

MAR-01

A STATUS REPORT ON THE GLOBAL SEA LEVEL NETWORK

Mark Merrifield
University of Hawaii

Coastal tide gauges provide some of the longest continuous time series available of ocean variability. Tide gauge data have been used in the study of global sea level rise, decadal variability, ENSO, surface and internal tides, geostrophic transports, and more. With the advent of satellite altimetry for monitoring the sea surface, tide gauge networks play an important role in monitoring the stability of altimeter datasets. In this talk, the current status of tide gauge networks will be described, with particular emphasis on international efforts through the Global Sea Level Observing System (GLOSS). Technical and scientific issues regarding the installation and maintenance of stations, the flow of data to distribution centers, and how the data are currently being used will be discussed.

MAR-02

LA RED DE OBSERVACIÓN DEL NIVEL DEL MAR EN AMÉRICA CENTRAL (RONMAC)

Jim Navarro y Alejandro Gutiérrez
Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero, Universidad Nacional, Costa Rica

Se presentará la Red de observación del Nivel del Mar en América Central (RONMAC) con el propósito de establecer una referencia administrativa y operativa con vistas a un futuro sistema unificado de observación de nivel del mar en México. Se discuten los antecedentes institucionales previos a la instalación de RONMAC, sus requisitos operativos, la forma en que el plan general se ha puesto en ejecución, así como la presente estructura operativa, de intercambio de información y sostenibilidad del sistema instalado.

MAR-03

THE TIDE GAUGE NETWORK IN THE UNITED KINGDOM

E.D. Barton
CICESE

The United Kingdom has a long history of tidal observation and theory with some of the longest established tide gauge records available anywhere. The present extensive national network of high-grade installations was put in place after severe coastal flooding resulted from a storm surge in 1953. The Proudman Oceanographic Laboratory has responsibility through the Tide Gauge Inspectorate for maintaining and upgrading the network. Sea level information is telemetered in real time to allow prediction of likely coastal flooding events. The data are utilized further for research into tidal behaviour and changing sea level. The status of the network and recent developments in the organization and methods for data acquisition, control, usage and dissemination are described.

MAR-04

EL SERVICIO MAREOGRÁFICO DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA DE LA UNAM

Oswaldo Sánchez Zamora
Instituto de Geofísica, UNAM

El Servicio Mareográfico del Instituto de Geofísica de la UNAM opera la red nacional de estaciones mareográficas, en donde se registran las variaciones del nivel del mar, temperatura y densidad del agua de mar y temperatura ambiente. En algunas estaciones se han obtenido estos datos desde 1952 hasta el presente. La información que se obtuvo hasta 1990 ha sido publicada en un reporte del Instituto de Geofísica y actualmente se trabaja en colaboración con el CICESE para actualizar la base de datos. El Servicio Mareográfico cuenta actualmente con 15 estaciones distribuidas a lo largo de las costas de México. El equipo que utiliza el Servicio Mareográfico para medir las variaciones del nivel del mar es del tipo de flotador de pozo y la adquisición de datos incluye registros gráficos continuos, datos digitales en medios magnéticos y se tiene un prototipo con transmisión vía satélite; este último desarrollado e implementado en colaboración con el IIMAS de la UNAM. En todos estos años, se ha contado con la colaboración de un gran número de instituciones mexicanas, incluyendo universidades, institutos y centros de investigación, gobierno federal, industria paraestatal y privada; la mayoría usuarios de los datos. La información generada por el Servicio Mareográfico ha sido utilizada en un sinnúmero de investigaciones científicas así como en aplicaciones prácticas de utilidad nacional, tales como la delimitación de la Zona Federal Marítimo Terrestre, el establecimiento de Bancos de Nivel referidos al Nivel Medio del Mar, construcción de obras marítimas y el cálculo de Pronósticos de Mareas.

MAR-05

RED DE MONITOREO DEL NIVEL DEL MAR DE CICESE

Cuauhtémoc Nava Button
CICESE

Desde la creación misma del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. (CICESE) en el año de 1973, el Laboratorio del Nivel del Mar del Departamento de Oceanografía Física ha operado una red de estaciones mareográficas distribuidas principalmente alrededor de la península de la Baja California. El objetivo de esta red es el obtener un conjunto de datos de nivel del mar científicamente válidos y apropiadamente organizados para integrar y mantener un archivo un banco de datos que pueda ser actualizado continuamente y de fácil acceso. La mayor parte de esta información ya ha sido utilizada tanto por la comunidad científica nacional como extranjera para realizar estudios de las variaciones del nivel del mar y su relación con los diferentes fenómenos oceanográficos y meteorológicos en el Golfo de California y el Océano Pacífico. Adicionalmente, esta información también ha sido utilizada en aplicaciones prácticas como el cálculo de predicciones mareas, establecimientos de bancos de nivel referidos a diferentes planos de mareas (Nivel Medio del Mar, Nivel de Bajamar Media Inferior, etc.), planeación de pesca ribereña, etc. Sin embargo, la recopilación de datos se ha visto mermada sustancialmente desde hace dos años debido a lo obsoleto de los instrumentos de registro mecánico (perforaciones en cintas de

papel) y al deterioro de la infraestructura (muelles) en la que se encuentran instalados los mareógrafos; la mayoría de estos instrumentos ya no funcionan y los muelles están en condiciones deplorables e inservibles como plataformas de observación. Actualmente sólo se mantienen en servicio tres estaciones; dos de ellas con instrumentación moderna de registro electrónico y otra con instrumentos de registro mecánico. Recientemente se han adquirido seis equipos Handar modernos, para reconstruir igual número de estaciones mareográficas, las cuales se espera estén instalándose hacia finales de este año y la primera mitad del próximo. Se pretende que a mediados del 2002 estén operando nuevamente hasta 10 estaciones modernas con registro digital, algunas de ellas con telemetría satelital o telefónica.

MAR-06

RED MAREOGRÁFICA DE LA SECRETARÍA DE MARINA: DESCRIPCIÓN Y PERSPECTIVAS

Rafael A. Ponce Urbina

Subdirección de Cartografía, Secretaría de Marina, México, D.F.

La Red Mareográfica Nacional de la SM-AM, está constituida por 30 estaciones automáticas completamente digitales, 15 en el Litoral del Pacífico, de las que 5 cuentan con telemetría satelital para recibir los datos de mareas en tiempo casi real en el Centro de Control y Procesamiento de Análisis de Datos (CECOPROD), en el edificio sede de la Secretaría de Marina, en la Cd. de México. Asimismo, se cuenta con tres estaciones mecánicas y tres mas en coordinación con NOAA y CICESE. Se tiene contemplado que durante la presente administración sea implementada la transmisión satelital a las 10 estaciones automáticas restantes y aumentar el número de estaciones mareográficas con 20 mas a lo largo del litoral.

MAR-07

MODELACIÓN NUMÉRICA DE LA MAREA EN CUENCAS SEMICERRADAS

Guillermo Gutiérrez de Velasco y Modesto Ortiz Figueroa
CICESE

En los mares marginales y lagunas costeras la marea es producida principalmente por la cooscilación con la marea del océano adyacente. La limitada extensión de estas cuencas determina que la marea producida directamente por la atracción gravitatoria sobre las partículas de agua sea de muy pequeña amplitud comparada con la marea producida por cooscilación. En estos casos la respuesta dinámica a la marea depende principalmente de la topografía de la cuenca y de la amplitud y fase de la componente de marea en la boca de ésta. Este hecho nos permite, mediante un esfuerzo adecuado de modelación numérica, obtener una descripción de la principal componente de la dinámica en una cuenca semicerrada a partir de observaciones hechas en un número limitado de posiciones.

La modelación numérica de la marea es un tema que ha sido estudiado extensamente y representa una herramienta indispensable en un gran número de aplicaciones que comprenden temas como la investigación básica de la dinámica oceánica y la predicción de patrones de circulación y de la elevación del nivel del mar para apoyar actividades como la navegación, la ingeniería costera y la distribución de contaminantes. El grado de complejidad de los

modelos empleados en cuanto a los métodos de integración, la representación de la dinámica y el dominio espacial de integración depende en gran medida de los objetivos a alcanzar.

El objetivo de este trabajo es mostrar algunas aplicaciones en las cuales es posible emplear un modelo relativamente simple en tres casos de estudio: el Golfo de México, la laguna San Ignacio, B.C.S., y la laguna Ojo de Liebre, B.C.S.. Estas aplicaciones incluyen la obtención de mapas cotidales y la predicción de la elevación del nivel del mar y de la velocidad para establecer patrones de circulación, analizar trayectorias de cuerpos a la deriva y analizar corrientes residuales mediante la remoción de la marea en observaciones de perfiladores acústicos de corrientes.

El modelo desarrollado utiliza las ecuaciones lineales de aguas someras con fricción sobre un plano f de rotación, el forzamiento de la marea es introducido a través de la condición de frontera en la boca de la cuenca, donde la superficie oscila con la amplitud y fase de las componentes de la marea en el océano adyacente. El esquema de integración utilizado es de diferencias centrales alternadas en espacio y tiempo (método "Salto de Rana").

Los resultados indican que un modelo con este grado de complejidad reproduce adecuadamente las componentes armónicas de la marea obtenidas a partir de las observaciones disponibles en las tres cuencas estudiadas y permite describir su distribución espacial al interior de éstas. Asimismo es posible reproducir con buena precisión la trayectoria de boyas superficiales de deriva, una vez que se considera el efecto del esfuerzo del viento en la superficie, y reproducir la componente de marea de las observaciones obtenidas mediante perfiladores acústicos de corrientes.

MAR-08

ANOMALÍAS INTERANUALES DE TEMPERATURA SUPERFICIAL Y DE NIVEL DEL MAR EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Miguel F. Lavín, Emilio Palacios y Carlos Cabrera
Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Se utilizan imágenes infrarrojas de satélite del Golfo de California, desde enero de 1984 a diciembre de 2000 para describir las anomalías interanuales en la temperatura de la superficie del mar, y datos históricos de la red de mareógrafos de CICESE y UNAM para describir las anomalías en el nivel del mar. Las anomalías positivas más notables son las debidas a El Niño, especialmente el de 1997-1998, con anomalías $>3^{\circ}\text{C}$ con respecto a la climatología estacional. La mayor anomalía negativa ocurrió durante La Niña 1988-1989. Las anomalías de temperatura superficial tienden a ocurrir primero, y a ser más fuertes, en la región inmediatamente al sur de las grandes islas. Esto probablemente es debido a advección del frente térmico que la mezcla por corrientes de marea genera en esa zona. Existen además anomalías que parecen estar conectadas a anomalías del mismo signo en la alberca de Agua Cálida del Pacífico Oriental. Procesos locales también parecen generar anomalías en la temperatura superficial, especialmente en la región norte. Las anomalías más importantes en el nivel del mar en el Golfo de California también son debidas a El Niño/La Niña, así como otras anomalías de origen ecuatorial, pero hay una gran la escasez de datos de nivel del mar en los últimos años.

MAR-09

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE TSUNAMIS EN EL LITORAL PACÍFICO COLOMBIANO. PARTE I (REGIÓN DE TUMACO)

A. Quiceno y M. Ortiz
Centro Control Contaminación del Pacífico
Tumaco, Nariño, Colombia
CICESE

Se analiza la vulnerabilidad de la región de Tumaco ante el impacto de tsunamis generados en el litoral Pacífico Colombiano. La altura y extensión horizontal de inundación por tsunamis en Tumaco se evaluó mediante la simulación numérica de propagación de tsunamis generados por eventos sísmicos con características similares al sismo de Colombia del 12 de diciembre de 1979, ubicados en diferentes regiones del litoral bajo condiciones de marea alta y de marea baja. Los resultados de la simulación numérica, y la experiencia de los tsunamis de 1906 y 1979, corroboran la situación de riesgo de la región y la necesidad de emprender acciones de prevención para mitigar los daños materiales y la pérdida de vidas ante la inminente ocurrencia de un próximo tsunami frente a la Bahía de Tumaco. Los resultados de la simulación numérica se validaron con la descripción de los efectos del tsunami de 1979 en Tumaco y con las observaciones de este tsunami en los mareogramas de Buenaventura-Colombia y Esmeraldas-Ecuador.

MAR-10

CONTRIBUCIONES TSUNAMIGÉNICAS, SÍSMICA Y METEOROLÓGICA, EN LOS SEICHES DE MANZANILLO Y CABO SAN LUCAS, EL 14 DE SEPTIEMBRE DE 1995

J.I. González, S.F. Farreras y J. Ochoa
Oceanografía Física, CICESE

Ondas de tsunami generadas por el sismo del 14 de septiembre de 1995 en la costa occidental de México, y por el Huracán Ismael, son la causa de la excitación de seiches en estaciones mareográficas de Manzanillo y Cabo San Lucas. Los argumentos se basan en el cálculo de tiempos de viaje desde la fuente sísmica y la fuente móvil meteorológica a los mareógrafos. Un relativo incremento en la amplificación de los seiches es consistente con el arribo del tsunami sísmico, y la actividad previa existente es producida por el arribo de ondas desde el huracán.

MAR-11

RIESGO-VULNERABILIDAD A INUNDACION POR TSUNAMIS DE ORIGEN SISMICO EN EL PUERTO DE LAZARO CARDENAS, MICHOACAN

Salvador F. Farreras y Modesto Ortiz
Depto. Oceanografía Física, CICESE

Con el propósito de proporcionar información científica que permita disminuir la vulnerabilidad de la población, las obras materiales y los servicios públicos en la Ciudad y Puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán, evaluando las extensiones y alturas de inundación probables que causarían, se simulan en computador tsunamis locales de origen sísmico generados en la Fosa Mesoamericana.

Su origen se describe como perturbaciones en el agua del océano producidas por dislocaciones del lecho marino causadas por sismos. Se usa teoría de ondas lineales en aguas profundas para la zona de generación y de propagación distante, y ecuaciones no lineales para aguas someras en la zona de propagación cercana e interacción con la costa. El avance y retroceso de las olas de inundación en la costa es una condición de frontera móvil, cuya descarga se condiciona al nivel relativo del agua en los bordes. Las ecuaciones se resuelven mediante un algoritmo de diferencias finitas centrales explícitas "leap-frog", en mallas interconectadas de diferentes tamaños.

Se simularon satisfactoriamente 2 casos de tsunamis representativos de riesgo menor y medio en México, semejantes a los ocurridos en Septiembre de 1985 y Octubre de 1995. Se simuló también el caso eventual de un tsunami extremo de alto riesgo pero baja probabilidad de ocurrencia.

Con ésto se elaboraron mapas de inundación zonificados para las áreas portuarias, navales, industriales y urbanas de Lázaro Cárdenas, Michoacán, incluyendo alturas de ola, extensiones de inundación, y tiempos de recurrencia probable, con recomendaciones sobre planificación urbana, patrones de usos del suelo, y redistribución de población, estructuras y servicios, para disminuir su vulnerabilidad. Se sugieren también posibles rutas de evacuación y zonas de refugio para los planes de contingencia. Esta información puede eventualmente servir también para el diseño adecuado de obras de protección.