

Sesión Regular

# **OCEANOLOGÍA**

Organizadores:  
Ligia L. Pérez Cruz  
David Salas de León

OCE-1

### MODELING THE SEASONAL AND INTERANNUAL VARIABILITY OF THE NORTHERN GULF OF CALIFORNIA SALINITY

Zamudio Luis<sup>1</sup>, Metzger Joseph<sup>2</sup> y Hogan Patrick<sup>2</sup><sup>1</sup>Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies, Florida State University, USA<sup>2</sup>Naval Research Laboratory, Stennis Space Center, Mississippi, USA

luis.zamudio\_ctr.mx@nrlssc.navy.mil

Seven years (2003–2009) of data from a regional version of the HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) nested in global HYCOM are used to study the seasonal and interannual variability of the salinity in the northern Gulf of California (NGOC). Previous studies illustrate that the NGOC is characterized by an annual evaporation of ~0.9 m/y. This evaporation generates high sea surface salinity (SSS) water, which reaches a maxima in the northern GOC (>37 psu) and decreases to ~35 psu toward the entrance of the GOC. The NGOC SSS water is interannually modulated by fluctuations in the evaporation, which are mainly due to the number and intensity of atmospheric cold fronts arriving to the area and by fluctuations in the low-salinity water transported into the region by poleward eastern boundary currents. The fluctuations in the transport of low salinity water are linked to the arrival of equatorially-originated coastally trapped waves. The crucial role of the transport of low salinity water for the interannual variability of SSS is specifically exemplified by the 2006 fall season, which includes the lowest salinity of the period 2003-2009. The lowest salinity of 2006 cannot be explained solely by evaporation, because 2006 was characterized by the largest evaporation of the period 2003-2009. However, the presence of the lowest salinity environment can be attributed to the evaporation in conjunction with the largest upper ocean transport of low salinity water carried to the NGOC by the 2006 El Niño intensified poleward eastern boundary currents.

OCE-2

### CORRIENTES EN LOS UMBRALES DE CUENCA DELFÍN EN LA PARTE NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

López Mariscal Manuel y Candela Pérez Julio

CICESE

malope@cicese.mx

Se analiza un año de datos de corrientes en los umbrales de Delfín y Canal de Ballenas que delimitan a cuenca Delfín. El flujo medio es diferente en ambas localidades ya que en el umbral Delfín existe una corriente de fondo que descarga agua hacia la parte profunda de la cuenca mientras que en el umbral del Canal de Ballenas existe una corriente superficial dirigida hacia la cabeza del golfo. Los espectros de las corrientes también son distintos, con la mayor parte de la energía en las frecuencias más bajas en el umbral Delfín, pero en periodos de alrededor de 15 días en el umbral de Canal de Ballenas, excepto en la superficie en donde la energía más alta también está en las frecuencias más bajas y asociada a las oscilaciones de la corriente dirigida hacia la cabeza del golfo. Las corrientes de fondo en el umbral Delfín están significativamente correlacionadas con las frecuencias más bajas de las corrientes en el umbral del Canal de Ballenas hacia la cabeza del golfo cerca de la superficie y con las corrientes hacia la boca del golfo en profundidades entre 250 y 600 m, de tal forma que una intensificación de la corriente de fondo, y por tanto del transporte profundo que se descarga en cuenca Delfín, está asociada a una intensificación de la corriente superficial que sale del Canal de Ballenas hacia la cabeza del golfo y de la corriente subsuperficial que entra hacia el Canal de Ballenas en dirección del la boca del golfo. Esto se interpreta como parte del intercambio y renovación de agua de las cuencas profundas del golfo norte. A frecuencias más altas (periodos entre 3 y 10 días), existe coherencia significativa entre las corrientes profundas de ambos umbrales. Para estos periodos las corrientes hacia la cabeza del golfo en el umbral Delfín anteceden de 1.3 días a 1.8 días a las corrientes hacia la boca del golfo en el umbral del Canal de Ballenas. Este comportamiento sugiere algún tipo de onda propagándose desde el umbral Delfín hasta el umbral del Canal de Ballenas alrededor de cuenca Delfín. A estas frecuencias también hay una buena coherencia entre las temperaturas profundas en el umbral de Canal de Ballenas y las corrientes hacia la cabeza del golfo entre 300 y 500 m de profundidad en ese mismo umbral. Finalmente, en el umbral de Delfín existe una energía significativa en periodos de 15 días en las corrientes cerca del fondo y esto es consistente con la modulación quincenal del transporte profundo en el umbral de San Esteban que necesariamente se continúa hasta el umbral Delfín.

OCE-3

### EFFECTO DE LA MAREA Y LA BATIMETRÍA EN LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Gómez Valdivia Felipe y Pares Sierra Alejandro

CICESE

apares@cicese.mx

El modelo numérico ROMS (Regional Ocean Modelling System) es usado para analizar la Temperatura Superficial (TS) del Norte del Golfo de California. La TS generada por el modelo es coherente con observaciones, reproduciendo bajas TS dentro del Canal de Ballenas (CB) y en la región alrededor de la Isla San Esteban (RSE). Ambas regiones son sometidas a bombeo de agua subsuperficial generado por marea. Una vez bombeada, esta agua es mezclada y alcanza la superficie por efectos turbulentos característicos de la capa superficial oceánica. Experimentos numéricos muestran que la baja TS dentro de estas regiones es eliminada cuando el forzamiento por marea o las irregularidades del fondo marino son excluidos del modelo. Estos resultados indican que el efecto conjunto de la marea y las irregularidades batimétricas juegan un papel fundamental en la permanencia superficial de agua fría y nutritivamente rica dentro de CB y RSE.

OCE-4

### LAS ESCALAS DE LA TURBULENCIA EN EL CANAL DE BALLENAS

Figueroa R. J.M., López Mariscal Manuel, Amador B. A. y Lavín Miguel

CICESE

figuer@cicese.mx

Se presentan los resultados de dos cruceros hidrográficos (marzo y septiembre de 2009) realizados en el Canal de Ballenas. Las observaciones, además de datos de CTD convencional, incluyen datos de corrientes (LADCP) en cada lance, de microestructura (VMP6000) en algunos y de velocidad durante seis meses (ADCP) en el umbral de San Lorenzo. Con los datos obtenidos se calculan algunos de los parámetros básicos para caracterizar la mezcla turbulenta (Escala de Thorpe, Ozmidov, razón de disipación y Número de Richardson) y se prueban algunas parametrizaciones.

OCE-5

### TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA BAHÍA DE YAVAROS

Carbajal Pérez Noel<sup>1</sup> y Dworak Robinson Juan Adolfo<sup>2</sup><sup>1</sup>IPICYT<sup>2</sup>CICESE

noelc@ipicyt.edu.mx

Aplicando un modelo hidrodinámico-numérico bidimensional verticalmente integrado al cuerpo de agua costero Bahía de Yavaros, se calcularon los transportes de sedimento como carga de fondo y en suspensión inducidos por las mareas más dominantes en el área de estudio. En los cálculos numéricos la batimetría evolucionó en cada paso de tiempo. Considerando una velocidad crítica de 0.3 m/s, a partir de la cual ocurre el transporte como carga de fondo, se obtuvieron las zonas de erosión y acreción. La contribución a la morfología por el transporte en suspensión es importante y tiene una estructura semejante a la obtenida como carga de fondo. Los cálculos revelan las regiones con mayor dinámica de sedimentos y las tendencias morfológicas. Se efectuaron experimentos con diferente tamaño de grano.

OCE-6

### SALTO HIDRÁULICO PRÓXIMO A ISLA DEL CARMEN (GOLFO DE CALIFORNIA)

Salas Monreal David<sup>1</sup>, Salas de León David Alberto<sup>2</sup>, MonrealGómez María Adela<sup>2</sup> y Riverón Enzástiga Mayra Lorena<sup>3</sup><sup>1</sup>Universidad Veracruzana<sup>2</sup>Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM<sup>3</sup>Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

davidssalomonreal74@yahoo.com.mx

Datos de temperatura, salinidad, densidad, velocidad de la corriente y la intensidad del backscatter fueron usados para describir un salto hidráulico próximo a Isla del Carmen (Golfo de California). Los datos muestran un salto hidráulico observado tanto con los datos como mediante las salidas de un modelo numérico (ROMS), el cual muestra el salto hidráulico y la ondas de lee formadas sobre un cañón de 280 m de profundidad similar al de la zona de estudio. Mediante la modelación numérica se obtuvo la dispersión horizontal de las partículas suspendidas en la columna de agua y con los datos observacionales se describió la concentración de organismos de zooplankton en la columna de agua y el efecto del salto hidráulico sobre ellos.

OCE-7

### EFFECTOS DE LA VARIACIÓN INTERANUAL EN LOS GIROS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Pares Sierra Alejandro, Flores Ana Laura y Gómez Valdivia Felipe  
CICESE  
apares@cicese.mx

Se analizan 28 años de datos de la implementación del modelo ROMS (Regional Ocean Modeling System) al Golfo de California. El modelo se encuentra embebido en un modelo regional del Pacífico Nororiental cuyas condiciones de frontera y forzamientos superficiales fueron derivados de las bases de datos SODA y NARR respectivamente. Temperaturas superficiales de AVHRR (Advance Very High Resolution Radiometer) son también usadas para contener al modelo. Se incluye el efecto de la marea a través de la frontera por medio del modelo TPX06. Se describe la evolución de las corrientes, estructura térmica superficial y los transportes longitudinales a lo largo del golfo. Dichos campos se analizan en el contexto de la formación de los giros que dominan la circulación. Encontramos que la estructura e intensidad de estos giros está ligada a variaciones interanuales de la intensidad y el corte lateral de la señal costera proveniente del Pacífico. En gran medida las características lagrangeanas del golfo y en consecuencia parte de las interacciones físico-biológicas (p. ej. conectividad) están determinadas por la estructura de estos giros; es importante entender su procesos de generación y su variabilidad estacional e interanual. Se avanza en esta dirección.

OCE-8

### BAHÍA CONCEPCIÓN, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO. ESTRUCTURA HIDROGRÁFICA

Obeso Nieblas Maclovio<sup>1</sup>, Gaviño Rodríguez Juan Heberto<sup>2</sup>, Shirasago Germán Bernardo<sup>1</sup>, García Morales Gisela<sup>1</sup> y Obeso Huerta Maclovio<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN  
<sup>2</sup>Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima  
<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur  
mniebla@ipn.mx

Se analizó la estructura hidrográfica en Bahía Concepción, Golfo de California durante un ciclo estacional, con datos de CTD de cuatro cruceros realizados en 1994 (invierno, primavera, verano y otoño). Se aprecia la bahía térmicamente homogénea durante invierno y otoño, producto de los fuertes vientos del noroeste, mientras que en primavera y verano se presenta estratificada, con un frente termohalino en la zona de la boca, debido a la intensa radiación solar y a las surgencias generadas por los vientos del sureste, en la frontera con el Golfo de California. La bahía presentó un mezclado vertical, durante invierno y otoño, mientras que en primavera y verano, fue de estratificación horizontal. La salinidad tuvo un comportamiento bimodal, registrándose los máximos superficiales en primavera y otoño y los mínimos durante invierno y verano. La distribución de temperatura y salinidad difieren estacional y espacialmente, producto de la radiación solar, estratificación por calentamiento/enfriamiento, estratificación por flujo de densidad, proceso de mezcla y flujo impulsado por el viento. Es de destacar, un comportamiento cíclico de la estructura térmica de la bahía, fluctuando de una condición homogénea y fría a un ambiente estratificado y caliente, separado por dos períodos cortos de transición.

OCE-9

### HIDROGRAFÍA EN BAHÍA DE LA PAZ Y ZONA OCEÁNICA ADYACENTE MEDIANTE MEDICIONES IN-SITU E IMÁGENES DE SATÉLITE

Guevara Guillén Cristóbal, Shirasago Germán Bernardo, Obeso Nieblas Maclovio, García Morales Ricardo y Gámez Soto Diego  
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN  
cguevarag0900@ipn.mx

La Bahía de La Paz representa un importante capital ecológico en el Golfo de California. Es el cuerpo de agua protegido más extenso de su costa occidental y presenta una interacción con el golfo a través de dos bocas permanentes. Los procesos de mesoescala que ocurren en el sur del golfo determinan en gran medida las condiciones hidrográficas en la bahía. Atendiendo a la necesidad de conocer la hidrografía y la interacción que ocurre entre La Bahía de La Paz y la zona oceánica adyacente del golfo, el objetivo del presente trabajo es analizar las condiciones hidrográficas y determinar la relación entre ambos cuerpos de agua, describiendo la influencia que tienen los fenómenos que ocurren en el golfo sobre la bahía, en las cuatro estaciones del año 2009. Para cumplir con el objetivo del presente análisis se utilizaron datos in situ e imágenes de satélite. Los datos de campo consistieron de 54 estaciones de muestreo, durante cuatro expediciones que cubrieron cada estación del año, de los cuales se obtuvieron perfiles de CTD (Conductivity, Temperature and Depth). Las imágenes de satélite utilizadas fueron de los sensores AVHRR de temperatura superficial del mar y SeaWiFS de clorofila "a", contemporáneas a los muestreos in situ, del tipo HRPT y en formato HDF. De los resultados

puede observarse que durante la época fría, dominada por fuertes surgencias continentales en el golfo, los remolinos que se generan en éste, transportan propiedades a la zona de la bahía. Mientras que en la época cálida, se detectan en la parte profunda de la bahía Agua Superficial Ecuatorial, que entra al golfo por La Boca Grande. Concluyéndose que el golfo tiene una gran influencia sobre las condiciones hidrográficas de la bahía, lo cual fue corroborado tanto con las mediciones in situ, como con las imágenes de satélite.

OCE-10

### BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO. VARIABILIDAD HIDROGRÁFICA

Obeso Nieblas Maclovio<sup>1</sup>, Gaviño Rodríguez Juan Heberto<sup>2</sup>, Shirasago Germán Bernardo<sup>1</sup>, García Morales Ricardo<sup>1</sup>, García Morales Gisela<sup>1</sup> y Obeso Huerta Hipolyto<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN  
<sup>2</sup>Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima  
<sup>3</sup>Instituto Tecnológico de La Paz, B.C.S.  
mniebla@ipn.mx

Se analizó la variabilidad hidrográfica en Bahía de La Paz, Golfo de California durante un ciclo estacional, con datos de CTD de cuatro cruceros realizados en 2009 (invierno, primavera, verano y otoño).

Se aprecia la bahía térmicamente estratificada durante todas las estaciones del año (invierno, primavera, verano y otoño), con una capa de mezcla (50 m) a fines del otoño. Es de destacar que durante el verano la estratificación térmica fue máxima y se apreció hasta los 350 m de profundidad. Por el contrario, la salinidad presentó gran variabilidad en los primeros 50 m de profundidad, con la mayor salinidad superficial a fines de la primavera y la mínima salinidad en el otoño, al parecer esta disminución fue generada por el arribo de agua de menor salinidad del Golfo de California, lo que destruyó la haloclina en la bahía. La densidad en la bahía presentó un comportamiento que fue determinado por la temperatura, con la mayor densidad durante el invierno, con una pincoclina muy escarpada, desde la superficie hasta los 100 m de profundidad durante la primavera.

Por otra parte, se registró el arribo de Agua Superficial Tropical a fines de la primavera en la costa sureste de la Boca Norte y al finalizar el verano en la bahía se encontró una significativa disminución de Agua del Golfo de California, compensada por la presencia de una importante cantidad de Agua Superficial Tropical, con la mayor variabilidad hidrográfica en las aguas con temperaturas mayores a 15 °C.

OCE-11

### ESTABILIDAD DE LA LÍNEA DE COSTA DE BAHÍA SAN LUCAS, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Nava Sánchez Enrique, Navarro Lozano J.O., Murillo Jiménez J.M. y Godínez Orta L.  
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN  
enava@ipn.mx

La Bahía San Lucas está localizada en la punta sur de la Península de Baja California, justo en la entrada al Golfo de California, con una fuerte influencia hidrodinámica del Océano Pacífico y del impacto de 2 a 5 ciclones cada año. Así, el propósito de este trabajo es estimar la estabilidad de la línea de costa de la bahía, mediante el análisis de los procesos sedimentarios que controlan su avance y retroceso. Se reanalizaron resultados de trabajos geomorfológicos y sedimentológicos previos y datos del monitoreo de perfiles de playa (1997 a 2004), los cuales mostraron la dinámica de la playa y que su sedimento es aportado principalmente por descargas fluviales y una pequeña parte por transporte litoral, tanto del Pacífico como del noreste. Análisis de SIG mostraron que sólo con precipitaciones catastróficas el arroyo El Salto desarrolla flujos rápidos de escombros, como durante el huracán Juliette (2001), con una descarga estimada de 4 millones de m<sup>3</sup> a la línea de costa en donde se formó un abanico deltáico temporal. Levantamientos batimétricos y buceo scuba mostraron que la cabecera del cañón submarino San Lucas, localizada en la porción sur-central (incluye el área frente al arroyo El Salto), en donde inicia entre 6-8 m bajo el nivel del mar. Así, la cabecera del cañón atrapa la mayor parte del sedimento descargado durante flujos de escombros y el oleaje de swell y tormenta redistribuye el sedimento acumulado en el abanico deltáico a lo largo de las playas hasta que eventualmente es atrapado por el cañón submarino. La cabecera del cañón en la costa rocosa sur atrapa rápidamente la mayor parte del sedimento que entra a la bahía desde el litoral del Pacífico, en tanto que el aporte litoral de noreste se mueve a lo largo de la playa, hasta que también es atrapado en la porción sur-central por la cabecera del cañón. Una mínima parte del sedimento sale hacia la duna frontal, el cual eventualmente es atrapado por un arroyo atrás de la duna. Fechaciones del sedimento de la base y cima de dicha duna dieron edades de 3200 y 800 años respectivamente, lo que permitió concluir que el sistema litoral playa-duna ha permanecido en la misma posición durante al menos los últimos 3200 años. Así, concluimos que la cabecera del cañón submarino juega el principal papel en el control de la estabilidad de las playas de la bahía.

OCE-12

### REGIONALIZACIÓN DEL GOLFO DE CALIFORNIA CON BASE EN EL CICLO ANUAL DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA-A

Romero Centeno Rosario, Méndez Ramos Citlalli y Zavala Hidalgo Jorge  
*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*  
 rosario@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se obtiene una regionalización del Golfo de California (GoC) con base en el análisis del comportamiento estadístico de las anomalías mensuales de la concentración de clorofila-a (Cca) usando los datos del satélite SeaWiFS para el período 1997-2008. La metodología seguida se basa en la amplitud de las funciones empíricas ortogonales de la Cca en el GoC. Áreas con rangos similares de variación en cada uno de los modos principales se determinaron con base en un análisis subjetivo de los modos y de los mapas de anomalías mensuales. Se identificaron once patrones espaciales, con diferente comportamiento estadístico, representando quince regiones conexas. Los principales mecanismos de forzamiento para la variación estacional de la Cca en el GoC son la mezcla por marea, los flujos de calor, los vientos, la circulación estacional, la convección, ondas atrapadas a la costa y ondas internas.

OCE-13

### HACIA UNA DESCRIPCIÓN ÓPTIMA DE LA DINÁMICA DE LA ZONA IMECOCAL: MODELACIÓN NUMÉRICA Y OBSERVACIONES

Gómez Valdívila Felipe y Pares Sierra Alejandro  
*CICESE*  
 apares@cicese.mx

Con el objetivo de analizar detalladamente los procesos físicos que dictan la dinámica oceánica de la zona IMECOCAL, se implementó el modelo numérico ROMS (Regional Ocean Modelling System) para dicha región. Se consideraron los efectos de procesos físicos de mayor escala al anidar la región de interés, cuya resolución espacial es de 3 Km., dentro de un dominio espacial que abarca gran parte del Océano Pacífico Nororiental. La implementación del modelo se basa en forzamientos superficiales derivados de NARR (North American Regional Reanalysis), datos AVHRR (Advance Very High Radiometer Resolution) de temperatura superficial del mar, climatologías de WOA (World Ocean Atlas) y batimetría con dos minutos de resolución de ETOPO. Resultados preliminares muestran consistencia con observaciones, en especial: las variaciones estacionales de la Corriente de California, la formación de meandros y la subsecuente generación de remolinos que viajan hacia el oeste, principalmente, en otoño e invierno.

OCE-14

### EL EFECTO DE UNA DESCARGA DE ALTA DENSIDAD EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS

Ramírez Aguilar Isabel<sup>1</sup>, Vázquez González Rogelio<sup>1</sup>,  
 Ramírez Gerardo<sup>1</sup> y Blanco Betancourt Rafael<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>CICESE  
<sup>2</sup>UABC  
 iramirez@cicese.mx

La aplicación de modelos numéricos, es en la actualidad una herramienta esencial para la planeación del desarrollo costero. La hidrodinámica de cuerpos de agua de pequeña escala, juega un papel principal para conocer el efecto de vertederos en el océano costero, por lo cual es importante monitorear la hidrodinámica local para adaptar los modelos. Se utiliza el modelo 'Estuarine, Lakes and Coastal Ocean Model' (ELCOM) para simular la hidrodinámica de la Bahía de Todos Santos incluyendo una descarga de alta densidad a una profundidad de 14m. El modelo es forzado con las variables ambientales medidas 'in situ' para la adaptación del modelo. Se presentan los resultados de las mediciones que se utilizaron para forzar un modelo hidrodinámico, y los resultados del modelo utilizado para conocer el efecto que tendría una descarga hipersalina en la Bahía de Todos Santos.

OCE-15

### INTERCAMBIO DE AGUA EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA

Candela Pérez Julio, Pérez Brunius Paula, López Mariscal Manuel, Coronado Méndez César y Robles Pacheco José María  
*CICESE*  
 jcandela@cicese.mx

Más de un año de observaciones de corriente en las dos bocas de la Bahía de Todos Santos han permitido estimar el intercambio de agua entre la bahía y el océano adyacente. Las mediciones se realizaron en las localidades del

cañón de Punta Banda y en la sección entre Punta San Miguel y las Islas de Todos Santos, entre agosto de 2007 y octubre de 2008. La integración vertical del perfil de corriente medido en el centro del cañón muestra un transporte promedio de 12,000 m<sup>3</sup>/s saliendo de la bahía por debajo de los 100 metros de profundidad, lo cual implica un periodo medio de recambio de solo 2 días para las aguas del cañón por debajo de esta profundidad. Este flujo medio de salida parece darse en respuesta a un bombeo de marea que introduce la misma cantidad de agua a frecuencias supra-inerciales. El flujo de salida profundo en el cañón presenta un marcado ciclo anual con un mínimo en primavera y un máximo en otoño, que suponemos se debe a variaciones en la estratificación de la columna de agua. Integrando las mediciones de corriente en la sección entre Punta San Miguel y las Islas de Todos Santos, la cual presenta profundidades máximas de 50 metros, se observa un flujo medio de entrada de 6,000 m<sup>3</sup>/s. Este flujo de entrada debe estar compensado por un flujo de salida en la sección del cañón por arriba de los 50 metros de profundidad, e implica un tiempo medio de residencia de 12 días para la zona somera (< 50 metros) de la bahía. Las variaciones del flujo somero entre las Islas y Punta San Miguel están correlacionadas con la intensidad del índice de surgencias, el cual se obtuvo a partir de los vientos medidos en la Isla norte de Todos Santos.

OCE-16

### ANÁLISIS DE METEOTSUNAMIS EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C.

De Grau Amaya Pamela y Ortiz Figueroa Modesto  
*CICESE*  
 ortizf@cicese.mx

En este trabajo se analizan observaciones conjuntas de nivel del mar y de presión atmosférica en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Las observaciones revelan la presencia de meteotsunamis u oscilaciones de alta frecuencia (períodos de 6 a 8 minutos) del nivel del mar, que son excitadas por cambios súbitos en la presión atmosférica. Se investiga el mecanismo de generación de los meteotsunamis mediante un modelo numérico hidrodinámico forzado con perturbaciones en la presión atmosférica. Los resultados del modelo numérico corroboran la hipótesis de que los meteotsunamis se generan por la propagación de frentes de presión atmosférica originados posiblemente por el paso de ondas de gravedad. Las frecuencias observadas en los meteotsunamis sintéticos corresponden a los modos normales de oscilación o "seiches" observados en la bahía.

OCE-17

### DOS AÑOS DE DATOS OCEANOGRÁFICOS DE LA BOYA DE LA UNAM EN ISLA SOCORRO

Salas de León David Alberto, Monreal Gómez María Adela y Gracia Gasca Adolfo  
*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*  
 dsalas@servidor.unam.mx

En el 2005 el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM armó y colocó una boya oceanográfica en las costas de Isla Socorro, Archipiélago de las Revillagigedo, que transmitió datos horarios en forma continua del 11 de julio del 2005 al 15 de noviembre del 2007. Las variables oceanográficas registradas fueron: magnitud y dirección de las corrientes, conductividad, temperatura, salinidad, densidad, turbidez, pH, fluorescencia, nivel del mar, oleaje y mareas; mientras que las variables meteorológicas son: magnitud y dirección de la velocidad del viento, temperatura, humedad relativa y presión. El análisis espectral muestra periodicidades anuales, estacionales, quincenales y las asociadas a las principales componentes de marea; así como, una banda importante entre los 30 y 60 días que pueden atribuirse a procesos asociados a oscilaciones del tipo Madden-Julian.

OCE-18

### MIXED LAYER DEPTH VARIABILITY IN THE TROPICAL BOUNDARY OF THE CALIFORNIA CURRENT, 1997-2007

Jerónimo Moreno Gilberto<sup>1</sup> y Gómez Valdés José<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, UNAM  
<sup>2</sup>División de Oceanología, CICESE  
 gjeronim@ciencias.unam.mx

The variability of the surface layer depth is examined over a decade (1997-2007) for the tropical boundary of the California Current (24-32°N), using conductivity-temperature-depth observations collected by quarterly survey cruises. Our study reveals that isothermal layer depth and isohaline layer depth are different from each other. To determine isopycnal layer depth (MLD) a potential density criterion is implemented. Results indicate that salinity variations control MLD rather than temperature variations. The mean state of the surface layer indicates that contour lines of MLD are parallel to the coast, with mixed layer thickness decreasing towards the coastal zone, in agreement with geostrophic balance of the equatorward flow and coastal upwelling. Seasonal changes show

that the deepest (~70 m) MLD's are reached in January and the shallowest (~15 m) occur in July. We find that seasonal MLD changes in the entire domain are related to Ekman transport and buoyancy frequency below the mixed layer. The first two modes of variability of MLD show a meridional structure, similar to the mean state, while the third one shows a zonal structure. Ekman transport and Ekman pumping are used to explain the three modes. There is a significant correlation between the second leading mode of interannual variability and the North Pacific Gyre Oscillation. An abrupt MLD change occurs between January 1998 and January 1999 associated with strong El Niño-La Niña cycle shift that occurred in this period.

OCE-19

#### VARIABILIDAD OCEANOGRÁFICA SUPERFICIAL DEL HÁBITAT DE LOS STOCKS DE SARDINOPS SAGAX, EN EL SISTEMA DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA (1981-2005)

García Morales Ricardo<sup>1</sup>, Félix Uruga Roberto<sup>1</sup>, Shirasago Germán Bernardo<sup>1</sup>, Obeso Nieblas Maclovio<sup>1</sup>, Hill Kevin<sup>2</sup>, García Morales Gisela<sup>1</sup> y Guevara Guillén Cristóbal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

<sup>2</sup>Southwest Fisheries Science Center

rigarciam@ipn.mx

Estudios recientes han sugerido que las interacciones entre el océano y el clima, pueden cambiar drásticamente la productividad en el océano y la abundancia de las poblaciones de peces en los diferentes sistemas de corrientes. En el Océano Pacífico Nororiental se ha identificado una variabilidad oceanográfica de diferentes escalas la cual se encuentra influenciada por el Sistema de la Corriente de California (SCC), en donde se consideran tres ciclos importantes de variación: la variación estacional, surgencias costeras y la variación interanual. El objetivo principal es analizar la variabilidad de algunas condiciones oceanográficas superficiales en el Sistema de la Corriente de California, así como los efectos de algunos fenómenos de macroescala como El Niño, La Niña y la Oscilación Decadal del Pacífico que determinan la distribución de los stocks de sardina, durante el período de 1981 a 2005. Se utilizarán imágenes mensuales de Temperatura Superficial del Mar y de clorofila "a", con 1 km de resolución. Lo anterior servirá para analizar la variabilidad oceanográfica y para dilucidar estructuras oceanográficas de mesoescala, como la manifestación de corrientes, surgencias, remolinos ciclónicos y anticiclónicos, frentes y filamentos. El análisis de capturas de sardina del Pacífico por grados de TSM para el área de estudio y zonas de pesca, presentó 3 máximos; uno mayor de 22°C otro de temperaturas entre 17°C y 22°C y el tercero con temperaturas menores de 17°C. El análisis de capturas de sardina del Pacífico por valores de concentración Chl "a" presentó una comportamiento similar a la temperatura observándose tres máximos de capturas, uno que presenta las mayores capturas en concentraciones menores a 1.8 mg.m<sup>3</sup>, el segundo con valores entre 1.8 mg.m<sup>3</sup> y 3.4 mg.m<sup>3</sup> y el tercero en concentraciones mayores a 3.4 mg.m<sup>3</sup>. También se observó una importante presencia de fenómenos de mesoescala en el SCC.

OCE-20

#### TEMPORAL-SPATIAL DISTRIBUTION OF WAVE ENERGY ON THE MEXICAN PACIFIC COAST

Padilla Hernández Roberto<sup>1</sup> y Jiménez Hernández Sergio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas

<sup>2</sup>NOAA-NCEP-SAIC Camp Springs, MD

roberto.padilla@noaa.gov

The simulation and prediction of harsh storms and their associated extreme waves have become an important issue in recent years due to increased potential for severe damage to human activities and infrastructure. Such waves have a great influence on many economic and social sectors, affecting marine and coastal infrastructure, human settlements and industry established in the coastal marine operations, oil and gas production in the ocean. The storms and hurricanes can produce wind fields that vary rapidly and may produce very large and complex waves, which can spread thousands of miles from the center of the storm. To simulate such wind-waves and their distribution in geographical space and time in the Mexican Pacific Coast, the numerical wave model WAM was used. The wind-wave simulation time span was 60 years, from 1948 to 2007. The National Centers for Environmental Prediction (NCEP, for its acronym in English) wind data were used. Wave simulations are verified by comparing them against data buoy from the National Data Buoy Center of the United States. Several parameters were calculated and analyzed along the Mexican Pacific Coast. Simulated and measured wave spectra are compared.

OCE-21

#### PROPAGACIÓN ESTACIONAL DE SEÑALES FRENTE A LAS COSTAS MEXICANAS DEL PACÍFICO NORORIENTAL

Flores Ana Laura y Pares Sierra Alejandro

CICESE

alflores@cicese.mx

Se utilizaron dieciséis años (1993-2008) de anomalías de nivel del mar de la base AVISO (Archiving Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data) para estudiar la propagación de señales estacionales frente a las costas Mexicanas del Pacífico Nororiental. Para analizar las características de propagación, se aplicó el análisis de Funciones Empíricas Ortogonales Extendidas (FEOEx) a la componente dinámica del nivel del mar, la cual fue calculada eliminando la parte estérica, que se encuentra relacionada con los flujos de calor superficial que pudieran estar afectando la variabilidad estacional de los procesos locales en la zona. Con ayuda de un modelo de ondas largas de Rossby, forzado con viento de NARR (North America Regional Reanalysis), se pudo identificar al rotacional del esfuerzo del viento, como la principal causa de generación de señales en la costa, las cuales tienden a propagarse como lo muestra el análisis hecho por las FEOEx. Encontrando así, dos rasgos principales de propagación: 1) La existencia de un pulso cálido originado en la costa, que viaja hacia el norte y que se propaga como una onda de Kelvin de frecuencia anual. 2) Ondas de Rossby de tipo anual propagándose hacia el oeste (como lo indica la teoría lineal), que se originan por la radiación de señales generadas en la costa.

OCE-22

#### ESPECTROS DE ORDEN SUPERIOR DEL OLEAJE PARA EL ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN ENTRE ONDAS CORTAS Y LARGAS

Ocampo Torres Francisco J.

CICESE

ocampo@cicese.mx

Utilizando como base las mediciones del oleaje en el Golfo de Tehuantepec (Experimento intOA, febrero-marzo 2005), se estiman espectros, biespectros y triespectros con el fin de obtener información sobre la interacción entre las componentes involucradas. El caso de oleaje local y oleaje generado por tormentas lejanas (OGTL) en dirección opuesta es típico de la región de estudio cuando se presentan los eventos tehuanos (vientos del norte, intensos y persistentes). La presencia de OGTL impone una influencia en el intercambio de momento entre el océano y la atmósfera. El objetivo fundamental del presente trabajo es determinar el mecanismo de esa influencia. Las ondas cortas y la rugosidad que representan en la superficie del mar pueden ser modificadas por el efecto del OGTL a través de interacciones no-lineales. Los antecedentes teóricos reportan una asociación entre interacciones no lineales y los valores de los espectros de orden superior de algunos procesos físicos, tales como turbulencia, ondas internas y oleaje. Las componentes del oleaje que pueden interactuar presentan una conexión en su fase, que también puede representarse en el sesgo y la kurtosis de las elevaciones, indicando la ocurrencia de procesos no-lineales. El resultado muestra que las interacciones entre componentes del oleaje local consigo mismas y las del oleaje generado por tormentas lejanas -OGTL- (también consigo mismas) son poco relevantes al comparárlas con las interacciones correspondientes entre el oleaje local y el OGTL. Las interacciones entre esas dos componentes del oleaje inducen una tercera componente asociada en fase y representa el resultado del forzamiento ocasionado por las dos primeras.

OCE-23

#### DESARROLLO DE UN MODELO DE CIRCULACIÓN BIOFÍSICA DE ALTA RESOLUCIÓN EN EL GOLFO DE MÉXICO Y MAR DE CAIMÁN

Guerrero Moreno Lorena<sup>1</sup>, Sheinbaum Pardo Julio<sup>1</sup>, Candela Pérez Julio<sup>1</sup> y Moore Andrew<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CICESE

<sup>2</sup>UCSC

lguerrer@cicese.mx

Se desarrolla y se valida un modelo de circulación biofísica de alta resolución (5 km) usando el modelo ROMS (Regional Ocean Modelling System) para la región del Golfo de México y Mar de Caimán. Las variables usadas para la validación son; temperatura potencial, salinidad, anomalía del nivel del mar, componentes zonal y meridional de la velocidad y velocidad normal al Canal de Yucatán, así como clorofila y nitratos. Dichas variables se comparan con las climatologías de Levitus de temperatura y salinidad, con la anomalía dinámica del nivel del mar de AVISO, con datos de clorofila de satélite SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor) y con la climatología de nitratos del atlas mundial (World Ocean Atlas 2005). Los datos de velocidad de la simulación se comparan con las observaciones obtenidas por el proyecto CANEK, para el Canal de Yucatán, Caribe Mexicano y algunas regiones en el Golfo México. Los datos obtenidos de la simulación se analizan mediante su media, desviación estándar, modos de

variabilidad espacial y temporal y análisis espectral. Los análisis muestran que el modelo resuelve correctamente la estructura vertical y espacial de temperatura y salinidad, reproduciendo de manera razonable las masas de agua típicas de la zona. El análisis de Funciones Empíricas Ortogonales de la anomalía del nivel del mar muestra estructuras temporales y espaciales similares aunque el orden de los modos es diferente. Los dos primeros modos de variabilidad de la corriente en el Canal de Yucatán sugieren que la variabilidad de la estructura de la corriente vertical simulada está relacionada por el paso de remolinos como en las observaciones. Para la parte del Caribe Mexicano el primer modo muestra, al igual que las observaciones, una circulación alineada a la costa. Los valores del transporte en el Canal de Yucatán son razonables con los valores observados.

OCE-24

#### ANÁLISIS LAGRANGIANO DEL PROCESO DE LIBERACIÓN DEL REMOLINO DE LA CORRIENTE DE LAZO

Andrade Canto Fernando, Sheinbaum Pardo Julio, Candela Pérez Julio y Zavala Sansón Luis  
CICESE  
fandrade@cicese.mx

Se realizó un análisis lagrangiano para tres procesos diferentes de liberación del remolino de la corriente de lazo. Se utilizó el campo de velocidades del modelo de circulación oceánica NEMO (OPA) y la técnica de los exponentes de tiempo finito de Lyapunov (FTLE). La técnica de los exponentes de tiempo finito de Lyapunov se aplicó para determinar las regiones donde la mezcla puede ser mayor, así como para identificar las estructuras coherentes lagrangianas tales como las variedades estables e inestables. Estas estructuras permiten identificar las fronteras de los remolinos y las principales corrientes en la región. Los exponentes se calcularon para cada día durante dos meses para cada evento en el que se separa el remolino de la corriente de Lazo, esto permitió identificar los procesos de formación de estructuras ciclónicas del lado del corte positivo de la corriente de Yucatán. La formación de estas estructuras ciclónicas está fuertemente asociada al proceso de liberación del remolino de la corriente de Lazo. Entender y determinar las causas que permiten la formación de estas estructuras es muy importante. Para ello, se analizó la interacción de la corriente de Yucatán con estructuras de meso-escala en la parte norte del Mar Caribe. En los tres casos, los remolinos anticiclónicos, con rumbo noroeste, al cruzar el canal de Yucatán desvían a la corriente de Yucatán hacia el este. Esto permite la formación de remolinos ciclónicos, del lado oeste de dicha corriente, los cuales preceden al proceso de liberación del remolino de la corriente de Lazo. Este comportamiento sugiere que la corriente de Yucatán al interactuar con estructuras anticiclónicas en el Canal de Yucatán propicia el proceso de liberación del remolino de la Corriente de Lazo.

OCE-25

#### MODELOS FÍSICOS PARA EL ESTUDIO DE PROPAGACIÓN DE SUSTANCIAS EN BAHÍAS Y GOLFO

Martínez Zatarain Alejandro<sup>1</sup> y Skiba Yuri<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>CUCBA, UDG  
<sup>2</sup>CCA, UNAM  
amartine@cencar.udg.mx

Se probaron varios modelos físicos para el estudio de propagación de sustancias en bahías y golfos. Numerosas pruebas con diferentes maquetas montadas en tanques sirvieron para probar técnicas de generación y visualización de flujos, mediante inyección de agua y sustancias con distinta flotabilidad y coloración. Varios tipos de iluminación, videocámaras y software fueron verificados. Se estudiaron los siguientes tipos de experimentos: forzamiento advectivo, forzamiento eólico, combinación de ambos forzamientos, barotrópicos, baroclinicos, con y sin rotación del sistema. La línea de costa y relieve del fondo en todos los casos fue realista. En base a lo anterior, fueron analizados los siguientes tipos de procesos dinámicos en torno a la circulación y el comportamiento de descargas, con lo que se logró caracterizar dinámicamente cada zona de la cuenca:

- Primeramente fue generada por forzamientos advectivo y atmosférico, y bajo rotación del sistema una circulación mesoescalar de la cuenca. Se identificaron los efectos dinámicos más importantes por islas, salientes, ensenadas, bahías, y en las cercanías a sistemas de esteros y ríos. Así, el sistema de corrientes experimentales reproducido aquí bajo el efecto de Coriolis corresponde a una corriente fuertemente afectada por la orientación del borde.

- Luego, en la microescala se examinó la influencia del viento y los accidentes de la línea de costa que modifican el patrón general producido por la advección, sumando a esta la deriva ocasionada por viento de las capas superficiales y las partículas flotantes.

- Así, los distintos flujos de deriva por viento de varias direcciones en una cuenca somera (la corriente es aproximadamente de la misma dirección que el viento) y rodeada por una geometría semicircular irregular que dirige los flujos produciendo diversos efectos dinámicos detectados experimentalmente y en

escenas por teledetección. Las zonas con diferentes tipos de circulación, los de estancamiento/acumulación de sustancias, la formación de plumas, su forma y su propagación en función de la dirección del viento, fueron reproducidos y discutidos, y en base a los experimentos fueron creados mapas para delimitar dichas zonas: esto sobre todo es importante para definir las zonas de playa con mayor o menor afectación por vertidos de descargas. Las bahías de Banderas, Chamela, Tenacatita y el Golfo de México sirvieron de estudio de caso.

- Los vientos diurnos en función del ángulo de incidencia afectan (dirigen) incluso en sentidos opuestos las plumas de descarga de los ríos. Conforme las brisas se activan, intensifican o transitan de una fase a otra, la pluma experimenta cambios en su dirección de propagación, forma, o migra de sitio respecto a la fuente, con distintas formas; los esquemas y escenas satelitales son una guía o referencia para diferentes estudios relacionados con las plumas de vertidos por ríos y la propagación de contaminación, sedimentos, larvas y plancton en general. También para casos de derrames accidentales pueden servir como herramienta de diagnóstico.

OCE-26

#### RADIONUCLIDOS EMISORES GAMMA Y PATRÓN DE CORRIENTES EN EL SISTEMA LAGUNAR DE ALVARADO, GOLFO DE MÉXICO

Vásquez Contreras Jorge Alberto, Salas Monreal David, Marín Hernández Mark y Vázquez de la Cerda Alberto M.  
Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana  
esijavc@yahoo.com.mx

Las lagunas costeras son lugares que sirven de protección, reproducción y alimento a organismos que vienen del mar, por lo que las pesquerías litorales y ribereñas dependen de la presencia de lagunas costeras y manglares. La laguna de Alvarado al igual que la mayoría de las lagunas costeras de México no posee en general una descripción del contenido de radionúclidos a excepción de las lagunas que se encuentran en la zona cercana a la Central Laguna Verde (CLV), es necesario tipificar la calidad del agua de estas masas tanto por radionúclidos naturales como artificiales y en caso de algún accidente que represente un riesgo radiológico por la cercanía de esta central generadora de energía a partir de combustible nuclear o por la influencia de fuentes abiertas, accidentes de transporte nuclear marítimo etc. Mediante este trabajo se pretende tener una base de datos de radionúclidos de tipo natural y artificial, así como el patrón de corrientes frente y dentro de la Laguna de Alvarado para obtener la posible dispersión de contaminantes en caso de un evento de liberación radiológica. Cabe mencionar que en época de nortes las masas de agua traerían consigo agua proveniente desde la zona de Laguna Verde y al pasar frente a la laguna de Alvarado, esta se debe de introducir debido al efecto de Coriolis, vientos y mareas. Conocer el patrón de corrientes en esta época nos ayuda a determinar las trayectorias de los distintos trazadores. Un trazador es un elemento que no cambia sus características. Como ejemplo podemos nombrar a la salinidad, la cual ha sido usada de forma sistemática como un trazador (Salas-Monreal y Valle-Levinson, 2008), sin embargo el poder usar radionúclidos emisores gamma, nos daría una mayor ventaja para rastrear las masas de agua. Actualmente mediante este trabajo se tiene la batimetría y se empezó el análisis por espectrometría gamma de las 20 muestras colectadas en las 6 vueltas que se realizaron en la Laguna de Alvarado. Durante cada una de las seis vueltas se obtuvieron perfiles de velocidad, temperatura y presión para obtener la dinámica de la laguna.

Palabras claves: Radiactividad, Laguna de Alvarado, Corrientes de Alvarado.

OCE-27

#### DINÁMICA Y TERMODINÁMICA DE LA ZONA NORTE EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO. PARTE I: CORRIENTES

Allende Arandía Ma. Eugenia, Zavala Hidalgo Jorge, Mateos Jasso Adriana y Romero Centeno Rosario  
Universidad Nacional Autónoma de México  
mallende@atmosfera.unam.mx

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) es una zona natural protegida que abarca un área de alrededor de 400 kilómetros cuadrados en la vecindad del Puerto de Veracruz, el municipio de Boca del Río y la comunidad de Antón Lizardo, se ubica en la región central de las costas de Veracruz sobre la plataforma continental, tiene un arreglo general que sigue la línea de costa. Un grupo de 11 arrecifes se localizan frente a la ciudad de Veracruz-Boca del Río y otro grupo de 12 arrecifes (de mayor estructura que los anteriores) se localizan frente a la comunidad de Antón Lizardo. Se estudia la variabilidad dinámica de las corrientes durante el periodo de agosto 2007-julio 2010 en el arrecife norte. Para ello se analizaron datos de ADCP instalado a 30 m de profundidad, datos de viento obtenidos del NARR y datos del nivel del mar obtenidos del Servicio Mareográfico Nacional de la UNAM. De acuerdo a los datos reportados en este estudio, se puede decir que las fluctuaciones estacionales de los sistemas atmosféricos de mesoescala que actúan como forzamientos externos e influyen directamente en la dinámica de las corrientes, introducen cierta variabilidad de otoño a invierno y en los meses de primavera, dominada principalmente

por las intrusiones frontales de manera local conocidas como nortes. Se correlaciona significativamente el aumento en la intensidad de los vientos del norte dan lugar a una intensificación de la corriente hacia el sureste, con un cambio en la dirección de la corriente en cuanto el viento incidente disminuye o cambia de dirección. En el verano las condiciones atmosféricas cambian significativamente, la intensidad de los vientos disminuye tal que las corrientes no se ven forzadas y por lo tanto no tienen una dirección preferencial. Por otra parte las corrientes de marea son mucho menores que las corrientes forzadas por viento teniendo las componentes O1 y K1 la máxima amplitud; existe una componente diurna, al parecer asociada a las brisas, que es relativamente importante en la dirección perpendicular a la línea de costa.

OCE-28

### DINÁMICA Y TERMODINÁMICA DE LA ZONA NORTE EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO. PARTE II: MASAS DE AGUA Y ESTRUCTURA TÉRMICA

Mateos Jasso Adriana, Zavala Hidalgo Jorge, Allende Arandía Ma. Eugenia y Romero Centeno Rosario  
*Universidad Nacional Autónoma de México*  
 amateos@atmosfera.unam.mx

La zona de estudio se ubica dentro del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), frente a la ciudad de Veracruz, México, consiste es un grupo de 11 arrecifes, limitados al norte por el río La Antigua y al sur por el río Jamapa.

En el SAV a partir del estudio de la dinámica de las corrientes se encontró una surgencia semipermanente durante el verano. En este trabajo se estudió la estructura vertical de la temperatura y la salinidad y su variabilidad en diferentes escalas de tiempo. Para ello se colocó un arreglo de sensores de temperatura y presión, se analizaron datos de CTD y datos de temperatura medidos con un ADCP colocado a 30 m de profundidad, para el periodo de agosto 2007-julio 2010.

De Enero a Marzo y de Septiembre a Diciembre la estructura vertical de la temperatura es casi homogénea, con diferencias de temperatura entre la superficie y el fondo, de menos de 2 C., Durante el verano la diferencia de temperaturas fue mayor a 4 C, observándose las temperaturas más bajas del año en el fondo durante los meses de Junio y Julio.

Si se considera que la componente del esfuerzo del viento a lo largo de la costa provoca un transporte superficial costa-afuera, encontramos que la disminución en la temperatura del fondo se asocia a la intrusión de masas de agua fría que provienen de la plataforma externa o del talud, durante los meses de verano.

La surgencia en la zona se ve influenciada por la escala de tiempo asociada a los eventos atmosféricos que ocurren de forma estacional, además de la dinámica general de las corrientes y la geografía de la zona, lo que hace que la variación de temperatura, en éste sitio descienda o aumente algunos grados centígrados en un lapso de tiempo muy corto, de horas o días.

OCE-29

### LONG-TERM CURRENTS AND WIND MEASUREMENTS IN THE PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO

Salas Pérez José de Jesús y Salas Monreal David  
*Universidad Veracruzana*  
 jsalasp39@yahoo.es

Long-term seasonal current measurements of current profiles, temperature, sea level, and wind velocity were carried out in a tropical coral reef system, "Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano" (PNSAV), located in the western continental shelf of the Gulf of Mexico. A comparative analysis was carried out during June, 2008 to September, 2009. The results show that the wind induced currents were mainly oriented from south to northwest during the spring and summer of 2009 and from north to south during the late summer, autumn and winter of 2008-2009, although in some cases the wind circulation was oriented in a nearly perpendicular direction to the coast, in both cases the magnitude of the wind induced currents is lesser than 15 cm/s. An important result is the variability of the wind during the summers seasons, which induced currents toward the south, in contrast with the year of 2009, which showed a flow regime running upcoast over the north part of the PNSAV. This behaviour of the current is mainly modulated by mesoscale phenomena rather than the complex topography.

OCE-30

### ESTIMACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS VERTICALES ASUMIENDO CONSERVACIÓN DEL TIPO DE AGUA

Ochoa de la Torre José Luis, Candela Pérez Julio, Sheinbaum Pardo Julio, Pérez Brunius Paula, López Mariscal Manuel y González Navarro Juan Ignacio  
 CICESE  
 jochoa@cicese.mx

Debemos considerar a la profundidad (i.e. la 'Z') como la variable dependiente, y a la temperatura (T o salinidad (S) e inclusive Oxígeno disuelto (O)) como la variable independiente(s). En lugar de considerar  $T=T(x,y,z,t)$  debemos considerar  $Z=Z(x,y,T,t)$ , ó, en una sola localidad de latitud y longitud constantes, en lugar de  $T=T(Z,t)$  debemos considerar  $Z=Z(T,t)$ , donde 't' es el tiempo. La razón es que los cambios que registramos son debidos primordialmente a desplazamientos verticales. Se puede decir que la temperatura (salinidad y oxígeno) 'cambio' porque nos 'cambiaron' el agua que estábamos midiendo y no porque cambiaron las propiedades del 'bloque' de agua que estábamos midiendo. Cualquier propiedad llamada conservativa tiene por definición esta cualidad (en lenguaje sofisticado, son invariantes Lagrangeanos). Como la distribución en 'equilibrio' es primordialmente sin variación lateral cualquier cambio en un punto se puede traducir a desplazamientos verticales siempre y cuando se conozca el 'perfil de equilibrio' y éste sea una función con inversa (i.e. que el perfil descrito por la función  $T=T(Z,t)$ , que siempre existe, tenga inversa  $Z=Z(T,t)$ , el cual no siempre existe, pues dada una temperatura (salinidad, oxígeno) no siempre ocurre en solo una profundidad). Ejemplos con i) series de tiempo de presión, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto medidos con un sensor puntual en una localidad en el Golfo de México e ii) los perfiles (de 'equilibrio') adjudicados al Golfo de México, muestran como esta hipótesis permite estimar no solo los desplazamientos verticales sino, en casos particulares, también estimaciones del error. Es la estimación del error lo que hace pertinente este estudio.

OCE-31

### UN NUEVO MODELO PARA OBTENER ESTADÍSTICAS DE OLEAJE A PARTIR DE IMÁGENES REMOTAS DE SUPERFICIES MARINAS

Álvarez Borrego Josué<sup>1</sup> y Martín Atienza Beatriz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>División de Física Aplicada, CICESE

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Marinas, UABC

josue@cicese.mx

Se desarrolla un nuevo modelo para obtener las estadísticas de una superficie marina a partir de las propiedades estadísticas de imágenes remotas de los patrones de brillo de la superficie del mar. Se deriva una nueva expresión entre la variancia de los patrones de brillo de la imagen marina y la variancia de las pendientes de la superficie del mar. Se analiza la asociación entre las funciones de correlación de los patrones de brillo de la imagen marina y las funciones de correlación de las pendientes de la superficie del mar. En este nuevo modelo consideramos el caso uni-dimensional. Los resultados se presentan tanto analíticamente como gráficamente. Este nuevo modelo considera un detector que permanece fijo en un punto a cierta altura, de tal manera que el ángulo del detector con un punto en la superficie marina cambia con respecto a la distancia.

OCE-32

### ALTERNATIVA PARA PROCESAMIENTO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS QUE REQUIEREN GRAN CAPACIDAD DE CÓMPUTO, POR MEDIO DE PROGRAMACIÓN EN PARALELO CON EL PROGRAMA MATLAB

Chávez Pérez Víctor Manuel y Velázquez Rodríguez Enrique  
 Instituto Tecnológico Superior de Zapopan  
 oncovigo@hotmail.com

Muchos de los procesos de investigación en áreas de la Oceanografía requieren un análisis mediante el uso de herramientas computacionales, este análisis en ocasiones requiere una elevada capacidad de cómputo, pero en la mayoría de los casos no se cuentan con supercomputadoras para agilizar este proceso.

En el presente trabajo se presenta una alternativa para solucionar este problema en base a la programación en paralelo por medio del programa MatLab y la implementación en computadoras personales.

Se presenta la eficiencia del procesamiento probando con datos satelitales de gran resolución tanto espacial como temporal, en un arreglo de computadoras realizado en el laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico Superior de Zapopan.

## OCE-33 CARTEL

**RECTIFICACIÓN DE CORRIENTES POR EFECTO DEL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO**Riverón Enzástiga Mayra Lorena<sup>1</sup>, Carbajal Pérez Noel<sup>2</sup> y Salas Monreal David<sup>3</sup><sup>1</sup>Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM<sup>2</sup>Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica<sup>3</sup>Universidad Veracruzana

riveron@yahoo.com

Datos de temperatura, salinidad, oxígeno, clorofila-a y velocidad fueron muestreados durante la época de lluvias, en condiciones de vientos intensos del norte, con el fin de tener una descripción de los principales parámetros hidrográficos y dinámicos en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV). La información espacial y temporal obtenida permitió el análisis de la rectificación de corrientes producida por un grupo de arrecifes de coral localizados en el SAV. Los datos muestran la difracción de la corriente al interactuar con los arrecifes de coral. Dichos arrecifes generan un par de giros (ciclónico-anticiclónico) como consecuencia de la interacción de la corriente con el arrecife (cambio batimétrico). Dichos giros generan áreas de alta y baja productividad, respectivamente, alrededor del arrecife.

## OCE-34 CARTEL

**ESTACIONALIDAD Y ANOMALÍAS DE LA SUPERFICIE DEL NIVEL DEL MAR EN EL CARIBE POR MEDIO DE DATOS DE ALTIMETRÍA**Sierra Romero Lilia<sup>1</sup>, Chávez Pérez Víctor Manuel<sup>2</sup> y Palacios Hernández Emilio<sup>1</sup><sup>1</sup>Universidad de Guadalajara<sup>2</sup>Instituto Tecnológico Superior de Zapopan

lizzy\_saasil\_uj@hotmail.com

Este trabajo realiza un estudio de altimetría satelital en la zona con los cuales se obtuvieron los armónicos más energéticos y el campo generado por estos, así como se comprobó la existencia de una teleconexión con el fenómeno ENOS. Para de esta manera generar un conocimiento más amplio sobre la oceanografía de los mares mexicanos.

Se obtuvo la estacionalidad y las anomalías por medio de datos de altimetría satelital, utilizando los métodos de análisis armónico, análisis espectral y Funciones Empíricas Ortogonales.

Se obtuvieron las correlaciones entre las anomalías de la serie y los principales índices globales, para determinar el impacto de los fenómenos ENSO en la zona.

## OCE-35 CARTEL

**FLUJOS DE CALOR Y MODULACIÓN QUINCENAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN EL CANAL DE BALLENAS, GOLFO DE CALIFORNIA**Martínez Díaz de León Asdrubal<sup>1</sup>, Castro Rubén<sup>2</sup>, Santamaría del Ángel Eduardo<sup>2</sup>, Pacheco Ruiz Isai<sup>1</sup> y Blanco Betancourt Rafael<sup>1</sup><sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Marinas, UABC

asdrubal@uabc.edu.mx

Una de las principales características oceanográficas del Canal de Ballenas es la temperatura de sus aguas superficiales, la cual es mucho más fría en comparación al resto de las aguas superficiales del Golfo de California. Dicha característica ha sido atribuida principalmente a la intensa mezcla inducida por la marea, en escalas de variabilidad semidiurna, diurna y quincenal. Mezcla que tiene como consecuencia el afloramiento de aguas frías, ricas en nutrientes, a lo largo del Canal de Ballenas. En este trabajo se describen y analizan series de tiempo de temperatura del agua y de variables meteorológicas, realizadas a lo largo de un año en una bahía dentro del Canal de Ballenas, para presentar más evidencia de la relevancia que la marea de período quincenal tiene para inducir mezcla vertical y, en consecuencia, su efecto en la variabilidad de la temperatura superficial del agua. Se discute también el efecto que dicho afloramiento de agua fría tiene en el aporte de nutrientes y en los flujos de calor océano-atmósfera.

## OCE-36 CARTEL

**IMPACTOS AMBIENTALES POR LA OPERACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA EN LA BAHÍA TODOS SANTOS, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA**

Calderon Aguilera Luis Eduardo, Moreno Rivera Víctor Manuel, Vázquez González Rogelio, Cadena Ramírez José Luis y Gasca Galván Felipe

CICESE

leca@cicese.mx

El crecimiento poblacional de Ensenada, aunado a una prolongada sequía y el abatimiento de los pozos que la abastecen, ha llevado a la necesidad de considerar la desalación de agua de mar como única opción para dotar de agua potable a la población. Se contempla la instalación de una planta con capacidad de 250 lps, con toma abierta y descarga en la zona costera. La operación de esta desaladora causaría impactos ambientales como la mortalidad total de los organismos planctónicos succionados a la obra de toma (500 lps), mortalidad indeterminada a otras comunidades marinas por el uso de biocidas para limpieza y prevención de bioincrustantes y la perturbación de organismos bentónicos por la descarga de salmuera a 70 ppm. Con el fin de identificar las principales especies del zoo e ictioplancton, se colectaron muestras empleando una red de 505 micras de luz de malla y 450 micras en el copo, tanto en el Estero de Punta Banda (EPB) como en la Bahía Todos Santos (BTS). Se encontraron 32 grupos taxonómicos; en BTS predominaron los copépodos, decápodos y huevos y larvas de peces. En el EPB también dominaron los copépodos, seguidos de huevos de peces, larvas de decápodos y peces, apendicularios y quetognatos, con notables diferencias entre localidades y muestreos diurnos y nocturnos. Todos estos organismos tienen ciclo de vida corto y alta tasa de reproducción, por lo que a nivel del ecosistema el impacto a sus poblaciones sería imperceptible. Con respecto al bentos, se realizaron cinco expediciones de recolecta, siguiendo un diseño experimental sistemático, en el que se abarcaba el sitio de posible descarga, los sitios a ambos lados y un muestreo dentro del EPB para fines comparativos, empleando una draga manual manual y un nucleador manual. Todo el material fue tamizado a través de 0.5 mm de luz de malla. Se identificaron 42 taxa, 13 de ellos hasta nivel de especie, pertenecientes a cuatro phyla (número de taxa): Annelida (22), Crustacea (8), Echinodermata (5) y Mollusca (7), 14 clases, 15 órdenes y 30 familias. Predominaron los crustáceos gamáridos y los anélidos poliquetos; las especies de mayor abundancia relativa fueron el poliqueto Paraprionospio pinnata (mediana = 559.7 org/m<sup>2</sup>), cirratulidos, el cumáceo Cyclapsis nubila, el poliqueto Aricidea finitima, los tres con 344.4 org/m<sup>2</sup>, seguidos de Spiónidos y Syllidos (193 y 150 org/m<sup>2</sup>, respectivamente). La implementación de las medidas de mitigación tales como la colocación del tubo de descarga a media agua el tubo de descarga y el empleo de difusores, el impacto sería mínimo gracias a la alta dinámica oceanográfica del sitio. Estudios paralelos para la calibración de modelos de dispersión indican que el área de afectación sería de 100 m de diámetro. La alternativa de la "no acción" se considera como inaceptable ya que implicaría, en el corto plazo, la restricción del crecimiento poblacional y económico, en el mediano plazo conflictos políticos y sociales por los diversos usuarios, y en el largo plazo la extinción del núcleo de población de Ensenada.

## OCE-37 CARTEL

**ISÓTOPOS ESTABLES DE OXÍGENO Y CARBONO DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN EL MARGEN SUROCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA**Sánchez Vargas Lilia Ines, Sánchez Alberto, Aguiñiga García Sergio y López Ortiz B. Estela  
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN  
vulcanogirl\_2000@yahoo.com

Los foraminíferos bentónicos son ampliamente utilizados como indicadores de las condiciones químicas y físicas de la columna de agua en épocas recientes y pasadas. Los géneros epibentónicos Cibicides, Planulina y Cibicides, y endobentónicos Uvigerina son usados debido a que su calcificación en equilibrio con el D18O del agua de mar y muy cercana del D13C del CID en el océano. En el presente estudio reportamos datos preliminares de la composición isotópica de oxígeno y carbono de foraminíferos bentónicos de los géneros Cibicides, Planulina y Uvigerina colectados a lo largo de una red de muestreo de 7 transectos en el intervalo de 70 a 500 m de profundidad en el margen suroccidental de la Península de Baja California. Los análisis isotópicos fueron realizados en el Laboratorio de Espectrometría de Masas del CICIMAR-IPN. Los transectos de muestreo se localizan dentro del área núcleo y frontera superior de la zona de oxígeno mínimo que caracteriza al Pacífico nororiental mexicano. Cuando se compara con los valores de D18O de la calcita formada en equilibrio con el agua de fondo, Uvigerina forma su concha muy cerca del equilibrio con el D18O del agua de fondo. Los valores del D13C de los géneros epibentónicos analizados en este estudio ninguno registro el D13C del CID en una relación 1:1. El incremento en los valores del D13C en Uvigerina con el incremento de la profundidad de la columna de agua refleja el decremento del flujo exportado de carbono orgánico a lo largo de los transectos batimétricos y procesos diagenéticos recientes en sedimentos superficiales. Los resultados



previos indicaron un factor de corrección (offset) promedio de  $+0.88 \pm 0.08\%$  para el D13C y  $-0.64 \pm 0.3\%$  para el D18O entre los géneros Cibicides/Planulina vs Uvigerina.

OCE-38 CARTEL

**ACUMULACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO Y  
CARBONATO DE CALCIO EN LA ZONA DE OXÍGENO  
MÍNIMO DEL PACÍFICO NORORIENTAL MEXICANO**

López Ortiz B. Estela, Sánchez Alberto, Aguiñiga  
García Sergio y Sánchez Vargas Lilia Ines  
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN  
bio\_ario1@hotmail.com

El ciclo del carbono es dividido en dos grandes componentes. La bomba biológica, afectando la redistribución de elementos biológicamente activos como el carbono, nitrógeno y sílice dentro de las aguas circulantes del océano. La remoción de estos elementos por depositación y finalmente enterramiento en los sedimentos. Estos dos elementos del ciclo del carbono actúan para controlar las concentraciones promedio de muchos productos químicos en el océano, incluyendo el pH del océano y la  $pCO_2$  de la atmósfera. Los modelos numéricos globales sub/sobreestiman el flujo y distribución de carbono orgánico e inorgánico en márgenes continentales, debido a la limitada disponibilidad de estudios sobre el hundimiento, acumulación y enteramiento de carbono, lo que hace necesario conocer y cuantificar el contenido de este elemento en sedimentos de margen continental. La contribución del presente trabajo es describir la distribución espacial del carbono orgánico total (COT) y  $CaCO_3$  y evaluar el efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre la cantidad, calidad y preservación de estos dos componentes del ciclo del carbono, vinculados a la regulación de  $CO_2$  atmosférico. Para ello se colectó una red espacial de 38 estaciones en el intervalo de 70 a 500 m de profundidad en el margen suroccidental de la Península de Baja California. Los análisis de COT fueron realizados en el Laboratorio de Espectrometría de Masas del CICIMAR-IPN y de  $CaCO_3$  en el Laboratorio de Geología de la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC. La intensa acumulación de COT ocurrió sobre una amplia zona de oxígeno mínimo (ZOM); mientras que, la depositación de  $CaCO_3$  fue preferentemente mayor en la región más profunda y angosta de la ZOM del margen suroccidental de la Península de Baja California. La acumulación de COT y  $CaCO_3$  sugieren que esta región del Océano Pacífico es sumidero neto de  $CO_2$  y posiblemente un elemento clave en los cambios climáticos del pasado.

OCE-39 CARTEL

**ESTUDIO DE ONDAS ELÁSTICAS EN INTERFASES FLUIDO-SÓLIDAS  
POR MEDIO DEL MÉTODO DE ELEMENTOS FRONTERA**

Rodríguez Castellanos Alejandro, Martín R., Ortiz  
Alemán C., Nava Flores M. y Sánchez Sesma F. J.  
Instituto Mexicano del Petróleo  
arcastel@imp.mx

En este trabajo se estudia la propagación de ondas elásticas en interfaces fluido-sólidas. Utilizamos el Método Indirecto de Elementos de Frontera para estudiar el fenómeno de propagación de ondas en modelos bidimensionales. Se analizan dos modelos: una interfaz que une a dos semiespacios, un líquido y el otro sólido; y finalmente dos semiespacios sólidos que limitan a una capa fluida. La fuente, representada por una función de Hankel de la segunda clase, se aplica siempre en el fluido. Esta técnica aproximada de ecuaciones de frontera se basa en la representación del campo elástico difractado usando fuentes de frontera de capa simple. Este enfoque es usualmente llamado indirecto debido a que las densidad de fuerza son obtenidas en un paso intermedio. Esta formulación indirecta proporciona al analista un profundo significado de la difracción de ondas porque esto es cercano a la realidad física y puede ser referido como la derivación de principio de Huygens, lo cual es equivalente al teorema de representación de Somigliana. Para comprobar la validez de los resultados obtenidos mediante esta técnica numérica desarrollamos una aplicación del Método del Número de Onda Discreto, observando un buen acuerdo entre las soluciones. Los resultados son proporcionados en el dominio del tiempo y de la frecuencia.

