTOÑO E INVIERNO DEL 2013 EN LITORAL NORTE DE PERÚ

Sandoval Hernandez Erika¹ y Whittembury Bianchi Renzo²

¹Universidad de Guadalajara

²Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
akiresanher@yahoo.com.mx

El presente trabajo muestra las observaciones hidrográficas realizadas dentro del litoral de Perú para la región norte. Las mediciones fueron dentro del área los 5°S hasta los 14°S y entre las longitudes de 77°O a 85°O. Los datos se obtuvieron de mediciones por medio de CTD para el periodo de otoño (del 22 de abril al 30 de mayo) e invierno (del 15 de agosto al 06 septiembre) del 2013, realizando lances en transectos perpendiculares a la costa a partir de los 9.26 km hasta 370.4 km. Los datos indican que en otoño las temperaturas superficiales varían de 16°C a 22°C y la salinidad cambia en un rango de 35.0 psu a 35.4 psu. En invierno se observa una disminución de las temperaturas superficiales y salinidad entre los 14.5°C a 22.5°C y 33.7 psu a 35.17 psu respectivamente. En otoño la temperatura superficial va incrementando hacia el Norte en cambio para invierno las bajas temperaturas predominan en casi toda la región de muestreo, excepto en la región del transecto realizado en la parte más al Norte de Perú. Los mapas horizontales a lo largo del litoral Norte de Perú muestran la presencia de surgencias en invierno.

OCE-2

EXPORTACIÓN DE PRODUCCIÓN DE CALCITA POR COCOLITÓFOROS Y FORAMINÍFEROS EN CUENCA ALFONSO, BAHÍA DE LA PAZ

Rochín Heriberto¹, Aguirre Bahena Fernando¹, Cortés Martínez Mara Yadira² y Bollmann Jörg³

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS

³University of Toronto

rochin_h11@hotmail.com

Se sabe que el incremento de CO₂ antropogénico hacia la atmósfera ocasiona un desequilibrio ambiental, por ello es de interés comprender qué sucede con el ciclo del carbono (atmósfera-océano) y particularmente, conocer el papel que juegan los organismos calcáreos (cocolitóforos y foraminíferos) dentro de dicho ciclo. Así, el objetivo de este trabajo es cuantificar la contribución de calcita por cocolitós y foraminíferos para determinar el principal grupo aportador de CaCO₃, identificando también, posibles factores que modifican sus flujos. Por medio de una trampa de sedimentos Technicapp (PPS-3), anclada a 300 m de profundidad, en la parte más profunda de la cuenca, se colectaron 12 muestras a una resolución mensual (sep-2011-sep-2012). El CaCO₃ fue analizado vía coulómetro y los conteos de organismos, >1000 µm, mediante un estereoscopio para los foraminíferos y un microscopio electrónico de barrido para los cocolitós. El flujo de CaCO₃ total, mostró valores mínimos (10 mg m⁻² d⁻¹) a finales de invierno-primavera y máximos (340 mg m⁻² d⁻¹) en otoño-invierno. El flujo total de foraminíferos planctónicos mostró un patrón estacional con flujos mínimos (20 testas m⁻² d⁻¹) en jun-sep-2012 y máximos (1956 testas m⁻² d⁻¹) en ene-abr-2012, contribuyendo estos con un 3% del CaCO₃ total. Por otro lado, el flujo de cocolitóforos registró valores mínimos (3x10⁶ cocolitos m⁻² d⁻¹) en ago-sep-2012 y máximos (1390x10⁶ cocolitos m⁻² d⁻¹) en sep-oct-2011, representando en promedio un 4% del CaCO₃ exportado a la trampa, mostrando que la exportación de producción de cocolitós, para este periodo, es muy baja en comparación con años anteriores. El porcentaje restante de CaCO₃, para el año muestreado, estuvo conformado por foraminíferos > 63 µm y restos de testas, así como por pterópodos, bivalvos, ostrácodos y foraminíferos bentónicos, reflejando, este último grupo, un posible evento de redispersión de material hacia la trampa. La estimación de calcita exportada reflejó que Globorotalia menardi, Pulleniatina obliquiloculata y Gephyrocapsa oceanica fueron las principales especies de foraminíferos y cocolitóforos contribuidoras de calcita en la cuenca; las cuales podrían aportar futuras pistas de carácter paleoceanográfico y paleoclimático en la bahía.

OCE-3

REMOLINOS SUBSUPERFICIALES EN LA ZONA DEL MÍNIMO DE OXÍGENO DE LA CUENCA SAN QUINTÍN

Gómez Valdés José, Torres Héctor S. y Zavala Sansón Luis
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
jgomez@cicese.mx

En oceanografía es importante estudiar las estructuras cerradas, por ejemplo los remolinos oceánicos son estructuras eficientes en el transporte de propiedades. Los remolinos superficiales son aquellos que se observan en la capa de mezcla. Ocurren a diferentes escalas temporales y espaciales, en particular los remolinos de escala intermedia o mesoescala (10-100 km) son frecuentemente reportados en las revistas científicas principalmente debido a que algunas de sus propiedades pueden ser analizadas con información proporcionada por satélites artificiales. Los remolinos subsuperficiales, por otro lado, son difíciles de detectar desde el espacio, sin embargo su presencia en varias zonas del sistema de corrientes de California ha

sido documentada por varios autores. Durante octubre de 2009 se llevó a cabo un crucero oceanográfico de alta resolución frente a la costa oeste de Baja California cuyo objetivo principal era la búsqueda de remolinos subsuperficiales. Encontramos un remolino anticiclónico en la zona del mínimo de oxígeno que se localiza frente a Baja California norte, de manera específica en la cuenca San Quintín. El diámetro del núcleo del remolino fue de ~ 60 km. El núcleo fue cálido (11 °C), salado (34.2) y de bajo contenido de oxígeno (1 ml/l). El remolino mostró una velocidad máxima de 22 cm/s, un número de Rossby de 0.14 y un periodo rotacional de 11 días. Una discusión sobre las condiciones oceanográficas y las posibles causas de su generación es presentada. Asimismo discutimos el posible impacto ecológico que los remolinos subsuperficiales puedan tener en las zonas adyacentes a la cuenca San Quintín.

OCE-4

VARIABILIDAD DE LA CIRCULACIÓN EN EL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE SIMULADA CON UN MODELO ACOPLADO OCÉANO-ATMÓSFERA

Martínez López Benjamín¹, Cabos Narvaez William David² y Sein Dmitry³

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Universidad de Alcalá, España

³Max Planck Institute for Meteorology
benmar@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se analiza la variabilidad de la circulación en el Golfo de México simulada por el modelo oceánico del Instituto Max Planck de Meteorología acoplado a un modelo atmosférico de área limitada. Se calculan las estadísticas de los remolinos anticiclónicos desprendidos de la Corriente de Lazo y se comparan con los datos disponibles en el periodo simulado. Además, se analizan los flujos de calor entre la atmósfera y el océano y se discute su efecto sobre las estadísticas de remolinos obtenidas por algunos trabajos utilizando modelos oceánicos forzados en su superficie por flujos climatológicos de calor, de masa y de momento. Finalmente, se analiza la variabilidad de las corrientes localizadas en las partes profundas del Golfo de México y Mar Caribe.

OCE-5

ESTRUCTURA ESPACIAL DEL ESPECTRO DIRECCIONAL DEL OLEAJE GENERADO POR HURACANES.

Esquivel Trava Bernardo, Ocampo Torres Francisco J. y Osuna Cañedo Pedro
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
btrava@cicese.edu.mx

En este trabajo se caracterizó el espectro direccional del oleaje generado por huracanes, mediante su descripción detallada en los cuatro cuadrantes de la tormenta. Para esto se utilizó la información de cuatro boyas direccionales de la base de datos de la NDBC en el Mar Caribe y el Golfo de México. La información recopilada consiste en espectros direccionales del oleaje durante el paso de 14 huracanes, la cual fue referenciada con respecto al centro del huracán, la dirección de avance y el radio de vientos máximos. Con el fin de cuantificar la energía generada localmente se partieron la información espectral direccional en sus principales componentes o sistemas de olas. Los resultados son consistentes con aquellos encontrados utilizando datos obtenidos por sensores remotos (por ejemplo, datos del altímetro radar de escaneo, SRA por sus siglas en inglés). En los cuadrantes derechos, cerca de la región de vientos máximos, la energía dominante es generada localmente y la forma del espectro tiende a ser unimodal mientras que en los cuadrantes izquierdos la energía dominante es generada remotamente en otras regiones del huracán. Del lado izquierdo y en regiones alejadas enfrente y atrás del centro del huracán se observan espectros más complejos, llegando a ser bimodales y trimodales. Las olas dominantes generalmente se propagan en ángulos significativos a la derecha de la dirección del viento, excepto en la región de vientos máximos de los cuadrantes derechos donde el ángulo es mínimo. Los espectros en frecuencia presentan características del espectro tipo JONSWAP formulado por Young (2006) sin embargo es notable la similitud con el espectro tipo Pierson-Moskowitz característico de mares completamente desarrollados. Estos resultados tienen el objetivo de sentar las bases que se utilizarán para evaluar la capacidad de los modelos numéricos para simular el campo de oleaje generado por huracanes.

OCE-6

CARACTERÍSTICAS LAGRANGIANAS Y CONECTIVIDAD EN EL PACÍFICO ORIENTAL MEXICANO

Inda Díaz Héctor Alejandro y Parés Sierra Alejandro Francisco
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
aleinda@cicese.edu.mx

Los ecosistemas de frontera oriental son las regiones más productivas del mundo y sustentan un gran porcentaje de las pesquerías mundiales. Entender y describir la conectividad o intercambio entre diferentes zonas del océano es de gran importancia para el estudio de la dispersión de larvas y otros trazadores en el mar, como contaminantes. El objetivo de este trabajo es identificar las diferentes zonas del Pacífico Oriental Mexicano de acuerdo a su capacidad de retener, exportar o recibir

partículas, y describir cómo se conectan estas zonas a través de matrices de conectividad y otros índices definidos ex-profeso. Para ello utilizamos un modelo "offline" para calcular las trayectorias lagrangianas de partículas a partir de campos de velocidad previamente calculados con el modelo ROMS (Regional Ocean Modeling System) en el periodo de 1980-2006. Se identificaron zonas de aislamiento y alta retención de partículas (Bahía Vizcaíno, Norte del Golfo de California), de alta retención e importación (Bahía Concepción) y zonas de alta retención y exportación de partículas (Cabo Corrientes). Además la conectividad tiene una clara preferencia direccional de norte a sur, tanto en la zona de la Península de Baja California dominada, por la influencia de la Corriente de California como en el sur de México, dominada por la circulación inducida por el Domo de Tehuantepec. Se describe la variación estacional del patrón básico. Se observa una desconexión entre la punta de la Península de Baja California y Cabo Corrientes (y regiones más al sur) para las cuatro épocas del año. Los resultados sugieren que las escalas de conectividad no cambian significativamente para simulaciones de trayectorias mayores a tres meses.

OCE-7

ESTIMACIÓN DEL ESPECTRO DIRECCIONAL DEL OLEAJE A PARTIR DE MEDICIONES RADIOMÉTRICAS, USANDO REDES NEURONALES

Pérez Chavarria Miguel Ángel¹, García Nava Héctor², Flores Vidal Xavier², Osuna Cañedo Pedro³ y Martínez Alcalá José Antonio²
¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
²UABC, IIO
³CICESE
 miguel.perez@uabc.edu.mx

En este trabajo se considera un método de inversión directa para estimar el espectro direccional del oleaje (EDO) a partir de la información radiométrica (ondas electromagnéticas reflejadas por la superficie del mar) capturada por radares de alta frecuencia (High Frequency Radar, HFR). Para lograr dicha inversión, se propone una novedosa metodología estadística de procesamiento de datos, intrínsecamente no lineal, conocida como Redes Neuronales Artificiales (RN), la cual ha sido aplicada con éxito, a la solución de una gran variedad de problemas geofísicos (Thiria, 1993, Gross, 2000, Chazottes, 2006, Brajard, 2006, Aiming, 2006, Loyola, 2006, Krasnopolsky, 2007 Leloup, 2007, Pérez, 2007) El objetivo principal de la técnica basada en las RN, consiste en extraer mediante un entrenamiento, el máximo de información pertinente a partir de un conjunto de mediciones. Se usará un modelo neuronal del tipo Perceptrón Multicapa, el cual requiere ser entrenado con parejas de datos (entrada, salida) colocalizados en tiempo y espacio, en este caso particular las entradas corresponden a las mediciones de radar y las salidas al espectro del oleaje. Se pretende utilizar como salida el espectro del oleaje generado mediante simulaciones de un modelo numérico avanzado y ampliamente probado, el Wavewatch III (WW-III; Tolman, 2009). Los resultados del modelo neuronal, serán validados con mediciones realizadas por una boya del tipo ASIS. El estudio se propone para el Golfo de Tehuantepec (GoTe), una región que puede considerarse un laboratorio natural, ya que debido a los fuertes vientos que soplan de tierra a mar durante periodos de corto tiempo (3-4 días), se genera una dinámica muy particular en el océano.

OCE-8

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DEL OLEAJE LIMITADO POR EL FETCH USANDO RADARES DE ALTA FRECUENCIA EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Toro Vladimir G.¹, Ocampo Torres Francisco J.¹, Osuna Cañedo Pedro¹, García Nava Héctor², Flores Vidal Xavier² y Durazo Reginaldo³
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
³Facultad de Ciencias Marinas, UABC
 vtoro@cicese.edu.mx

Se analizó el crecimiento del oleaje limitado por el fetch utilizando mediciones de alta resolución espaciotemporal obtenidas con radares de alta frecuencia (HF). Para calcular el espectro del oleaje, el eco de segundo orden (S2N) fue extraído del espectro Doppler y mapeado al dominio de las frecuencias del oleaje. La conversión de S2N al espectro del oleaje se realizó mediante un modelo paramétrico lineal que depende de la velocidad del viento. El crecimiento del oleaje local, representado por la energía y la frecuencia asociada al pico espectral adimensional en función del fetch adimensional, se determinó a partir de los espectros del oleaje calculados para 25 nodos (~400 km²) alrededor del sitio de anclaje de una boya Air-Sea Interaction Spar. Los datos de la boya se utilizaron como referencia y para proveer la información del viento necesaria para el análisis del crecimiento del oleaje. Los datos simultáneos de la boya y los radares HF presentaron una concordancia adecuada con las curvas de crecimiento del oleaje. El análisis en el dominio de los 25 nodos mostró una correlación significativa y cierta dispersión alrededor de las curvas de crecimiento. Las causas probables de esta dispersión están asociadas con errores en el cálculo del espectro del oleaje y del fetch, y a la suposición de condiciones de viento homogéneo. No fue posible determinar la influencia del swell en el crecimiento del oleaje con el set limitado de datos utilizado; sin embargo, es posible que un

análisis con mayor variación de la altura del swell podría proveer esta evidencia. No obstante, los resultados sugieren que, con el modelo paramétrico lineal, es posible reproducir el crecimiento del oleaje limitado por el fetch. Este trabajo representa el primer esfuerzo enfocado al análisis del crecimiento del oleaje utilizando mediciones de radares HF.

OCE-9

MODELACIÓN NUMÉRICA CON TRAZADORES PASIVOS EN LA ZONA DE PLAYAS EN LA BTS

Tanahara Romero Sorayda Aime
 Universidad Autónoma de Baja California, UABC
 stanahara@uabc.edu.mx

En la actualidad modelar las corrientes oceánicas se ha hecho posible gracias al desarrollo de herramientas computacionales potentes que son capaces de resolver las principales ecuaciones de dinámica de fluidos (Navier-Stokes, ecuación de continuidad, etc.), por lo que la aplicación de modelos numéricos se ha convertido en elemento esencial para la planeación del desarrollo costero. El presente trabajo tiene como objetivo presentar la hidrodinámica de la Bahía de Todos Santos incluyendo los resultados de una descarga en la simulación utilizando el modelo ROMS-AGRIF (Sistema Regional de modelado oceánico). Una de las principales fortalezas de ROMS es la elección de coordenadas en la vertical, ya que esta sigue la topografía, permitiendo resolver más finamente la dinámica cercana a la costa en la interacción corriente-topografía. El modelo es forzado con vientos CCMP. Se presentan los vientos que se utilizaron para forzar el modelo hidrodinámico así como los resultados del modelo que considera una descarga en la zona de playas al interior de la Bahía de Todos Santos.

OCE-10

CONDICIONES BAROCLÍNICAS Y CIRCULACIÓN TERMOHALINA EN BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA

Obeso-Nieblas Maclovio¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto², Jiménez-Illescas Ángel Rafael¹ y Castro-Collins José Raymundo¹
¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima
 mniebla@ipn.mx

Se procesaron datos de CTD obtenidos durante febrero, mayo, agosto y noviembre de 2008, con el objetivo de analizar la estructura baroclínica, caracterizar las masas de agua y la circulación geostrofica en la Bahía de La Paz. Los resultados obtenidos durante noviembre, febrero y mayo muestran que la estructura termohalina está determinada por dos masas de agua, Agua del Golfo de California (AGC) y Aguas Subsuperficial Subtropical (ASS), con trazas de Agua Superficial Tropical (AST) durante noviembre y mayo. En agosto se registraron tres masas de agua: AST, AGC y ASS, con una importante cantidad del AST y una marcada disminución del AGC. Mayo se caracterizó por una inclinada termoclina, haloclina y picnoclina, debido al parecer por la entrada del agua del golfo muy fría que domino a la condición local de la bahía. En febrero es de destacar la ausencia de una capa de mezcla. Para Agosto sobresale la intrusión de un mínimo de salinidad a los 50 m de profundidad, debido al arribo del AST a la bahía. En noviembre los vientos del norte generaron una capa de mezcla en la estructura térmica, halina y de sigma-t, con una profundidad de 22 m aproximadamente. La circulación geostrofica, presentó en la superficie de la boca en la bahía un giro ciclónico en febrero, mayo y agosto y un giro anticiclónico en noviembre. En la parte central se encontró un giro anticiclónico en febrero, mientras que en la parte sur se halló un giro ciclónico en noviembre. Ésta circulación prevaleció hasta los 50 m de profundidad, excepto en noviembre donde se descubrió un giro ciclónico frente a la Boca Norte y no se apreció el giro en la parte sur de la bahía.

OCE-11

EVOLUCIÓN DEL ESPECTRO DEL OLEAJE EN PRESENCIA DE CORRIENTES INTENSAS.

Juárez Tenoch, Ocampo Torres Francisco J. y Osuna Cañedo Pedro
 Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 tjarez@cicese.edu.mx

La zona costera a lo largo de la plataforma continental es una región extremadamente dinámica, en la que la propagación del oleaje a través de corrientes espacial y temporalmente variables, es un fenómeno bastante común. Es bien sabido que en estas regiones costeras, tales como en nuestro caso, la Boca del Estero de Punta Banda (B-EPB), olas y corrientes coexisten simultáneamente. El EPB en Ensenada Baja California, es un cuerpo costero que cuenta con un canal principal influenciado por corrientes fuertes de marea, de hasta unos pocos m/s, que está expuesto al oleaje del Océano Pacífico. Es en la boca de este cuerpo costero donde se desarrolló una investigación experimental de la dinámica del oleaje sobre corrientes de marea, en el que se anclaron 3 instrumentos tipo ADCP para medir oleaje y corrientes a una profundidad de ~10m. Estos instrumentos están separados una distancia de ~100 m entre cada uno, esta configuración nos permitió analizar la

evolución del espectro del oleaje a lo largo de la B-EPB, con ellos se logró identificar cambios en frecuencia del oleaje debido a la presencia de corrientes opuestas y a favor de la propagación del oleaje. Los resultados revelan que la altura del oleaje registrada por los instrumentos al interior de la B-EPB es modulada por la señal de la marea, en pleamar se registraron alturas de ola de hasta 30 cm, mientras que en bajamar se registran olas de 5 cm. También se observó que cuando el oleaje se propaga en dirección opuesta a la corriente (~-1 m/s), una parte de la energía se ve bloqueada por la corriente, lo que conlleva a un cambio descendente de frecuencia. Esta evolución del espectro del oleaje a lo largo del canal fue registrada cada 30 min durante 15 días. Las observaciones de la interacción ola-corriente mejoran nuestra comprensión de los efectos no lineales que se centran en profundidad finita. Es importante resaltar que estos resultados tienen un aporte para validar la teoría y modelos numéricos de oleaje, ya que actualmente los modelos espectrales del oleaje no son válidos en la presencia de corrientes, este hecho generalmente no se toma en cuenta y la práctica general es sobreponer los efectos del espectro de oleaje con la corriente sin tener en cuenta la interacción entre ambos, se espera que con estos resultados se pueda mejorar la física de los modelos.

OCE-12

PATRONES DE CIRCULACIÓN GEOSTRÓFICA EN LA ZONA ALEDAÑA A LA SONDA DE CAMPECHE

Padilla Pilotze Alma Rosa¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto² y Reyes Herrera Ezequiel Alejandro³
¹ICMyL, UNAM
²CEUNIVO, Universidad de Colima
³Instituto de Biología, UNAM
 pilotze@gmail.com

En base a información hidrográfica recabada en varios cruceros en el Golfo de México, en general frente a las costas de los estados de Tabasco y Campeche entre Coatzacoalcos y la Laguna de Términos, en los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre de 1994, se presentan una serie de cálculos geostroáficos que muestran como una primera aproximación, ya que varias de las estaciones son muy someras, la correspondiente posible circulación de la zona. La comparación con imágenes de velocidades geostroáficas de la página de la NOAA del Near Real-Time Atlittimeter (Jason-1, Topex, ERS2 & GFO) para dichas fechas muestran para mayo, agosto y noviembre cierta compatibilidad y semejanza con las aquí obtenidas y muy poca compatibilidad en febrero. En general aparte de giros que siempre se presentan, se encuentra que en febrero y mayo el flujo, realizando meandros ocasionados tal vez por la configuración costera, tiene tendencia hacia el este y en agosto noviembre hacia el oeste.

OCE-13

PATRÓN ESTACIONAL (2008-2012) DEL FLUJO VERTICAL DE DIATOMEAS EN CUENCA ALFONSO; BAHÍA DE LA PAZ B.C.S

Acevedo Acosta Juan David, Martínez López Aída y Verdugo Díaz Gerardo
 Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
 juandavid-88@hotmail.com

Las diatomeas recolectadas por trampas de sedimentos han brindado información para estudios diversos. Sin embargo, existe la necesidad de ponderar su fidelidad para conservar la información proveniente de la zona eufótica durante su hundimiento y su respuesta a la variabilidad climática y oceanográfica. Esta información es fundamental para sustentar las paleoreconstrucciones a partir de registros sedimentarios marinos donde quedan conservadas sus frustulas. El objetivo de este estudio fue determinar la línea base del flujo vertical de las diatomeas planctónicas y bentónicas, así como identificar las condiciones hidrográficas que modulan su magnitud y composición en Cuenca Alfonso, lugar donde existe un registro sedimentario de alta resolución. Para su desarrollo, se procesaron muestras colectadas durante febrero 2008-septiembre 2012, de acuerdo a lo descrito por Álvarez-Gómez (2010) y se consideraron series de tiempo (2002-2012) de sensores remotos de la productividad primaria (PP) y clorofila-a (C_{lo-a}) para establecer su patrón. La climatología de la PP y C_{lo-a} permite identificar un periodo productivo con un comportamiento bi-modal entre diciembre y julio. El primer incremento de PP y C_{lo-a} (máximos de 3,767 mg C m⁻² d⁻¹ y 2.18 mg Chl-a m⁻³) se presenta entre diciembre y febrero (periodo de mezcla), mientras que el segundo incremento (3,299 mg C m⁻² d⁻¹; 1.44 mg Chl-a m⁻³) se da en mayo (periodo de giro ciclónico). El flujo de diatomeas planctónicas (1.1x10⁵ a 1.47x10⁸ valvas m⁻²d⁻¹) y bentónicas (8.58 x10³ a 2.05 x10⁶ valvas m⁻²d⁻¹) presentó variaciones en magnitud, además de presentar diferencias entre periodos hidrográficos y años. Los mayores flujos para ambos componentes se dieron entre diciembre y mayo, sin embargo, para el 2008-2009 y 2011-2012 el aporte fue significativamente mayor al promedio de la serie utilizada y de otras regiones de latitudes bajas. El flujo vertical de diatomeas planctónicas se ajusta con la climatología de la PP mostrando un patrón bi-modal, en el cual se observan cambios en la composición de especies, así; *Thalassionema nitzschoides*, *Fragilariopsis doliolus*, *Thalassiosira* spp. (<10µm) y esporas de *Chaetoceros*, fueron representativas del periodo de mezcla, mientras que *Th. lineata*, *Proboscia indica*, esporas de *Chaetoceros* y *Pseudo-nitzschia* spp lo fueron para el periodo del giro. La variabilidad interanual se manifestó como un cambio en el periodo

hidrográfico asociado con el flujo máximo; en 2008-2009 se observó en el periodo de mezcla, mientras en 2011-2012 en el periodo del giro. Por otro lado, las diatomeas bentónicas se asociaron a la intensificación de los vientos del Noroeste (noviembre a enero). Proponemos para este componente que la mezcla generada por el viento resuspende las diatomeas de áreas cercanas, y las corrientes las transportan horizontalmente hacia la cuenca, donde se depositan.

OCE-14

ESTRUCTURA HIDROGRÁFICA EN EL CORREDOR COSTERO DE LAS ISLAS CERRALVO, ESPÍRITU SANTO, LA PARTIDA Y SAN JOSÉ DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Obeso-Nieblas Maclovio¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto², Jiménez-Illescas Ángel Rafael¹ y Castro-Collins José Raymundo¹
¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima
 mniebla@ipn.mx

Se procesaron datos de CTD obtenidos durante marzo, junio, septiembre y diciembre de 2009, con el objetivo de analizar la estructura termohalina y caracterizar las masas de agua desde Isla Cerralvo hasta Isla San José. Los resultados obtenidos en la zona frente a Cerralvo durante septiembre muestran que la estructura termohalina está determinada por cuatro masas de agua, Agua del Golfo de California (AGC), Agua Superficial Ecuatorial (ASE), Aguas Subsuperficial Subtropical (ASS) y Agua Intermedia del Pacífico (AIP). En diciembre se registraron tres masas de agua y trazas del ASE. Para marzo y junio sólo se registró AGC, ASS y AIP. Frente a Espíritu Santo y La Partida fue donde se registró la mayor cantidad del ASE en septiembre y junio. Alrededor de Isla San José, es notoria la disminución del ASE en septiembre, en los otros tres muestreos únicamente se registraron tres masas de agua, AGC, ASS y AIP. Junio se caracterizó por una inclinada termoclina, haloclina y pincoclina, al parecer por la presencia de agua del golfo con un núcleo subsuperficial muy frío y de baja salinidad. En marzo es de destacar la ausencia de una capa de mezcla, con importante estratificación en los primeros 200 m. Para septiembre se aprecia la mayor dispersión y sobresale la disminución de salinidad en los primeros 200 m, frente a Cerralvo, Espíritu Santo y La Partida, debido al arribo del ASE. La capa de mezcla con una profundidad de 50 m aproximadamente registrada en diciembre, en la estructura térmica, halina y de sigma-t, fue causada por los vientos del norte y la disminución de la radiación solar.

OCE-15

MODOS DE RESONANCIA EN LAS BAHÍAS DE ACAPULCO, LA PAZ Y MANZANILLO

Gaviño Rodríguez Juan Heberto¹, Reyes Herrera Ezequiel Alejandro², Obeso-Nieblas Maclovio³ y Carbajal Noel⁴
¹Universidad de Colima, UCOL
²Instituto de Biología, UNAM
³CICIMAR, IPN
⁴IPICYT
 jgavinho@gmail.com

Se Utiliza el método de Lanczos con el operador hidrodinámico bidimensional barotrópico para obtener en la Bahía de Acapulco, el puerto interior de Manzanillo y la Bahía de la Paz, los principales modos de oscilación libre que corresponden a los modos rotacionales más rápidos y a los modos gravitacionales más lentos. Este método ofrece de manera natural la estructura espacial de los modos, es decir, dónde las amplitudes del nivel de agua o de las corrientes son de mayor importancia. Se encuentra que los modos rotacionales son ondas atrapadas a aspectos batimétricos de la cuenca, con periodos que en general son mayores a un día, de [139, 150, 170]h, Acapulco (A), [176, 244, 262]h Manzanillo (M) y [58, 63, 71]h La Paz (P). Los modos gravitacionales se manifiestan en la superficie oceánica, se encontraron periodos de [21.2, 12.6, 11.9]min(A), [21.4, 9.8, 5.2] min(M) y [5.2h, 1.3h, 59.1min, 54.2min](P), y para el caso de oscilaciones tipo Helmholtz, con nodo en la frontera, los periodos fueron de [25.5, 12.0, 8.5] min(A), [29.2, 10.0, 6.8] min(M). Estos modos están determinados por dimensiones geomorfológicas de la cuenca, y aunque en teoría cualquier forzamiento externo con estructura espacial adecuada puede excitar cualquier armónico, se encuentra que el modo fundamental es el que con mayor probabilidad se presenta con amplitud significativa, tal vez por ser el de estructura espacial más simple. Se observa que conforme aumenta el armónico gravitacional, se incrementa también el número de anfídomas. De acuerdo a análisis de registros mareográficos cuando ocurren tsunamis, se han encontrado para Acapulco y Manzanillo periodos de alrededor de 30min, y para la Paz de [105, 54]min, por lo que el modo fundamental tipo Helmholtz es para Manzanillo y Acapulco el más plausible.

OCE-16

ANÁLISIS DE UN ALGORITMO SEMIANALÍTICO PARA EL COLOR DEL OCÉANO Y SU APLICACIÓN EN AGUAS DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

Alvarado Graef Patricia, Martín Atienza Beatriz, Barba Rojo Perla Karina, Hernández Walls Rafael y González Adriana Gisel
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
 alvaradograef@uabc.edu.mx

El estudio de las Propiedades Ópticas Inherentes del agua del mar (POIs), en particular los coeficientes de absorción y retroesparcimiento de la luz en ciertas regiones del océano, permite realizar la estimación de la concentración de clorofila *a* (Chl-*a*), la cual es un elemento fundamental para determinar la biomasa fitoplanctónica presente en la región de estudio. A lo largo de las últimas décadas, se han desarrollado múltiples algoritmos, tanto empíricos como semianalíticos, que permiten estimar la concentración de Chl-*a* a partir de un conjunto de datos de radiancia del agua registrados mediante sensores remotos. En este trabajo se presenta el análisis del algoritmo semianalítico propuesto en 1997 por Garver y Siegel, el cual relaciona las POIs del agua de mar con la reflectancia remota de manera que, para aguas caso 1 dicha relación tiene un comportamiento lineal mientras que para aguas caso 2 es su comportamiento es cuadrático. Se ha analizado el método seguido por Garver y Siegel utilizando datos del Golfo de California (GC) y se ha encontrado que los coeficientes en ambos polinomios se pueden ajustar para adecuarse a diferentes regiones. En este trabajo se ha generado una base de datos sintética de coeficientes absorción y de retroesparcimiento basada en datos reales del GC, con el objetivo de determinar la dependencia del algoritmo a variaciones en estos parámetros. Se presentan los resultados de esta dependencia para aguas caso 1 y caso 2.

OCE-17 CARTEL

EVALUACIÓN DE ALGORITMOS SEMI-ANALÍTICOS PARA LA PERCEPCIÓN REMOTA DE LAS PROPIEDADES ÓPTICAS INHERENTES DEL AGUA DE MAR EN LA ESTACIÓN ANTARES BAJA CALIFORNIA (31.750N/116.960W)

González-Silvera Adriana, Santamaría-del-Angel Eduardo, Millán-Núñez Roberto, Silva-Hernández Natalia y Mercado Alfredo
Universidad Autónoma de Baja California, UABC
 adriana.gonzalez@uabc.edu.mx

Se analizó la variabilidad temporal del coeficiente de absorción de luz por el fitoplancton (*aph*) y por la materia orgánica particulada y disuelta en el agua de mar (*adg*) en la estación de monitoreo ANTARES Baja California, ubicada a 10 km de la Bahía de Todos Santos (31.750N/116.960W), entre noviembre del 2002 a mayo del 2014. Para esto se utilizaron datos del sensor remoto MODIS/Aqua (NASA) derivados de tres modelos desarrollados para aplicación global (GSM, QAA y GIOP). Se evaluó la variabilidad estacional e interanual de estas variables, y se comparó la reproducibilidad de los diferentes modelos. Así mismo, se compararon las estimaciones satelitales con datos medidos in situ durante mayo del 2007 a diciembre del 2010. Los valores del *aph*(443) determinados con el modelo GIOP variaron entre 0.0007 y 0.454 m⁻¹ con un valor promedio de 0.028 m⁻¹. Por otro lado, el modelo QAA arrojó valores de *aph*(443) que variaron entre 0.005 y 0.42 m⁻¹, con un promedio de 0.024 m⁻¹. El coeficiente *adg*(443) calculado por el modelo GIOP presentó valores entre 0.013 y 0.22 m⁻¹, con un valor promedio de 0.053 m⁻¹. El modelo QAA arrojó valores entre 0.016 y 2.37 m⁻¹, con un promedio de 0.086 m⁻¹. El modelo GSM presentó valores entre 0.0002 y 0.256 m⁻¹ y un promedio de 0.056 m⁻¹. El modelo que mejor explicó la variabilidad de los datos in situ fue el GIOP, presentando un grado de asociación ente la variable medida y estimada inferior al 60%. Esto indica que los modelos que se utilizan para aplicación global requieren adaptaciones regionales para que las variables estimadas sean más representativas de la realidad. Así mismo, estos resultados nos permiten sugerir el uso del actual modelo GIOP para evaluar la variabilidad temporal de estas variables en el área de estudio.

OCE-18 CARTEL

DESARROLLO DE UN MODELO HIDRODINÁMICO-NUMÉRICO 2D PARA EL ESTUDIO DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Alonso Pablo y Carbajal Noel
IPICYT
 pablo.alonso@ipicyt.edu.mx

Aplicando las ecuaciones de movimiento para aguas someras, se desarrolló un modelo bidimensional verticalmente promediado que permite modelar la circulación inducida por mareas y por viento. El modelo en su primera versión tiene un carácter explícito. El modelo considera aproximaciones actuales para los términos no lineales que reducen la difusión numérica. En el caso del término de Coriolis se experimentó con la aproximación de Weiss que fue extendida a otros términos en la ecuación de movimiento y una aproximación implícita ya muy usada por los desarrolladores

de modelos numéricos. El modelo contiene subprogramas para la modelación de dispersión de contaminantes usando el método de Monte Carlo o soluciones de la ecuación de advección-difusión. El modelo permite estudiar el transporte de sedimentos como carga de fondo y en suspensión. Se aplicó el modelo al estudio del transporte de sedimentos en el Delta del Río Colorado. Está en proceso de desarrollo una versión 3D de estas técnicas numéricas.

OCE-19 CARTEL

ANÁLISIS ESPECTRAL DEL OLEAJE

Mata Saavedra Dante¹, Alatorre Mendieta Miguel Ángel² y González Enriquez Jose Luis¹
¹Instituto Politécnico Nacional, IPN
²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
 alcondante@hotmail.com

A lo largo del tiempo el océano a despertada gran curiosidad en la investigación científica, el accionar de la comunidad está centrado en su mayor parte a la dinámica marina, en específico al estudio del oleaje. Todo elemento de la comunidad científica que centra sus estudios en la investigación del oleaje lo hace con el fin de proporcionar, nuevos criterios y maneras para comprenderlo. Durante la segunda guerra mundial nace el método Sverdrup y Munk, basado principalmente en relaciones empíricas, relacionando factores tales como: que la altura máxima de la ola es proporcional a la raíz cuadrada de la zona de alcance y que la altura de ola es proporcional a la velocidad del viento o el cuadrado de la velocidad del viento, todo depende de las constantes dimensionales. Sverdrup y Munk comenzaron los estudios para modelar las olas de viento mediante el crecimiento de las olas sobre una base de consideraciones de energía, siendo los primeros en desarrollar las bases del análisis espectral del oleaje. Los modelos espectrales de oleaje son una fuente necesaria para el completo estudio de la hidrodinámica marítima, y sus predicciones son utilizadas para muchas aplicaciones dentro de la oceanología, ingeniería entre otras. Por otro lado, también existen modelos paramétricos que son una fuente importante para el conocimiento de la morfología del espectro. En consecuencia, la modelización debe ser muy detallada. Entre los muchos parámetros que deben incluir, deben estar las olas capilares (surfaces ripples), estado direccional del mar (parámetros como velocidad de fase y wave age), interacción ola-ola, entre otros. Por eso es importante un análisis de diferentes parámetros relacionados con la caracterización del oleaje para su mejor entendimiento y desarrollo. Como podemos ver para este tipo de estudio del oleaje es necesario contar con información detallada del fenómeno. Obteniendo así tres fuentes de datos de los cuales se puede realizar el análisis y que pueden clasificarse en 3 categorías: datos instrumentales, datos visuales y datos procedentes de simulaciones numéricas. Una vez definidos los parámetros para el análisis tenemos que realizar un cálculo de funciones, nos centraremos en estas últimas, para producir una aproximación, es decir, el método nos obliga a asignar un valor de probabilidad de no excedencia o posición de dibujo, para obtener un mejor análisis del oleaje así como su representación.

OCE-20 CARTEL

ESTRUCTURA TERMOHALINA EN AGUAS COSTERAS DE BAHÍA DE BANDERAS

Mireles Loera Ignacio Omar, Filonov Anatoliy, Tereshchenko Iryna, Monzon Cesar y Plata Rosas Luis Javier
Universidad de Guadalajara
 mireles.ceo@gmail.com

El presente trabajo presenta la estructura termohalina de las aguas costeras de la Bahía de Banderas determinadas a partir de datos in situ tomados con el método de CTD-Ondulante con una sonda SBE19+ en un muestreo oceanográfico en otoño del 2009 y comparados con los datos tomados con la misma técnica y sonda en otro muestreo oceanográfico realizado en primavera del 2011. Entre los dos muestreos mencionados anteriormente se cuenta con aproximadamente 1620 estaciones tomadas en forma de una malla uniforme, alcanzando una profundidad máxima de 380 m. Con estos datos y considerando la distribución de las muestras tomadas se puede realizar el perfilamiento 3D de la estructura térmica, de salinidad y de densidad de la bahía.

OCE-21 CARTEL

CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO DE OLAS GENERADAS POR HURACANES.

Esquivel Trava Bernardo, Ocampo Torres Francisco J. y Osuna Cañedo Pedro
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 btrava@cicese.edu.mx

Se estudiaron las características del campo de olas generadas en condiciones de huracán, tomando como referencia la base de datos de boyas direccionales de la NDBC en el Mar Caribe y el Golfo de México. La información recopilada de las boyas durante el paso de 14 huracanes fue referenciada con respecto al centro del huracán, la dirección de avance y el radio de vientos máximos. Se cuantificó la energía generada localmente en todos los cuadrantes del huracán mediante un esquema de partición del espectro direccional. Las olas más altas se encuentran

en los cuadrantes derechos del huracán en la región de vientos máximos debido a que la velocidad del viento es mayor en este cuadrante (ya que, en los cuadrantes derechos, la velocidad de la tormenta se suma a la velocidad del viento), lo que es consistente con resultados obtenidos, por otros autores, con simulación numérica. Los principales factores que determinan el desarrollo de las olas son la velocidad del viento, ó intensidad del huracán, y su velocidad de avance. Se encontró, que en promedio, a medida que aumenta la velocidad del viento las olas se vuelven menos desarrolladas. Se encontraron evidencias de olas generadas por vientos máximos secundarios asociados a paredes concéntricas al ojo del huracán, las cuales también alcanzan un máximo desarrollo. El efecto que tienen estas paredes concéntricas en la evolución y desarrollo del campo de olas es estudiado mediante la simulación numérica de un caso idealizado.

OCE-22 CARTEL

ESTUDIO DE LA TRANSFORMACIÓN DEL ESPECTRO DEL OLEAJE DEBIDO A LA PRESENCIA DE CORRIENTES INTENSAS.

Juárez Tenoch, Ocampo Torres Francisco J. y Osuna Cañedo Pedro
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
tjuarez@cicese.edu.mx

Es bien sabido que en las regiones costeras, tales como estuarios y playas, olas y corrientes coexisten simultáneamente. Sin embargo la interacción no-lineal entre estos dos procesos aun no es bien entendida. Cuando las olas se propagan sobre una corriente variable, algunas interacciones pueden ocurrir, la interacción ola-corriente es un problema de propagación del oleaje en un medio inhomogéneo, dispersivo y disipativo. El objetivo del presente trabajo es el estudio experimental de los efectos de las interacciones ola-corriente sobre la Boca del Estero de Punta Banda (B-EPB) en Ensenada B.C. México. Las condiciones del oleaje en esta zona costera suelen ser significativas desde un punto de vista energético y la fuerte corriente inducida por la marea en la boca del estero permiten las interacciones entre olas y corrientes, este proceso modifica considerablemente tanto la magnitud como la dirección del oleaje. Con el fin de evaluar el efecto de la corriente sobre el oleaje, se realizó un estudio experimental en la B-EPB por un periodo de 15 días, donde se anclaron 3 equipos para medir oleaje y corrientes (ADCP) al fondo del canal, a una profundidad de ~10m. Los resultados muestran que las corrientes producen cambios considerables en el campo del oleaje, especialmente en cuanto a altura de ola, dirección promedio y longitud de onda se refiere. El efecto del fondo y el cambio de la corriente (particularmente de la marea) sobre olas y el efecto de olas sobre corrientes de marea también fueron examinados.

OCE-23 CARTEL

CONDICIONES DINÁMICAS OBSERVADAS EN UNA PLANICIE INTER-MAREAL DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA.

Álvarez Sánchez Luis Gustavo
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
lalvarez@cicese.mx

El Alto Golfo de California es el único ambiente macro-mareal de los mares mexicanos, con rango de mareas vivas típicamente de 7 a 8 m. La costa oeste, al norte de 31° N, tiene amplias planicies de marea que se extienden hasta la profundidades de ~12 m bajo el nivel medio del mar. Las planicies inter-mareales se vacían por numerosos canales dendríticos, lineales o en meandros. Los sedimentos superficiales son principalmente lodos café-rojizos. Las arenas se observan en barras y canales inter-mareales y en una franja angosta de playa. (Thompson, 1969; Schreiber, 1969; Meckel, 1975; Baba, et al., 1991). Entre 2008 y 2011 se hicieron observaciones de corrientes, mareas, y sedimento de fondo y en suspensión en un sitio de la planicie inter-mareal durante series cortas de 1 a 3 días, con objeto de identificar los procesos dinámicos que influyen en el transporte de sedimento. En la zona de estudio la planicie inter-mareal tiene ~1 km de ancho, con relieve dominado por barras arenosas bajas, de menos de 0.5 m de altura y 100 a 300 m de largo, cortadas por los canales de drenado. Numerosos depósitos de lodos se ubican en zonas protegidas por las barras arenosas. La evidencia textural y morfológica sugiere que la planicie inter-mareal está dominada por el oleaje, más que por la marea. La corriente de marea es típicamente 0.1 m/s, mientras que la corriente oscilatoria inducida por las olas es mayor por un factor de 3 a 4. Las mayores concentraciones de sedimento en suspensión alcanzan 400 mg/l dentro de la franja turbia que se desplaza con el borde de marea, durante la pleamar o la bajamar. Durante eventos de viento moderado, la concentración en el borde de marea alcanza 800 mg/l.

OCE-24 CARTEL

PROTOCOLO DE TESIS DE MAESTRÍA: VARIABILIDAD DEL ZOOPLANCTON INDUCIDA POR ONDAS INTERNAS DE GRAN AMPLITUD EN LA REGIÓN DEL ARCHIPIÉLAGO CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA (SEPTIEMBRE, 2012)

Ruvalcaba Aroche Erick Daniel¹, Sánchez Velasco Laura² y Filonov Anatoliy³

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²CICIMAR, IPN

³UDG

ruvalcaba.erick@uabc.edu.mx

El zooplancton es un elemento biótico altamente variable, cuya abundancia está regida por tres factores básicos: (1) la dinámica poblacional de los organismos, (2) los cambios en las propiedades fisicoquímicas del agua, y (3) la dispersión generada por corrientes. La variabilidad ambiental se presenta en varias escalas que actúan al mismo tiempo y cuyo efecto sinérgico es difícil de medir. Mientras que diversos autores han descrito la respuesta del zooplancton a procesos de escala estacional y mesoescala, los fenómenos de alta frecuencia han recibido poca atención, tal es el caso de las ondas internas. Con el objetivo de conocer la variabilidad en biomasa del zooplancton, con énfasis en larvas de peces, y su relación con ondas internas, se planteó un crucero en la región del Archipiélago Central del Golfo de California, región caracterizada por alta actividad de ondas internas en época de estratificación. i) Se realizó un transecto de CTD ondulante desde el sur del Umbral San Esteban, hasta Cuenca Tiburón, además se colectaron muestras superficiales de zooplancton en 13 puntos intermedios con una red de 505µm. ii) Se colocaron cuatro anclajes con cadenas de termistores cada 10m desde superficie hasta el fondo con resolución de 0.033Hz, desde el norte de cuenca Tiburón hasta el sur del Umbral San Esteban; al anclaje principal (zona central de la cuenca) se le adicionó un ADCP con resolución de 0.033Hz. iv) Se realizó una estación fija cercana al anclaje principal en la que se tomaron muestras periódicas de zooplancton cada dos horas durante dos días y medio con una red cónica de cierre-apertura-cierre de 505µm en tres estratos de profundidad. Las muestras de zooplancton fueron fijadas en formalina al 4% neutralizada con borato de sodio. Una vez en laboratorio se midió la biomasa del zooplancton con el método de volumen desplazado; se separaron las larvas de peces y se identificarán al mínimo taxón posible. El resto del zooplancton será fraccionado y será identificado a grandes grupos. Se propone el uso de diversas técnicas multivariadas para correlacionar las abundancias de larvas de peces y zooplancton con el paso de las ondas internas.