





## BIENVENIDA

La Oceanografía Física ha experimentado un notable desarrollo en España durante las últimas dos décadas. La comunidad científica española que trabaja en Oceanografía Física ha pasado de unos pocos científicos, dispersos en varias instituciones, a numerosos grupos consolidados y competitivos a nivel internacional que con frecuencia mantienen un elevado grado de colaboración. Esta sinergia humana y de recursos ha sido uno de los elementos clave para el extraordinario crecimiento de esta disciplina. Sin embargo, la comunidad española de oceanógrafos físicos ha alcanzado un tamaño en el que esta interacción se hace cada vez más difícil, de modo que se corre el riesgo de que los grupos dupliquen esfuerzos y se pierdan oportunidades de interacción.

El I Encuentro de la Oceanografía Física Española (EOF-2010) se realizará del miércoles 13 al viernes 15 de octubre de 2010 en Barcelona. El objetivo es crear un punto de encuentro e interacción entre los oceanógrafos físicos españoles, encaminado a producir sinergias positivas y que, de modo natural, conduzca a que el evento se repita periódicamente. Se ha hecho un esfuerzo para que esta convocatoria sea lo más amplia posible, estructurando para ello un amplio Comité Científico que represente a las instituciones que realizan investigación oceanográfica en España. Entre las actividades a destacar hay varias conferencias invitadas de científicos extranjeros y una muestra de instrumentación oceanográfica.

El Evento cuenta con la organización local de l'OCEÀ, un Observatorio iniciativa de dos instituciones punteras en la oceanografía de aguas profundas y litoral, como son el Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Medioambientales del CSIC (CMIMA-CSIC) y el Laboratorio de Ingeniería Marítima de la Universitat Politècnica de Catalunya (LIM/UPC). Desde ambas instituciones damos la más calurosa bienvenida a nuestros colegas y amigos oceanógrafos al I Encuentro de la Oceanografía Física Española, con el deseo que se lleven un buen recuerdo de estas jornadas y de nuestra querida Barcelona.

**COMITÉ CIENTÍFICO**

AZTI - Adolfo Uriarte  
CETMAR - Silvia Torres  
CMIMA - Jordi Font  
CIIRC - Agustín Sánchez-Arcilla  
Inst. Catalá de Ciències del Clima - Jordi Isern  
Univ. Cádiz - Miguel Bruno  
Univ. Málaga - Jesús García-Lafuente  
Inst. Canario CCM - Octavio Llinás  
Inst. Ciencias Mat. - Ana María Mancho  
IEO-Coruña - Manuel Ruiz  
IEO-Fuengirola - Manuel Vargas  
IEO-Gijón - Cesar González Pola  
IEO-Madrid - Gregorio Parrilla  
IEO-Mallorca - José Luís López Jurado  
IEO-Santander - Alicia Lavín  
IEO-Tenerife - Pedro Vélez  
Inst. Invest. Mariñas - Des Barton  
IMEDEA - Ananda Pascual  
IMEDEA - Damià Gomis  
Puertos del Estado - Enrique Álvarez Fanjul  
Universidad Cantabria - Iñigo Losada  
Univ. Comp. Madrid - Belén Rdez. de Fonseca  
Univ. Las Palmas GC - Alonso Hernández Guerra  
Univ. Las Palmas GC - Angel Rodríguez Santana  
Univ. Vigo - Ramiro Varela

**MESA PRESIDENCIAL**  
**Jornada Inaugural**

Eduardo Balguerías, Director del Instituto Español de Oceanografía

Fidel Echevarria, Gestor del Area de Ciencias y Tecnologías Marinas,  
Ministerio de Ciencia e Innovación

Francesc Xavier Gil, Vicerector de Recerca, Universitat Politècnica de  
Catalunya

Albert Palanques, Director del Centre Mediterrani d'Investigacions Marines  
i Ambientals, Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Joan Roca, Director General de Recerca, Generalitat de Catalunya

David Rodríguez, Director del Servei Meteorològic de Catalunya,  
Generalitat de Catalunya

Agustín Sánchez-Arcilla, Director del Centre Internacional d'Investigació  
dels Recursos Costaners

Rafael Zardoya, Coordinador del Área de Recursos Naturales, Consejo  
Superior de Investigaciones Científicas



## L'OCEÀ

L'Observatori Català de l'ocEA (l'OCEÀ) es una iniciativa encaminada a fortalecer e integrar las diversas actividades de observación y estudio del medio físico marino en Cataluña con el objetivo de mejorar nuestro conocimiento mediante la excelencia en la investigación y la formación de investigadores, la educación social y el servicio comunitario.

El Observatorio ha sido creado conjuntamente por el Centro Internacional de Investigación de los Recursos Costeros (CIIRC) y el Centro Mediterráneo de Investigaciones Marinas y Ambientales (CMIMA). El Observatorio está formado por un conjunto de especialistas en procesos físicos marinos, que buscan adentrarse en el conocimiento del papel clave del océano en nuestro planeta, desde aspectos operacionales hasta su rol como regulador del clima, mediante la integración de una red de observación y el análisis conjunto de estos datos. El Observatorio tiene una estructura real, basada en las redes de medida y la sinergia y complementariedad entre los investigadores del CMIMA y el CIIRC, pero se apoya y proyecta gracias a una plataforma virtual de divulgación de datos y resultados.

Los tres pilares en que se fundamenta l'OCEÀ son la investigación, la formación y el apoyo a la sociedad civil. Se estudia el medio ambiente físico marino para conocer mejor su funcionamiento actual así como sus posibles cambios futuros. Los datos y resultados que se obtienen se presentan de forma rigurosa a la comunidad científica, con el fin de contribuir a mejorar nuestro conocimiento del medio marino, y se utilizan para generar un espacio de debate en el cual los estudiantes más jóvenes y universitarios, así como el público no especializado, aprendan a valorar y comprender la importancia del océano en el sistema terrestre. Finalmente, se busca también integrar y articular adecuadamente las redes de medida y datos existentes como soporte a los diferentes entes, públicos y privados, que contribuyen al desarrollo de la sociedad civil.

L'OCEÀ no es un observatorio cerrado sino que busca la colaboración con otros centros nacionales e internacionales, tanto con acciones reales como virtuales, y prevé el crecimiento e integración de otras instituciones de investigación y enseñanza de los países catalanes en una iniciativa al servicio de la sociedad civil.

**COMITÉ ORGANIZADOR (I'OECA)**

Jaime López Marco – LIM/UPC

Manuel Espino – LIM/UPC

Jordi Font – CMIMA-CSIC

Emilio García – CMIMA-CSIC

Ismael Mayo – CMIMA-CISC

Josep L. Pelegrí – CMIMA-CSIC

Jordi Salat – CMIMA-CSIC

Agustín Sánchez-Arcilla – LIM-UPC

Joan Pau Sierra – LIM/UPC

Álvaro Viúdez – CMIMA-CSIC

**SOPORTE LOGÍSTICO (I'OECA)**

Verónica Benítez

Paola Castellanos

Mariona Claret

Patricia De la Fuente

Pedro Fernández

Marc Gasser

Carme Herrero

Nina Hoareau

Pedro Llanillo

Jhon Mojica

Jesús Peña

Rocío Rodríguez

Miquel Rosell

Marta Umbert

**PROGRAMA  
DE  
CONFERENCIAS**



**MIÉRCOLES 13 DE OCTUBRE, 2010**

08:30 - 09:30 Inscripción. Instalación de la 1ª Sesión de Pósters.

09:30 - 09:45 Bienvenida y presentación.

**PROCESOS A PEQUEÑA ESCALA (S1)**

Moderador: Miguel Bruno

09:45 **DIFUSIÓN TURBULENTE EN EL ATLÁNTICO NORTE SUBTROPICAL Y ECUATORIAL.** Ángel Rodríguez-Santana, Dpto. de Física, U.L.P.G.C.

10:15 **DISTRIBUCIÓN DE LA TURBULENCE EN LA REGIÓN DE AFLORAMIENTO PERMANENTE DE MAURITANIA. ICON-SOLAS ABRIL-MAYO 2009.** Beatriz Barreiro González, IIM-CSIC.

10:30 **UTILIZACIÓN DE MEDIDAS DE MICROTURBULENCE EN EL ESTUDIO DE PROCESOS BIOLÓGICOS EN EL OCÉANO.** Rocío Graña, Univ. de Vigo.

10:45 **DINÁMICA DE MEZCLA EN LA CAPA TÚRBIDA DE FONDO DE LA PLATAFORMA LITORAL DEL DELTA DEL EBRO.** Elena Roget, Grup de Física Ambiental, Univ. de Girona.

11:00 **SOBRE LA IMPORTANCIA DEL OLEAJE EN LOS PROCESOS DE INTERACCIÓN ENTRE EL OCÉANO Y LA ATMÓSFERA: EL EXPERIMENTO INTOA.** Francisco J. Ocampo-Torres, Dpto. de Oceanografía Física, CICESE.

11:15 **OCEANOGRAFÍA SÍSMICA. DOS CASOS DE ESTUDIO: MEDDIES Y ESTRUCTURA EN ESCALERA.** Berta Biescas, UTM-CSIC.

11:30 - 12: 00 Café, 1ª sesión de póster y exposición empresas.

**PROCESOS COSTEROS – I (S2)**

Moderador: Manuel Espino

12:00 **INFLUENCE OF THE IBERIAN COASTAL UPWELLING AND DOWNWELLING ON THE RIA DE VIGO, A SEMI-ENCLOSED BAY.** Eric Des Barton, IIM-CSIC.

12:30 **VALIDACIÓN DEL MODELO HIDRODINÁMICO MARS3D PARA LA BAHÍA DE CIENFUEGOS, CUBA.** Alain Muñoz Caravaca, CEAC.

12:45 **A NESTED MODEL FOR BARCELONA HARBOUR.** Jordi Solé, ICM-CSIC.

13:00 **RESONANT COUPLING OF OCEANIC GRAVITY WAVES FORCED BY TRAVELING ATMOSPHERIC DISTURBANCES WITH DESTRUCTIVES EFFECT IN HARBORS: METEOTSUNAMI IN THE BALEARIC SEA.** Guillermo Vizoso, IMEDEA-CSIC.

13:15 **STRONG CURRENT INTENSIFICATION IN THE CATALONIAN COAST.** Manuel Espino, LIM/UPC.

13:30 **TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL DELTA DEL EBRO: MODELIZACIÓN Y PREDICCIONES.** Juan Fernández, SIMO.

13:45 **PREVISIÓN DE LA EROSIÓN DE PLAYAS DEBIDA A TEMPORALES: COMPARACIÓN ENTRE MODELOS EN LA PLAYA DE CÁDIZ.** Theocharis Plomaritis, Dpto. CC.de la Tierra, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Univ. de Cádiz.

14:00 - 15:00 Almuerzo, 1ª sesión de póster y exposición empresas.

**PROCESOS COSTEROS – II (S2)**

Moderador: Eric Des Barton

15:00 **FLUJOS DE AGUA Y SEDIMENTOS A ESCALA DE PUERTOS Y PLAYAS. LOS LÍMITES DE LA PREDICCIÓN.** Agustín Sánchez-Arcilla, LIM/UPC.15:15 **CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DE DATOS DE TURBIDEZ EN EL CAUCE DEL RÍO ULLA.** Isidro López Bao, Univ. de Vigo.15:30 **EL OBSERVATORIO OCEÁNICO RAIA: DINÁMICA DE LAS PLUMAS EN LA COSTA GALLEGA Y PORTUGUESA EN CONDICIONES DE ALTA DESCARGA FLUVIAL.** Pablo Otero, IEO.15:45 **CARACTERIZACIÓN HIDROGRÁFICA DE UN PUNTO DE LA CABECERA DE LA RIA DE AROUSA EMPLEANDO UNA SERIE DE ALTA RESOLUCIÓN TEMPORAL.** Sara Lorbada, Univ. De Vigo.16:00 **ESTUDIO DE LA MAREA EN ISLA DECEPCIÓN SU ENLACE CON LA RED GEODÉSICA REGID.** Juan Vidal, Centro Andaluz de Ciencia y Tecnologías Marinas, Univ. de Cádiz.

16:15 - 16:45 Café, 1ª sesión de póster y exposición empresas.

**PROCESOS MESOESCALARES- I (S3)**

Moderador: Jesús García Lafuente

16:45 **LA MESOESCALA Y CIRCULACIÓN DEL GOLFO DE MÉXICO.** Julio Candela, CICESE.17:15 **SEGUIMIENTO DE REMOLINOS MESOESCALARES EN EL GOLFO DE VIZCAYA: ANTECEDENTES, ESTUDIOS RECIENTES Y PERSPECTIVAS.** Ainhoa Caballero, Azti-Tecnalia.17:30 **RECONSTRUCTION OF 3D HIGH RESOLUTION DYNAMICS FROM SATELLITE OBSERVATIONS.** Jordi Isern-Fontanet, Institut Català de Ciències del Clima.17:45 **SHALLOW PATHWAYS OF THE MEDITERRANEAN OUTFLOW IN THE EASTERN GULF OF CADIZ.** Ricardo F. Sánchez-Leal, IEO.18:00 **LAGRANGIAN TRANSPORT ACROSS OCEANIC MESOSCALE STRUCTURES.** Ana Mª Mancho, ICMAT-CSIC.18:15 **VORTICIDAD POTENCIAL Y ONDAS INERCIO-GRAVITATORIAS.** Álvaro Viúdez, ICM-CSIC.

18:30 Desplazamiento al Museo de la Ciencia “CosmoCaixa”.

19:00 Visita al museo.

20:00 Sesión Inaugural.

20:30 Conferencia: **ALGUNOS APUNTES SOBRE LA HISTORIA DE LA OCEANOGRAFÍA FÍSICA.** Gregorio Parrilla, IEO.

21:00 Brindis.

**JUEVES 14 DE OCTUBRE, 2010****PROCESOS MESOESCALARES – II (S3)**

Moderadora: Ana María Mancho

- 08:30 **ESTUDIOS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA FOSA DE CARIACO, VENEZUELA: PRODUCCIÓN PRIMARIA vs. DESCARGA FLUVIAL.** Frank-Edgar Muller-Karger, College of Marine Sciences, Florida.
- 09:00 **VARIABILIDAD DE MESOESCALA EN EL SISTEMA DE AFLORAMIENTO DEL N-O DE LA PENÍNSULA IBÉRICA: OBSERVACIONES Y MODELADO.** Manuel Ruiz Villarreal, IEO.
- 09:15 **OBSERVATIONS OF UPWELLING FILAMENTS IN THE SOUTHERN NORTH-WEST AFRICAN UPWELLING SYSTEM: A JOINT EFFECT OF THE BOTTOM TOPOGRAPHY AND THE OFFSHORE EDDY FIELD.** Thomas Meunier, Laboratoire de Physique de l'Océan, Univ. de Bretagne Occidentale.
- 09:30 **SEA SURFACE COOLING INDEX DERIVED FROM SATELLITES IMAGES IN UPWELLING AREAS: THE CASE OF THE NORTH WEST AFRICA AND IBERIAN PENINSULA COASTAL UPWELLING.** Aïssa Benazzouz, Institut National de Recherche Halieutique, Maroc.
- 09:45 **LA ESTACIÓN PERMANENTE DE ESPARTEL: SEIS AÑOS DE MEDIDAS CONTINUADAS DEL FLUJO DE AGUA MEDITERRÁNEA EN LA PARTE OCCIDENTAL DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR.** Antonio Sánchez-Román, Grupo de Oceanografía Física, Univ. de Málaga.
- 10:00 **DOS DÉCADAS DE FENÓMENOS DE MESOESCALA A UNO Y OTRO LADO DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR.** C. Naranjo, Grupo de Oceanografía Física, Univ. de Málaga.
- 10:15 **DINÁMICA ALREDEDOR DE LAS ISLAS SHETLAND DEL SUR (ANTÁRTIDA).** M<sup>a</sup> Ángeles Marrero-Díaz, Dpto. de Física, ULPGC.
- 10:30 **THE ESASSI-08 CRUISE IN THE SOUTH SCOTIA RIDGE REGION: AN INVERSE MODEL PROPERTY-TRANSPORT ANALYSIS OVER THE RIDGE.** Marga Palmer, IMEDEA-CSIC.
- 10:45 - 11:15 **Café, 1<sup>a</sup> sesión de póster y exposición empresas.**

**PROCESOS A GRAN ESCALA (S4)**

Moderador: Alonso Hernández Guerra

- 11:15 **THE SOUTH ATLANTIC AND THE MERIDIONAL OVERTURNING CIRCULATION.** Silvia Garzoli, Physical Oceanography Division, NOAA/AOML, Miami.
- 11:45 **EKMANN TRANSPORT DIVERGENCE IN THE EQUATORIAL ATLANTIC OCEAN.** Paola Castellanos, ICM-CSIC.
- 12:00 **ZONAL JETS IN THE EQUATORIAL ATLANTIC AS INFERRED FROM CRUISE DATA AND THE TRAJECTORIES OF ARGO DRIFTERS.** Miquel Rosell Fieschi, ICM-CSIC.
- 12:15 **ESTIMAS DE TRANSPORTE DE MASAS DE AGUA EN LA REGIÓN CAIBEX (N-E ATLÁNTICO) MEDIANTE MODELO INVERSO.** Lidia I. Carracedo, IIM-CSIC.
- 12:30 **VARIABILIDAD DE LAS MASAS DE AGUA EN LA SECCIÓN 43°N, FRENTE A CABO FINISTERRE.** Eva Prieto Bravo, IEO, Gijón.
- 12:45 - 13:45 **Almuerzo, exposición empresas. Desmontaje de póster 1<sup>a</sup> Sesión e instalación de póster para la 2<sup>a</sup> Sesión.**

**OCEANOGRAFÍA OPERACIONAL - I (S5)**

Moderador: Enrique Álvarez Fanjul

13:45 **OPERATIONAL OCEANOGRAPHY: KEY QUESTION OF DATA, BENEFIT OF REANALYSIS.**

Fabrice Hernández, IRD/Mercator Océan, Toulouse.

14:15 **A 4DVAR DATA ASSIMILATION EXPERIMENT: TOWARD A REGIONAL OPERATIONAL SYSTEM.** Lionel Renault, SOCIB- IMEDEA-CSIC.14:30 **CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO REGIONAL EN EL SISTEMA DE AFLORAMIENTO IBÉRICO: PROTOCOLO DE VALIDACIÓN.** Sheila Estrada-Allis, ULPGC & CIIMAR.14:45 **ESTRUCTURA 3D DE LA HIDRODINÁMICA DE MAREA EN LA BAHÍA DE ALGECIRAS. APLICACIONES OPERACIONALES.** Laura López, Univ. de Cádiz.15:00 **OPERATIONAL OCEANOGRAPHY APPLIED TO ENVIRONMENTAL HARBOUR MANAGEMENT.** Manel Grifoll, LIM/UPC.15:15 **APLICACIÓN DE ENSEMBLE KALMAN FILTER EN MODELOS NUMERICOS.** Joaquim Ballabrera, UTM-CSIC.

15:30 - 16:00 Café, 2ª sesión de póster y exposición empresas.

**OCEANOGRAFÍA OPERACIONAL - II (S5)**

Moderadora: Silvia Torres

16:00 **SISTEMA DE OCEANOGRAFÍA OPERACIONAL PARA EL ESTRECHO DE GIBRALTAR Y LA BAHÍA DE ALGECIRAS.** Enrique Álvarez Fanjul, Puertos del Estado.16:30 **DESARROLLO DE UN NUEVO SISTEMA DE PREDICCIÓN OCEÁNICA OPERACIONAL PARA LA ZONA IBI (IBERIA-VIZCAYA-IRLANDA) EN EL MARCO DEL PROYECTO MYOCEAN.** Marcos García Sotillo, Puertos del Estado.16:45 **OPERATIONAL APPLICATIONS OF COASTAL HIGH-FREQUENCY (HF) RADAR TECHNOLOGY FOR OIL SPILL OPERATIONS.** Vicente Fernández, Qualitas Remos S.A.17:00 **COASTAL HF RADAR FOR OPERATIONAL SURFACE CURRENT MONITORING AND MODEL VALIDATION IN THE SE BAY OF BISCAY.** Julien Mader, AZTI-Tecnalia.17:15 **RAIA PROJECT. AN IBERIAN MARGIN OCEAN OBSERVATORY.** Vicente Pérez-Muñuzuri, MeteoGalicia - Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras.17:30 **A NEW COASTAL OCEAN OBSERVING AND FORECASTING SYSTEM IN THE BALEARIC ISLANDS.** Joaquim Tintoré, SOCIB and IMEDEA-CSIC-UIB.17:45 Conferencia: **ON REPRODUCIBILITY, IRREPRODUCIBILITY, AND PEER REVIEW.** Eric Des Barton, IIM-CSIC.

18:15 - 19:00 Exposición empresas

Actividades Culturales Opcionales:

18:15 Visita a la embarcación "Santa Eulalia"

19:15 Visita a las Drassanes Reials, Museo Marítimo (en obras). Exposición Impresionismo ruso y presentación Proyecto Ictíneu-3 (R.O.V. para ciencia y arqueología marina)

20:30 Drassanes Reials, Museo Marítimo. Actuación de la Coral del Mar.

Entrega del premio l'OCEA, Cena Restaurante Norai – Les Reials Drassanes

**VIERNES 15 DE OCTUBRE, 2010****OCEANOGRAFÍA Y CLIMA MARÍTIMO (S6)**

Moderador: Cesar González Pola

- 08:30 **EL OCEANO Y LA ATMÓSFERA: ALGO MÁS QUE VECINOS.** Eliseu Vilaclara i Ribas, Servei Meteorològic de Catalunya.
- 09:00 **ESTUDIO DE LA PRESENCIA DE OLAS GIGANTES (FREAK WAVES) EN LAS COSTAS ESPAÑOLAS. APLICACIÓN AL PUERTO DE BARCELONA.** Marta Alfonso Alonso-Muñoyerro, Puertos del Estado.
- 09:15 **ANÁLISIS GLOBAL DE LA VARIABILIDAD ESTACIONAL E INTERANUAL DE EXTREMOS DE OLEAJE.** Cristina Izaguirre, IH Cantabria.
- 09:30 **UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL RECURSO SURF; VARIACIONES ESTACIONALES E INTERANUALES.** Antonio Espejo, IH Cantabria.
- 09:45 **HF RADAR OBSERVATIONS OF SURFACE CIRCULATION OFF NORTHERN-CENTRAL CALIFORNIA: WINTERTIME VS SUMMERTIME CONDITIONS.** Silvia Piedracoba, IIM-CSIC.
- 10:00 **GOS, UN REANÁLISIS DE MAREA METEOROLÓGICA DE 60 AÑOS DE ALTA RESOLUCIÓN PARA EL SUR DE EUROPA.** Ana Julia Abascal, IH Cantabria.
- 10:15 **ENSURF: PREDICCIÓN DE NIVEL DEL MAR POR CONJUNTOS. VALIDACIÓN PARA LA ZONA IBIROOS Y MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL.** Begoña Pérez, Puertos del Estado.
- 10:30 – 11:00 Café , 2ª sesión de póster y exposición empresas.

**OCÉANO Y CAMBIO CLIMÁTICO (S7)**

Moderadora: Ananda Pascual

- 11:00 **CLIMA EN ESPAÑA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO. INFORME DE EVALUACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO REGIONAL.** Damià Gomis, IMEDEA (CSIC-UIB).
- 11:30 **SIMULACIÓN BAROCLÍNICA DE ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MAR MEDITERRÁNEO.** Roland Aznar, Puertos del Estado.
- 11:45 **MULTIPARAMETRIC ANALYSIS AND VALIDATION IN THE MEDITERRANEAN OF TWO EDDY-PERMITTING GLOBAL OGCM HINDCASTS OF PAST DECADES.** Enrique Vidal-Vijande, IMEDEA (CSIC-UIB).
- 12:00 **RECENT CHANGES IN DEEP MEDITERRANEAN WATERS.** Jordi Salat, ICM-CSIC.
- 12:15 **ESCENARIOS CLIMÁTICOS MARINOS PARA EL SIGLO XXI EN EL MEDITERRÁNEO Y EN EL ATLÁNTICO NORORIENTAL.** Gabriel Jordà, IMEDEA (UIB-CSIC).
- 12:30 **SST VARIABILITY ALONG THE WESTERN IBERIAN PENINSULA FROM 1900 TO 2008.** Francisco Santos, Environmental Physics Laboratory, Univ. de Vigo.
- 12:45 **LAS PROPIEDADES DE LA TERMOCLINA PERMANENTE EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO.** Cesar González-Pola, IEO, Gijón.
- 13:00 **MODELLING THE UPPER-OCEAN GLACIAL-INTERGLACIAL CHANGES OF ORGANIC AND DISSOLVED INORGANIC CARBON.** Josep Lluís Pelegrí, ICM-CSIC.
- 13:15 – 14:15 Almuerzo, 2ª sesión de póster y exposición empresas.

**TECNOLOGÍAS PARA EL MEDIO MARINO – I (S8)**

Moderador: Joaquim Ballabrera

- 14:15 **A LA MEMORIA DE AGUSTÍ JULIÀ (1940-2009): UNA VIDA DEDICADA A LA INSTRUMENTACIÓN OCEANOGRÁFICA.** Jordi Salat, ICM-CSIC.
- 14:30 **LA MISIÓN SMOS, UN AVANCE TECNOLÓGICO AL SERVICIO DE LA OBSERVACIÓN DEL OCÉANO.** Jordi Font, ICM-CSIC.
- 14:45 **DERIVATION OF SALINITY OBSERVATIONS FROM SMOS MEASUREMENTS.** Carolina Gabarró, SMOS-BEC, ICM - CSIC.
- 15:00 **ADVANCED METHODS FOR THE INFERENCE OF DYNAMIC INFORMATION APPLIED TO REMOTE SENSING MAPS OF THE OCEAN.** Antonio Turiel, ICM- CSIC.
- 15:15 **SATELLITE OCEAN VECTOR WIND OBSERVATIONS.** Marcos Portabella, UTM- CSIC.
- 15:30 **IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA RADAR DE ALTA FRECUENCIA EN LA RÍA DE VIGO. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES.** Ramiro Varela, Univ. de Vigo.
- 15:45 **ZAP, AN INSTRUMENT TO MEASURE ACOUSTIC BACKSCATTER IN THE WATER COLUMN.** Loli Cencillo, GRAFINTA S.A.
- 16:00 **USE OF SELF CONTAINED ADCP DATA TO EVALUATE AND IMPROVE LAGRANGIAN DRIFTER DATA.** Juan Luís Herrera, IIM-CSIC, Vigo.
- 16:15 – 16:45 Café, 2ª sesión de póster y exposición empresas.

**TECNOLOGÍAS PARA EL MEDIO MARINO – II (S8)**

Moderador: Jordi Font

- 16:45 **SAILING THE PRESTIGE OUT TO SEA. AN INDEPENDENT ANALYSIS.** Rafael Madrigal, LIM/UPC.
- 17:00 **ESTIMACIÓN DE LA TASA DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA PLAYA DE ALMENARA MEDIANTE EL USO COMBINADO DE UN MODELO Y TRAMPAS DE SEDIMENTOS.** Andrés Payo, SIDMAR Estudios y Servicios Oceanográficos S. L.
- 17:15 **HIGH-PRECISION GPS MEASUREMENTS OF SEA ICE DYNAMICS IN THE ARCTIC OCEAN.** Pedro Elosegui, UTM-CMIMA-CSIC.
- 17:30 **CURRENT MEASUREMENTS IN DYNAMIC WATERS: THE CHALLENGE TO OBTAIN HIGH QUALITY RESULTS ON TILTING AND VIBRATING MOORINGS.** Tino Flores, Aanderaa Data Instruments, Gandía.
- 17:45 **MARINE TECHNOLOGY DEVELOPED AT IMEDEA-TMOOS.** Miguel Martínez-Ledesma, IMEDEA-CSIC-UIB.
- 18:00 **NEW TECHNOLOGIES FOR MARINE RESEARCH: 4 YEARS OF GLIDER ACTIVITIES AT IMEDEA-TMOOS.** Simón Ruiz, IMEDEA-CSIC-UIB.
- 18:15 Despedida.

# **SESIONES DE POSTERS**



**1ª SESIÓN: MIÉRCOLES 13 OCTUBRE (11:30) a JUEVES 14 OCTUBRE (11:15)****PROCESOS A PEQUEÑA ESCALA (S1)**

**DIFUSIÓN TURBULENTA EN LA CORRIENTE SUBSUPERFICIAL DEL ATLÁNTICO OESTE ECUATORIAL.** Ángel Rodríguez-Santana, Dpto. de Física, ULPGC.

**DIFUSIÓN DIAPICNA TURBULENTA EN EL SISTEMA DE AFLORAMIENTO DEL NOROESTE AFRICANO.** Ángel Rodríguez-Santana, Dpto. de Física, ULPGC.

**MEZCLA DIAPICNA DE NUTRIENTES EN LA ZONA SUR DE LA CUENCA CANARIA.** Ángel Rodríguez-Santana, Dpto. de Física, ULPGC.

**MEZCLA DIAPICNA EN EL SISTEMA DE CORRIENTES DE BORDE ORIENTAL DE CHILE-PERÚ.** Daniel Barahona, Dpto. de Geofísica, Universidad de Concepción, Chile.

**PROCESOS DE MEZCLA EN EL ENTORNO OCEANOGRÁFICO DE LAS ISLAS SHETLAND DEL SUR.** Borja Aguiar-González, Dpto. de Física, ULPGC.

**SEASONAL CHARACTERIZATION OF THE VELOCITY FIELD OF THE BOTTOM NEPHELOID LAYER IN THE RIA DE VIGO (NW IBERIAN PENINSULA).** Nicolás Villaceros-Robineau, IIM-CSIC.

**PROCESOS COSTEROS (S2)**

**SEA LEVEL FLUCTUATIONS IN THE MAR MENOR (SPAIN) COSTAL LAGOON.** Francisco López-Castejón, Technical University of Cartagena.

**ANÁLISIS DE LAS “SEIXAS” DE LAS BAHÍAS DEL DELTA DEL EBRO.** Jaime López Marco, LIM/UPC.

**IMPORTANCIA DE LAS CAPAS NEFELOIDES SUB-SUPERFICIALES PARA LA DISTRIBUCION Y EL TRANSPORTE DE SEDIMENTO EN LA FOSA DE CARIACO, VENEZUELA.** Laura Lorenzoni, Univ. of South Florida.

**CORRIENTES OCEÁNICAS EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL GOLFO DE VALENCIA DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL.** Yarisbel García Quintana, Univ. Católica de Valencia “San Vicente Mártir”.

**SENSIBILIDADES EN EL MODELADO HIDRODINAMICO CON BATIMETRÍAS REALISTAS.** M. Cobas García, IEO.

**ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE PLUMAS DE SEDIMENTO EN EL GOLFO DE URABÁ MEDIANTE SENSORES REMOTOS.** A. Jaramillo, Univ. de Medellín, Colombia.

**TIDAL HARMONIC ANALYSIS BETWEEN THE RÍAS DE VIGO AND PONTEVEDRA: A COMPARISON BETWEEN VESSEL MOUNTED AND MOORED ADCP DATA.** E. Aguiar, U. Vigo.

**TAKING THE PULSE OF THE NORTHWEST IBERIAN UPWELLING.** Francisco De la Granda, IIM-CSIC.

**CORRIENTES DE MAREA EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR.** Antonio Sánchez-Román, Grupo de Oceanografía Física, Univ. de Málaga.

**DESCRIPCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL GOLFO DE VALENCIA: INFLUENCIA DE LAS MASAS DE AGUA DE ORIGEN CONTINENTAL Y DE BORDE DE PLATAFORMA.** Aitana Forcén-Vázquez, Univ. Católica de Valencia “San Vicente Mártir”.

### **PROCESOS MESOESCALARES (S3)**

**ON THE COMBINATION OF SATELLITE AND IN-SITU OBSERVATIONS TO CHARACTERIZE MESOSCALE VARIABILITY.** Ananda Pascual, IMEDEA (CSIC-UIB).

**MESOSCALE THERMOHALINE VARIABILITY DURING THE SPRING PHYTOPLANKTON BLOOM IN THE NW MEDITERRANEAN.** Mikhail Emelianov, ICM-CSIC.

**ADVECTIVE SALT TRANSPORT BY THE ATLANTIC EQUATORIAL UNDERCURRENT AND BIOLOGICAL IMPLICATIONS.** Mariona Claret, ICM-CSIC.

**ORIGIN AND FATE OF UPWELLED WATERS IN THE CANARY UPWELLING AS DETERMINED THROUGH NUMERICAL FLOAT EXPERIMENTS.** Evan Mason, ICM-CSIC.

**ESTIMACIÓN DE LOS FLUJOS DIFUSIVOS VERTICALES DE NUTRIENTES EN ESTRUCTURAS MESOESCALARES EN EL ENTORNO OCEANOGRÁFICO DEL ARCHIPIÉLAGO CANARIO.** M. Arcos-Pulido, Dpto. de Física, ULPGC.

**A NEW VIEW OF THE BRANSFIELD CURRENT.** Mónica Hernández-Arencibia, Dpto. de Física, ULPGC.

**VARIABILITY OF THE NORTH BRAZIL CURRENT AND AMAZON RIVER PLUME DURING APRIL-MAY 2010 AS DETERMINED FROM REMOTE SENSING AND IN SITU ABSORPTION CDOM.** Patricia De La Fuente, ICM-CSIC.

**UPPER OCEAN VARIABILITY IN THE SOUTH-EASTERN CORNER OF THE BAY OF BISCAY. FROM ATMOSPHERIC FORCING TO OCEANIC RESPONSE.** Raquel Somavilla, IEO

### **PROCESOS A GRAN ESCALA (S4)**

**HOMOGENIZATION OF POTENTIAL VORTICITY IN THE EASTERN REGION OF THE NORTH ATLANTIC SUBTROPICAL GYRE. A MODELLING APPROACH.** Irene Laiz, Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía-CSIC.

**INDIAN OCEAN CROSS-EQUATORIAL FLOW.** M. D. Pérez-Hernández, Facultad de Ciencias del Mar, ULPGC.

**DYNAMICS OF THE COASTAL TRANSITION ZONE OFF CHILE.** Pedro Llanillo, ICM-CSIC.

**FUENTE DE NUTRIENTES EN EL ATLÁNTICO NORTE: CONTRIBUCIÓN DIAPICNA VERSUS ISOPICNA.** Francisco Machín, ULPGC.

**MERIDIONAL HEAT TRANSPORT IN THE ATLANTIC OCEAN AS DEDUCED FROM XBT OPPORTUNITY LINES.** Marco Talone, ICM-CSIC.

**MERIDIONAL TRANSPORT OF WATER MASS AND OTHER PROPERTIES IN THE ATLANTIC OCEAN AT 7.5°N.** Josep Lluís Pelegrí, ICM-CSIC.

**NEW VERSUS OLD VARIETIES OF SACW IN THE CAPE VERDE FRONTAL REGION.** Jesús Peña-Izquierdo, ICM-CSIC.

**CHANGES IN THE TROPICAL PACIFIC BACKGROUND STATE AND LA NIÑA DEVELOPMENT FROM ATLANTIC REMOTE INFLUENCE.** Marta Martín, Facultad CC Físicas, UCM.

**2ª SESIÓN:** JUEVES 14 OCTUBRE (15:30) a VIERNES 15 OCTUBRE (16:45)

### **OCEANOGRAFÍA OPERACIONAL (S5)**

**RAIA PROJECT. TWO YEARS OF OCEANOGRAPHIC MONITORING AND ITS SCIENTIFIC APPLICATIONS.** M. Martín Míguez, CETMAR.

**RAIA PROJECT. OPERATIONAL IBERIAN MARGIN HYDRODYNAMICAL MODEL.** P. Melo-Costa, MeteoGalicia.

**RAIA OBSERVATORY: VISUALIZATION OF OCEANOGRAPHIC DATA UNDER INSPIRE DIRECTIVE.** B. Vila Taboada, Tragsatec.

**REAL TIME DATA PROCESING FOR IN SITU AUTONOMOUS OBSERVING PLATFORMS.** B. Garau, SOCIB.

**SISTEMA MARINO DE ALERTA TEMPRANA, UNA NUEVA HERRAMIENTA PARA LA AYUDA EN LA TOMA DE DECISIONES.** J. A. Zaballos, Puertos del Estado.

**PRIMEROS RESULTADOS DE LA BOYA OCEANO-METEOROLÓGICA AGL.** Alicia Lavin, Centro Oceanográfico de Santander, IEO.

**LA BOYA AGL: UNA APORTACIÓN A LA OCEANOGRAFÍA OPERACIONAL EN ESPAÑA.** D. Cano, Centro Oceanográfico de Santander, IEO.

**APPLICATION OF THE ENSEMBLE KALMAN FILTER FOR SATELLITE ALTIMETRY DATA ASSIMILATION IN THE MEDITERRANEAN SEA.** A. Jordi, IMEDEA (UIB-CSIC).

**AN ASSESSMENT OF REALISTIC WINDS FOR THE BALEARIC ISLANDS WAVE FORECAST.** Sonia Ponce de León Álvarez, IMEDEA (CSIC-UIB).

### **OCEANOGRAFÍA Y CLIMA MARÍTIMO (S6)**

**GOW, REANÁLISIS GLOBAL DE OLEAJE CON CALIBRADO INSTRUMENTAL.** B. G. Reguero, Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria.

**WATER MASS TRANSFORMATION OF THE MEDITERRANEAN OUTFLOW WEST OF GIBRALTAR.** Marc Gasser, ICM-CSIC.

**OCEANIC SURFACE CIRCULATION OVER THE SE BAY OF BISCAY CONTINENTAL SHELF AND SLOPE: OBSERVATIONAL DATA AND MODEL SIMULATIONS.** N. Alzorriz, Azti-Tecnalia.

**CONTRASTING CIRCULATION PATTERNS BETWEEN SURFACE AND INTERMEDIATE LAYERS IN THE NORTH BRAZIL CURRENT SYSTEM.** Eugenio Fraile-Nuez, Centro Oceanográfico de Canarias, IEO.

## **OCÉANO Y CAMBIO CLIMÁTICO (S7)**

**SEASONAL AND INTERANNUAL VARIABILITY OF SEA SURFACE AND HEATH EXCHANGE AROUND THE SOUTH SHETLAND ISLANDS.** C. A. Salinas, ULPGC.

**DECADAL CHANGES IN THE TROPICAL ATLANTIC ALONG THE 7°30N SECTION.** Verónica Benítez-Barrios, ULPGC.

**CLIMATE MODES AND CHLOROPHYLL VARIABILITY IN THE SUBTROPICAL NORTH ATLANTIC.** María Pastor, ICM-CSIC.

**TENDENCIAS TERMOHALINAS DE LAS CAPAS SUPERFICIAL, INTERMEDIA Y PROFUNDA EN EL MEDITERRÁNEO Y SU CONTRIBUCIÓN AL NIVEL ESTÉRICO.** J. Soto-Navarro, Grupo de Oceanografía Física, Univ. de Málaga.

**EL CICLO GLACIAL-INTERGLACIAL: ANÁLISIS Y MEJORA DEL MODELO DE PAILLARD.** Carmen Herrero, ICM-CSIC.

## **TECNOLOGÍAS PARA EL MEDIO MARINO (S8)**

**REQUIREMENTS AND AVAILABLE TECHNOLOGIES FOR A TEMPERATURE AND SALINITY CALIBRATION APPLIED TO CTDs – RAIA OCEANOGRAPHIC CALIBRATION LABORATORY.** A. Alméjija, CETMAR.

**TWO BUOY DESIGNS FOR REAL TIME OCEANOGRAPHIC DATA ADQUISITION.** José González, Univ. de Vigo.

**PRELIMINARY VALIDATION OF SMOS SALINITY PRODUCTS.** Jérôme Gourrion, SMOS-BEC, ICM-CSIC.

**POTENCIAL DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE.** M<sup>a</sup> Concepción Calero, Grupo Oceanografía Física, Univ. de Málaga.

**ESTIMACIÓN ROBUSTA DE VELOCIDADES DE CORRIENTE CON ADCPs DE CUATRO TRANSDUCTORES BROAD-BAND.** Miguel Gilcoto, IIM-CISC.

**HIGH-PRECISION POLAR GPS BUOYS FOR ARCTIC SEA-ICE OCEANOGRAPHY.** Pedro Elosegui, ICE/CSIC-IEEC & UTM-CMIMA-CSIC.

**SEDIMENTATION RATE OF PLOUGHING ACTIVITY DURING BALEARIC SUBMARINE PIPELINE CONSTRUCTION (MALLORCA LANDFALL AREA).** Pep Llucà, Tecnoambiente S. L.

**BOYA INSTRUMENTADA PARA REGISTRO Y TRANSMISION DE DATOS EN TIEMPO REAL.** Joaquín Salvador, ICM-CSIC.

**PROCESOS A  
PEQUEÑA ESCALA  
S1  
RESÚMENES**



## DIFUSIÓN TURBULENTO EN EL ATLANTICO NORTE SUBTROPICAL Y ECUATORIAL

Rodríguez-Santana A<sup>1</sup>, Pelegrí JL<sup>2</sup>, Emelianov M<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias del Mar, CSIC, Barcelona

La comprensión y estimación de la difusión turbulenta en el océano, en las diferentes escalas espaciales y temporales, es fundamental para poder entender su dinámica, la transferencia de calor en su seno y la distribución de propiedades disueltas para los procesos ecológicos.

En este trabajo nos centraremos en los procesos de difusión vertical turbulenta que tienen lugar en la zona de la termoclina, en las regiones del Atlántico Norte subtropical y ecuatorial. Utilizando las medidas realizadas con un perfilador vertical de microestructuras en caída libre (TurboMAP-L) en las campañas oceanográficas de los proyectos CANOA y MOC-Ecuatorial, se ha podido analizar las diferencias entre los diferentes ambientes turbulentos con la estimación de los valores de disipación de la energía cinética turbulenta,  $\epsilon$ .

La corriente subsuperficial ecuatorial con valores máximos sobre  $1 \text{ m s}^{-1}$  hacia el este presenta valores de  $\epsilon$  en torno a  $10^{-7} \text{ W kg}^{-1}$  sobre dicha corriente, y un mínimo asociado a su núcleo en torno a  $10^{-8} \text{ W kg}^{-1}$ . Debajo de la corriente se observa un aumento de la disipación turbulenta con valores superiores a  $10^{-8} \text{ W kg}^{-1}$ . Estas observaciones realizadas en abril de 2010 en el proyecto anteriormente citado de MOC\_Ecuatorial concuerdan de forma general con las observaciones realizadas por otros autores para los primeros 150 metros de la columna de agua.

En mayo y noviembre de 2008, dentro del proyecto CANOA, se realizaron dos campañas oceanográficas en la zona del Atlántico Subtropical, fundamentalmente en el sistema de afloramiento del noroeste africano. De forma general, los valores más altos de disipación se encontraron en las estaciones más influenciadas por el sistema frontal de afloramiento, entre  $10^{-8}$  y  $10^{-7} \text{ W/kg}$ . En estas zonas existe una buena correspondencia entre la aparición de escalones en los perfiles verticales de temperatura y salinidad y altos valores de disipación. Si comparamos varias secciones hidrográficas localizadas en dicho sistema de afloramiento, se encuentran que los valores más altos de  $\epsilon$  corresponden para las secciones más meridionales.

Para la estimación adecuada de las difusividades diapiricas a partir de estos datos de disipación, es primordial realizar un análisis energético de las fuentes turbulentas en cada región, con especial cuidado en su distribución espacial y temporal. La obtención de parametrizaciones adecuadas de las difusividades diapiricas para las diferentes regiones nos permitiría conocer la evolución dinámica y estructural de los sistemas de corrientes de cada zona a partir de la modelización numérica.

## DISTRIBUCIÓN DE LA TURBULENCIA EN LA REGIÓN DEL AFLORAMIENTO PERMANENTE DE MAURITANIA. ICON-SOLAS ABRIL-MAYO 2009

Barreiro González B<sup>1</sup>, Torres R<sup>2</sup>, Barton ED<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IIM-CSIC, Vigo, España

<sup>2</sup>Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, Reino Unido

La campaña ICON-SOLAS se realizó en el área del afloramiento de Mauritania (18°-23° N y 20°-17° O) durante abril y mayo de 2009 a bordo del RRS Discovery. El objetivo principal de este estudio fue determinar cómo el intercambio océano-atmósfera de gases de efecto invernadero influyen por los procesos físicos y biológicos de la capa superficial de la columna de agua. Esto fue obtenido mediante el trazado de una parcela de agua con hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y boyas de deriva puestas en un filamento de agua aflorada. Durante el experimento, el área mostró una compleja interacción entre las aguas frías y ricas en nutrientes situadas en la zona costera del afloramiento, una zona de transición, caracterizada por la formación de filamentos, y las aguas oligotróficas oceánicas. Esta área se encuentra también en la región del frente permanente entre las Aguas Centrales NorAtlánticas (ACNA) y las Aguas Centrales SurAtlánticas, lo cual se refleja en grandes contrastes horizontales en temperatura, salinidad y otras propiedades. Describiremos la distribución espacial y temporal de la mezcla y como esta afecta a la biogeoquímica de la región. Las características espaciales de las condiciones de mezcla del área de estudio fueron calculados mediante el número de Richardson (basado en medidas simultáneas de datos de CTD y ADCP). El 23% de todas las estimaciones de  $Ri$  presentaron un valor crítico de actividad de mezcla potencial ( $Ri < 1$ ) y más de la mitad de estos casos están comprendidos en los primeros 100 m de la columna de agua. Por lo tanto, esta inestabilidad afecta a la actividad en la capa eufótica, que está definida por la distribución de plancton (estimada mediante fluorescencia) y nutrientes. Cálculos del ángulo de Turner, con el cual se predice el tipo de inestabilidad asociada a los valores de  $Ri$ , indican que el 10.4 % de todos los datos de CTD son favorables a la doble difusión. En 5.6% de los casos, el régimen difusivo está presente mientras en 4.8% de las observaciones los "salt fingers" dominan. El 69.9% de los datos indicaron ángulo de Turner consistente con la inestabilidad. Con un análisis de masas de agua mediante la técnica de análisis óptima multiparamétrica (Optimum multiparameter analysis, OMP) investigaremos la relación espacial entre la mezcla, el número de Richardson y el ángulo de Turner. Los resultados ayudarán a interpretar los cambios observados en los parámetros biogeoquímicos.

## UTILIZACIÓN DE MEDIDAS DE MICROTURBULENCIA EN EL ESTUDIO DE PROCESOS BIOLÓGICOS EN EL OCÉANO

Graña R<sup>1</sup>, Mouriño B<sup>1</sup>, Varela RA<sup>1</sup>, Fernandez A<sup>1</sup>, Marañón E<sup>1</sup>, Cotano U<sup>2</sup>, Irigoien X<sup>2</sup>, Alcaraz M<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Vigo, Vigo, España

<sup>2</sup> AZTI-Tecnalia, Pasaia, España

<sup>3</sup> ICM-CSIC, Barcelona, España

La turbulencia representa la canalización de la energía cinética desde las grandes escalas espaciales en las que se genera, hacia las pequeñas escalas en las que finalmente se disipa en forma de calor por acción de la viscosidad. La tasa a la cual tiene lugar la disipación de la energía cinética hacia las pequeñas escalas se denota como  $\varepsilon$ . La relación entre  $\varepsilon$  y las fuerzas de flotabilidad determina el valor del coeficiente de difusión turbulenta o difusividad ( $K_z$ ).  $\varepsilon$  y  $K_z$  juegan un papel clave en la biosfera marina y la regulación del clima mediante su papel en el transporte y la distribución de gases disueltos, sales nutrientes y plancton en el océano. Existe un gran desconocimiento acerca de la magnitud y la variabilidad de los valores de  $\varepsilon$  y  $K_z$  en el océano. La información obtenida tras cinco décadas de observaciones indica que los valores de  $K_z$  en el océano son un orden de magnitud más pequeños que las estimaciones realizadas a partir de los modelos matemáticos. La sensibilidad de los modelos oceánicos al valor de  $K_z$ , junto con la escasez de observaciones, pone de manifiesto la necesidad de obtener un mayor número de medidas de  $\varepsilon$ . Esto se ve facilitado hoy en día por la aparición en el mercado de diferentes instrumentos que permiten obtener medidas de microturbulencia. Entre estos equipos se encuentran los perfiladores MST (Microstructure turbulence profiler) y TurboMap. Desde el año 2006, en el contexto de los proyectos TRYNITROP (*Trichodesmium spp. and N<sub>2</sub> fixation in the tropical Atlantic*), PERFIL (*Pautas en la distribución vertical a pequeña escala del zooplancton marino: Control ambiental y consecuencias a nivel de consumidores superiores*) y CARPOS (*Flujos de carbono mediados por el plancton en ambientes oligotróficos subtropicales: una aproximación lagrangiana*), hemos realizado medidas de  $\varepsilon$  en diferentes regiones y condiciones hidrográficas empleando una sonda MST. Los objetivos específicos de esta línea de investigación son: 1) cuantificar el transporte de nutrientes hacia la capa fótica mediante procesos de difusión turbulenta, 2) estudiar la relación entre microturbulencia y la distribución vertical del plancton y 3) estudiar la sensibilidad de los modelos oceánicos a la parametrización de  $K_z$ . En esta presentación expondremos un breve resumen de los principales resultados obtenidos hasta el momento.

## DINÁMICA DE MEZCLA EN LA CAPA TÚRBIDA DE FONDO DE LA PLATAFORMA LITORAL DEL DELTA DEL EBRO

Roget E<sup>1</sup>, Bastida I<sup>1</sup>, Planella J<sup>1</sup>, Guillén J<sup>2</sup>, Puig P<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grup de Física Ambiental, Universitat de Girona

<sup>2</sup>Inst. de Ciències del Mar, Geologia Marina, ICM-CSIC, Barcelona

Los datos que se presentan fueron tomados en junio del 2004 con un perfilador de caída libre a lo largo de 11 estaciones en un transecto de 22 km de longitud perpendicular a la costa sur del delta del Ebro, que se recorrió dos veces durante la campaña VEDA8 realizada bajo la dirección de M. Demestre (ICM, Barcelona). Las medidas de velocidad tomadas durante varios días antes de la campaña a 50 cm por encima del fondo muestran una velocidad neta hacia el suroeste de unos 5 m/s acorde con la corriente barotrópica que existe permanentemente en la zona. Además se observan oscilaciones superpuestas con un período de 17,5h, ligeramente inferior al periodo inercial, y que también se han descrito en la zona durante la primavera y el verano. Durante los dos periodos de medida –de unas 4 horas de duración y aproximadamente a la misma hora de la tarde– el viento era del sureste con una intensidad media aproximada de unos 3 y 5 m/s, respectivamente. Durante el día entre ambas campañas, se registraron dos episodios consecutivos con vientos con una componente norte de más de 10 m/s, cada uno de ellos de unas 4 horas de duración.

A partir del análisis de los campos de temperatura, salinidad y densidad se ilustra la existencia de ondas internas en la zona y en el segundo transecto se discute la existencia de un segundo modo vertical baroclínico, excitado probablemente por el viento del norte del día anterior. En ambos transectos la velocidad de disipación de la energía cinética turbulenta por encima del fondo alcanza valores muy elevados que se correlacionan perfectamente con la distribución de valores elevados de turbidez. A primera vista, y a partir de la comparación de los datos de turbulencia y turbidez, la dinámica de mezcla en la capa de fondo de ambos días parece análoga, pero en el primer transecto los valores de la velocidad de disipación de la energía cinética en la capa de fondo no son compatibles con la existencia de un perfil logarítmico de velocidad, si bien los son en algunas de las estaciones del segundo transecto, en donde tanto el nivel de turbulencia como la concentración de partículas es menor. En base al campo de densidades se discute como la inestabilidad del flujo por encima de la capa del fondo depende de si la componente transversal a la costa de la corriente de fondo proviene o va hacia la costa. También se discute la posibilidad de reflexión crítica de las ondas internas sobre el fondo. A pesar del elevado nivel de mezcla que se observa en la zona las estimaciones de las difusividades turbulentas son del mismo orden que las que presentan otros autores en otras zonas costeras, lo que parece indicar que la espectacular dinámica que los sedimentos de la plataforma del delta del Ebro pone de relevancia puede ser análoga a la de otras plataformas litorales.

## **SOBRE LA IMPORTANCIA DEL OLEAJE EN LOS PROCESOS DE INTERACCIÓN ENTRE EL OCÉANO Y LA ATMÓSFERA: EL EXPERIMENTO INTOA**

Ocampo-Torres FJ, Pedro Osuna J, García Nava H, Díaz GM  
CICESE, Departamento de Oceanografía Física

An air-sea interaction experiment INTOA took place from February to April 2005 in the Gulf of Tehuantepec, under the Programme for the Study of the Gulf of Tehuantepec PEGoT, Spanish acronym for Programa para el Estudio del Golfo de Tehuantepec). PEGoT is underway aiming for a better knowledge of the effect of strong and persistent offshore winds on coastal waters and their natural resources, as well as performing advanced modeling of the wave and surface current fields. One of the goals of the INTOA experiment was to improve our knowledge on air-sea interaction processes with particular emphasis on the effect of surface waves over momentum flux for the characteristic and unique conditions that occur when the strong *Tehuano* winds blow offshore against the Pacific Ocean long period swell. For the field campaign, an Air-Sea Interaction Spar (ASIS) buoy was deployed in the Gulf of Tehuantepec to measure surface waves and the momentum flux between the ocean and the atmosphere.

High frequency radar systems (phase array type) were in operation in two coastal sites and 3 acoustic Doppler current profilers were deployed nearshore. Synthetic aperture radar images were also acquired as part of the remote sensing component of the experiment. The present paper provides the main results on the wave and wind fields, addressing the direct calculation of the momentum flux and the drag coefficient, and it gives an overview of the INTOA experiment.

Although the effect of swell has been described in recent studies, this is the first time it has been shown providing a clear influence on the wind friction velocity, through the significant steepness of swell, for the very specific conditions encountered, such as swell persistently opposing offshore winds and the locally generated waves.

## OCEANOGRAFÍA SÍSMICA. DOS CASOS DE ESTUDIO: MEDDIES Y ESTRUCTURA EN ESCALERA

Biescas B,<sup>1</sup> Sallarès V<sup>1</sup>, Pelegrí JL<sup>2</sup>, Machín F<sup>3</sup>, Buffett G<sup>4</sup>, Carbonell R<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Unitat de Tecnologia Marina, CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona, España

<sup>3</sup>Universidad de Las Palmas de Gran Canarias, Las Palmas

<sup>4</sup>Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera, CSIC, Barcelona

La oceanografía sísmica consiste en la aplicación del método de exploración sísmica de reflexión multicanal para la visualización de estructura fina termohalina en la capa de agua oceanográfica. Las ondas sísmicas se reflejan en los gradientes termohalinos y son registradas en hidrófonos.

A partir del procesado de estas reflexiones se puede extraer información sobre la estructura fina de la columna de agua con una resolución horizontal del orden de los 10 m, unas 100 veces mayor que la obtenida con sondas oceanográficas tradicionales.

Además los datos se extienden en secciones de centenares de kilómetros, lo que permite visualizar las interacciones entre diferentes estructuras y la topografía submarina.

En este trabajo se explican los conceptos básicos de esta nueva herramienta y su aplicación a dos casos de estudio: las lentes rotantes de agua mediterránea que se generan en el Golfo de Cádiz y se conocen por el nombre de meddies, y las estructuras termohalinas en forma de escalera que se generan en la base de la corriente mediterránea a su salida hacia el océano Atlántico.

## DIFUSIÓN TURBULENTA EN LA CORRIENTE SUBSUPERFICIAL DEL ATLÁNTICO OESTE ECUATORIAL

Rodríguez-Santana A<sup>1</sup>, Emelianov M<sup>2</sup>, Pelegrí JL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias del Mar, CSIC, Barcelona, España

En abril de 2010 se ha llevado a cabo una campaña oceanográfica multidisciplinar dentro del proyecto MOC en el oeste del Atlántico Ecuatorial, entre 33° y 43° oeste, con 33 estaciones CTD (Conductivity-Temperature-Depth) y 4 estaciones donde se lanzó un perfilador vertical de microestructuras en caída libre (TurboMAP-L) para los primeros 500 metros de la columna de agua.

Para todas las estaciones se tiene además datos de la corriente oceánica en celdas de 8 metros obtenidos con un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) montado en el barco. La corriente subsuperficial ecuatorial con valores máximos sobre 1 m s<sup>-1</sup> hacia el este se detecta asociado a un máximo de salinidad sobre los 70-80 metros de profundidad.

Los valores de disipación de la energía cinética turbulenta obtenidos con el perfilador muestran valores en torno a 10<sup>-7</sup> W kg<sup>-1</sup> sobre la corriente subsuperficial, debido fundamentalmente a la intensa cizalla vertical del flujo medio, y un mínimo por debajo de 10<sup>-8</sup> W kg<sup>-1</sup> asociado al núcleo máximo de corriente. Debajo de este máximo de corriente se vuelve a observar un aumento de la disipación turbulenta con valores superiores a 10<sup>-8</sup> W kg<sup>-1</sup> asociado a la cizalla vertical del flujo medio con la posible contribución de otra fuente de inestabilidades.

Estas observaciones concuerdan de forma general con las observaciones realizadas por otros autores en trabajos anteriores para los primeros 150 metros de la columna de agua.

Con estos valores de disipación de la energía cinética turbulenta y la frecuencia de flotabilidad obtenida a través de los datos de CTD, se podrán estimar los valores tanto de difusividad diapirna turbulenta como de viscosidad turbulenta que permitirá estudiar los flujos difusivos diapirnos tanto de propiedades como de momento asociados a la corriente subsuperficial.

## DIFUSIÓN DIAPICNA TURBULENTA EN EL SISTEMA DE AFLORAMIENTO DEL NOROESTE AFRICANO

Rodríguez-Santana A<sup>1</sup>, Aguiar-González MB<sup>1</sup>, Pelegrí JL<sup>2</sup>, Marrero-Díaz A<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias del Mar, CSIC, Barcelona, España

Se ha llevado a cabo en noviembre de 2008 una campaña oceanográfica en el noroeste del sistema de afloramiento africano dentro del proyecto CANOA.

Se realizaron con un microperfilador de turbulencias medidas de microestructura en los primeros 500 metros de la columna de agua en tres secciones perpendiculares a la costa que cruzan el sistema de afloramiento, sobre las latitudes 32°, 24° y 17° N. A partir de estos datos de microestructura se han estimado los valores de disipación de la energía cinética turbulenta en celdas de 10 metros.

En la zona de la termoclina encontramos, de forma general, los valores más alto de disipación en las estaciones más influenciadas por el sistema frontal de afloramiento, entre  $10^{-8}$  y  $10^{-7}$  W/kg.

En estas zonas existe una buena correspondencia entre la aparición de escalones en los perfiles verticales de temperatura y salinidad y altos valores de disipación. Son en estos escalones que debido a la concurrencia con valores de la frecuencia de Brunt-Väisälä por debajo de  $3 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$  nos encontramos con difusividades diapicnas turbulentas altas, en algunos casos por encima de  $10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ . Si comparamos las secciones latitudinalmente encontramos los valores más altos de disipación de la energía cinética turbulenta y de difusividades diapicnas turbulentas para la sección localizada sobre 32° N y los valores más bajos para la correspondiente a 17° N.

Estos primeros resultados muestran que en el sistema de afloramiento se intensifican los procesos de mezcla diapicna debido a la cizalla vertical de los flujos asociados al mismo.

## MEZCLA DIAPICNA DE NUTRIENTES EN LA ZONA SUR DE LA CUENCA CANARIA

Rodríguez-Santana A, Machín F, Sangrà P, Martínez-Marrero A, Marrero-Díaz A

Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

Se realizaron dos campañas oceanográficas multidisciplinares dentro del proyecto COCA: en septiembre-octubre de 2002 (COCA1) y en mayo-junio de 2003 (COCA2). Dichas campañas consistían en la realización de una misma caja cerrada de 66 estaciones utilizando la costa africana con tres secciones: 26° N (norte), 26° O (oeste) y 21° N (sur).

En 17 estaciones CTD (Conductivity-Temperature-Depth) de las 66 se tomaran muestras de nutrientes: fosfatos, silicatos, nitritos y nitratos.

Para todas las estaciones se obtuvieron perfiles verticales de velocidad en celdas de 8 metros utilizando el ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) montado en el barco, hasta aproximadamente los 500 metros de profundidad.

Con los datos obtenidos se pudieron determinar los coeficientes de difusividad diapicna utilizando para ello diversas parametrizaciones en función del proceso difusivo turbulento a caracterizar: inestabilidad por cizalla vertical del flujo con el número de gradiente de Richardson y doble difusión con la razón de estabilidad.

Por norma general, se han podido encontrar valores máximo de difusividad diapicna entre  $10^{-5}$  y  $10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  en zonas de máximo gradiente de nutrientes, fundamentalmente en la sección sur, en el encuentro entre las masas de agua centrales del Atlántico Norte y Sur.

En estas zonas se encuentran altos flujos diapicnos con zonas de convergencias y divergencias asociadas que pueden tener un alto impacto para el desarrollo de las comunidades biológicas.

## MEZCLA DIAPICNA EN EL SISTEMA DE CORRIENTES DE BORDE ORIENTAL DE CHILE-PERÚ

Barahona D<sup>1</sup>, Rodríguez-Santana A<sup>2</sup>, Hormazabal S<sup>1</sup>, Pelegrí JL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

<sup>2</sup>Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias del Mar, CSIC, Barcelona, España

En la campaña oceanográfica Humboldt-2009 llevada a cabo desde el 6 al 15 de marzo de 2009 en el sistema de corrientes de borde oriental de Chile-Perú, se realizaron medidas de turbulencia en cuatro estaciones localizadas entre las latitudes 23° y 37° S.

Para dichas medidas se utilizó un perfilador de microestructuras de caída libre. En cada estación se pudieron realizar varios perfiles verticales en los primeros 500 metros de la columna de agua para analizar la persistencia temporal de los eventos de turbulencia. Los análisis realizados de la tasa de disipación de la energía cinética turbulenta en celdas verticales de 10 metros (por encima en todos los casos de la escala de Ozmidov) y filtrando las irregularidades observadas en la velocidad de caída, muestran valores entre  $10^{-8}$  y  $10^{-10}$  W kg<sup>-1</sup>.

Con estos valores de disipación se obtienen coeficientes de difusividad diapicna turbulenta en la zona de la termoclina en torno a  $10^{-5}$  m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>. Es importante, no obstante, destacar el máximo de salinidad subsuperficial observado en varios perfiles verticales y característico de este sistema de corrientes ya que puede generar inestabilidades de doble difusión en el modo de dedos de sal.

Por lo tanto, no sólo se está estimando la difusividades diapicnas debido a la cizalla vertical de los flujos promedios, sino además se está trabajando en la estimación de la contribución de estos procesos de doble difusión en los procesos de mezcla diapicna en la zona de estudio.

## PROCESOS DE MEZCLA EN EL ENTORNO OCEANOGRÁFICO DE LAS ISLAS SHETLAND DEL SUR

Aguiar-González B<sup>1</sup>, Sangrà P<sup>1</sup>, Marrero-Díaz A<sup>1</sup>, Mouriño-Carballido B<sup>2</sup>, Henríquez C<sup>3</sup>, Hernández-Arencibia M<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>2</sup>Departamento de Ecología e Biología Animal, Universidade de Vigo, Vigo, España

<sup>3</sup>Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción, Chile

En el marco de la campaña antártica COUPLING (enero de 2010) se realizaron medidas de turbulencia con un microperfilador (TurboMAP) de caída libre en 6 estaciones para los primeros 500 m de la columna de agua, suponiendo un total de 18 perfiles verticales en diferentes zonas de la región de estudio. Esta campaña, de carácter multi-interdisciplinar, cuenta con medidas de CTD, XBT, XCP, ADCP, SADCP, LADCP y boyas lagrangianas.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares relativos a los procesos de mezcla en la zona. Para ello se ha estimado el ritmo de disipación cinética turbulenta,  $\epsilon$ , en celdas de 8 m con datos de TurboMAP para una posterior utilización de los datos de SADCP y LADCP para el análisis de las posibles fuentes de mezcla.

En la zona norte de Las Islas Shetland se han obtenido valores máximos de  $\epsilon > 10^{-7}$  W/kg en torno a los 90 m de profundidad coincidiendo con un mínimo de temperatura relativo al Agua Antártica Superficial (AASW). Estos valores máximos no se observan, sin embargo, asociados al mismo mínimo de temperatura al Este de las islas.

En la zona sur del archipiélago, la estación más próxima a las islas presenta máximos de  $\epsilon \sim 10^{-7}$  W/kg en superficie y entorno a 340 m, donde se sitúa el Agua Circumpolar Profunda (CDW).

La zona central respecto al Estrecho de Bransfield muestra también valores máximos de  $\epsilon \sim 10^{-7}$  W/kg en superficie, con un máximo secundario  $\sim 10^{-8}$  W/kg alrededor de los 200 m.

Por último, la zona muestreada más próxima a la plataforma de la Península Antártica presenta una columna de agua mucho más mezclada, con valores altos y variables de  $\epsilon$  a lo largo de todo el perfil.

Con estos valores de disipación de energía cinética turbulenta, los datos de frecuencia de Brunt-Väisälä del CTD, y cizallas verticales del SADCP y LADCP se realizarán estudios de difusión vertical de las distintas propiedades, además de analizar las posibles fuentes de mezcla predominantes en la región.

## **SEASONAL CHARACTERIZATION OF THE VELOCITY FIELD OF THE BOTTOM NEPHELOID LAYER IN THE RIA DE VIGO (NW IBERIAN PENINSULA)**

Villacieros-Robineau N<sup>1</sup>, Herrera JL<sup>1,2</sup>, Castro CG<sup>1</sup>, Piedracoba S<sup>1,2</sup>, Redondo W<sup>1</sup>, Graña R<sup>2</sup>, Alonso-Pérez F<sup>1</sup>, Barreiro B<sup>1</sup>, Carracedo LI<sup>1</sup>, Gilcoto M<sup>1</sup>, Rosón G<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Mariñas (IIM-CSIC), Vigo

<sup>2</sup>GOFUVI, Facultad Ciencias del Mar, Universidad de Vigo

The behaviour of the velocity field in the bottom boundary layer (BBL) is studied for the first time in the Ría de Vigo, filling a previous lack of knowledge about the NW Iberian upwelling.

To characterize the bottom current profiles (3-5 meters above the bottom) on a seasonal basis, we have analyzed the detailed current velocities at 3 different sites of Ría de Vigo (Galicia, NW Spain) by means of downwards looking ADCP.

With the data from monthly ADCP deployments covering the four oceanographic seasons, we have extracted the residual current component and fitted it to the logarithmic BBL profile, yielding good results for most of the time.

From here, we have explored the relationship between BBL parameters (roughness length, shear velocity) with shelf wind, finding a coupling among them.

Our results suggest that the BBL also responds to wind forcing as it has been previously established for the surface currents in the Rias.

**PROCESOS  
COSTEROS  
S2  
RESÚMENES**



# INFLUENCE OF THE IBERIAN COASTAL UPWELLING AND DOWNWELLING ON THE RIA DE VIGO, A SEMI-ENCLOSED BAY

Barton ED<sup>1</sup>, Torres R<sup>2</sup>, Largier J<sup>3</sup>, Sheridan M<sup>3</sup>, Trasviña A<sup>4</sup>, Souza A<sup>5</sup>, Pazos Y<sup>6</sup>, Valle-Levinson A<sup>7</sup>, Torres J<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC, Vigo

<sup>2</sup>Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK

<sup>3</sup>Bodega Bay Marine Laboratory UCSD, Bodega Bay, USA

<sup>4</sup>CICESE, La Paz, Mexico

<sup>5</sup>Proudman Oceanographic Laboratory NOC, Liverpool, UK

<sup>6</sup>INTECMAR, Vilagarcía de Arousa

<sup>7</sup>University of Florida, Gainesville, USA

<sup>8</sup>Universidad de Vigo, Vigo

The Ria de Vigo is a wide, semi-enclosed estuary situated near the northern limit of the Iberian upwelling ecosystem. The continental shelf outside the ria is characterized by repeated upwelling events during a short summer period and intermittent downwelling throughout the year.

The influence of the upwelling and downwelling events extends well into the ria. Consequently the ria forms part of the largest Mussel production area in Europe. Two intensive field studies involving eight ADCP moorings, rapid MiniBat/ADCP surveys, turbulence observations, airplane overflights and biogeochemical sampling examined the time varying circulation and hydrography during both downwelling and upwelling events.

Strong horizontal circulation in the outer ria, related to poleward nearshore flow along the shelf during downwelling, introduced a dramatic warming and a harmful algal bloom in September 2006.

In contrast the June 2007 study revealed the dominant influence of the equatorward coastal upwelling jet on circulation in the outer ria and the penetration of cold, nutrient rich water along the bed far into the interior.

We examine the changing conditions during these events in the distinctive regimes of inner, central and outer ria. Vertical and horizontal circulations, mixing and their influence on the ecosystem are explored.

## VALIDACIÓN DEL MODELO HIDRODINÁMICO MARS3D PARA LA BAHÍA DE CIENFUEGOS, CUBA

Muñoz Caravaca AB<sup>1</sup>, Herrera Marrero RH<sup>1</sup>, Pascal CD<sup>1</sup>, Douillet EF<sup>2</sup>, Ovel Díaz García GH<sup>1</sup>, Alcántara Carrió J<sup>3</sup>, Pérez J<sup>3</sup>, Canet KL<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba

<sup>2</sup>Unidad de Investigación Camelia, IRD México DF

<sup>3</sup>Universidad Católica de Valencia "San Vicente Mártir", Valencia

<sup>4</sup>Grupo Empresarial Geocuba Estudios Marinos, La Habana, Cuba

En el trabajo se analizan los resultados obtenidos en la implementación del modelo numérico ARS3D de Ifremer, para la Bahía de Cienfuegos, Cuba.

A partir de mediciones experimentales y su comparación con los resultados del modelo MARS se derivan las principales características del comportamiento de la marea y las corrientes en esta bahía.

Se evalúan la distribución espacial y la dependencia estacional de las principales componentes de marea a partir de las elipses descritas para cada componente.

Se concluye que las corrientes en la Bahía de Cienfuegos tienen su principal origen en la marea, siendo el aporte fluvial y la acción del viento factores de fuerza de segundo y tercer orden.

## A NESTED MODEL FOR BARCELONA HARBOUR

Solé J<sup>1</sup>, Grifoll M<sup>2</sup>, Espino M<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut de Ciències del Mar, ICM-CSIC

<sup>2</sup>Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

In this work we present the results for the implementation of the ROMS model ([www.myroms.org](http://www.myroms.org)) in the Catalan Sea in three nested domains (A, B and C).

The first model domain (A) includes the Gulf of Lions at the north down to Eivissa channel as a Southern boundary.

This model domain is implemented at 2 km resolution.

The second nested domain (B) is centered in the Catalan shelf at 200 m resolution.

Finally the third domain (C) includes Barcelona harbour with 30x30 m resolution.

The model is ran using climatological settings at the boundaries and atmospheric fields coming from ECMWF (ERA interim) as a first model test.

The models are also implemented with a coupled plankton model (bio-Fennel) which gives information on the primary production in the area.

As expected, the main oceanographic features in the A domain are well represented and the increasing resolution in the B and C domains shows richer patterns (eddies and filaments).

The future work in the framework of l'Oceà ([www.locea.org](http://www.locea.org)) will be to use this nested setup to implement finer resolution models in the coastal shelf areas (bays and harbours) of (scientific and socio-economic) interest.

# RESONANT COUPLING OF OCEANIC GRAVITY WAVES FORCED BY TRAVELING ATMOSPHERIC DISTURBANCES WITH DESTRUCTIVES EFFECT IN HARBORS: METEOTSUNAMI IN THE BALEARIC SEA

Vizoso G<sup>1</sup>, Renault L<sup>2</sup>, Wilkin J<sup>3</sup>, Jansa A<sup>4</sup>, Tintoré J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IMEDEA, Esporles

<sup>2</sup>SOCIB, Palma de Mallorca

<sup>3</sup>RUTGERS, New Jersey, EEUU

<sup>4</sup>AEMET, Palma de Mallorca

Meteo-tsunamis are long-period oceanic waves that possess tsunami like characteristics but that are meteorological in origin: in the western Mediterranean, traveling atmospheric gravity waves and/or convective pressure jumps generate long surface waves in the ocean that are amplified and produce strong 'seiche' oscillations in some inlets and harbors, resulting in a sudden drop of sea level inside the harbor that can be repeated cyclically from few hours to several days. These high amplitude oscillations can produce significant hazards with social and economic consequences, in particular in the local pleasure and fishing fleet of Ciutadella harbor, southwest of Menorca Island. In this presentation we focus on this phenomenon locally known as Rissaga.

Ciutadella is a natural elongated inlet about 1 km long, 100 m wide and approximately 5 m deep, with a free period of oscillation (Helmholtz mode) of 10 minutes.

This specific geometry confers to the harbor a large Q-factor, which results in significant resonant amplification of long waves from the open sea. Rissaga events typically occur in summer, last from a few hours to several days, with sea level oscillations of approximately 0.5 m in average.

Extreme oscillations have been also observed: on June 15, 2006, wave heights about 4–5 m were reported inside the harbor, with very strong and destructive associated currents. We have used ROMS to study the propagation and coupling between the atmospheric and the oceanic waves and the amplifications occurring in different regions travelled by the atmospheric forcing disturbance (open ocean, shelf, channel and harbor).

First we analyze the problem using a simple academic basin from which the major physical processes can be identified. . The parent domain is a 1 km resolution, 100 m depth rectangular basin sloping up to 10 meters depth. The child domain is an idealized harbor with similar dimensions to Ciutadella with 20 m spatial resolution. Results show that ROMS can adequately reproduce the main features of the "Rissaga" events described in the literature. Sensitivity analysis to different atmospheric forcing conditions (intensity, traveling direction, etc.) and bathymetries is also carried out.

Second, we study two real cases, using ROMS forced by WRF regional atmospheric model (three embedded domains with 30km, 6km, 1.5 km spatial resolution) and using realistic atmospheric conditions from July 2006 (extreme event) and May 2008 (normal oscillations). A sea level traveling atmospheric wave train of 5 hPa in good agreement with observations is adequately reproduced by WRF. The associated inverse barometer wave front in the open ocean is progressively amplified in the different regions of the domain reaching almost 50 cm at the mouth of Ciutadella and more than 3 m inside in the extreme case, in reasonable agreement with observations.

We analyze these findings and the feasibility of establishing an operational forecasting system that can result in the near future in the establishment of an early warning system of meteo-tsunamis in the Mediterranean.

## **STRONG CURRENT INTENSIFICATION IN THE CATALONIAN COAST**

Espino M<sup>1</sup>, López-Marco J<sup>1</sup>, Fernández J<sup>2</sup>, Sánchez-Arcilla A<sup>1</sup>, Grifoll M<sup>1</sup>, Jordà G<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LIM/UPC, Barcelona

<sup>2</sup>SIMO, Barcelona

<sup>3</sup>IMEDEA, Mallorca

Knowledge of coastal currents is essential for shipping, sediment transport, harbour design and understanding of coastal processes like upwelling.

In this work, currents measured with four meteo-marine coastal buoys belonging to the XIOM network [Bolaños et al., 2008] have been analysed to characterise the currents in the Catalanian Coast.

The northern buoy is moored in the Roses Bay and is protected by the coastline that prevents the formation of strong currents. The analyses, in the other three buoys, have revealed some episodes where the current velocity was very intense ( $v > 1$  m/s) with respect to the mean currents in this area [Castellón et al., 1990]. Similar intensification episodes have been found in the analysis of current data obtained from previous measurements done with ADCP in the same area. As shown by cross-wavelet analysis, the intensification episodes measured in the three buoys, seem to be related to the wind stress.

Coherence analysis will be applied to support and confirm this hypothesis. In this way, the relationship between these episodes and other sort of structures like eddies or filaments [Send et al., 1999], that can be observed offshore with the regional forecasting systems like MFSTEP [Pinardi and Tonani, 2005], could be discarded.

To further study the origin and to find out the structure of the surface currents during these episodes, wind-forced coastal numerical models are going to be also used.

## **TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL DELTA DEL EBRO: MODELIZACIÓN Y PREDICCIONES**

Fernández J<sup>1</sup>, Jordà G<sup>2</sup>, Gracia V<sup>3</sup>, Espino M<sup>3</sup>

<sup>1</sup>SIMO, Barcelona.

<sup>2</sup>IMEDEA, Mallorca

<sup>3</sup>LIM/UPC, Barcelona

El transporte de sedimentos en la plataforma continental del Delta del Ebro ha sido objeto de numerosos estudios experimentales. Por otra parte, el uso de modelos numéricos de transporte de sedimentos es una herramienta suplementaria a la toma de datos, debido a la mayor cobertura espacial y temporal de los mismos y a la dificultad existente en el monitoreo del transporte de sedimentos.

En este trabajo se presenta la implementación, calibración y validación de un modelo de transporte de sedimentos en la plataforma del Delta del Ebro, utilizando para ello información de sedimento en suspensión en diversos puntos de la plataforma interna, media y externa, y también con información de material en suspensión obtenida de imágenes de satélite.

Los resultados obtenidos reproducen con éxito los datos medidos, consiguiendo unos resultados más satisfactorios en la zona cercana al Delta del Ebro, tanto en superficie como en el fondo.

Por último, se ha realizado un estudio sobre los requisitos y las capacidades de un sistema operacional de predicción de transporte de sedimentos en las plataformas continentales Mediterráneas.

## PREVISIÓN DE LA EROSIÓN DE PLAYAS DEBIDA A TEMPORALES: COMPARACIÓN ENTRE MODELOS EN LA PLAYA DE CÁDIZ

Plomaritis T, Fernández-Montblanc T, Benavente J

Departamento Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, Puerto Real

La utilización de modelos es una de la herramientas más comunes a la hora de predecir el efecto que pueden tener los agentes hidrodinámicos, fundamentalmente el oleaje, sobre la costa.

Uno de los procesos que con más recurrencia se intenta modelar es el proceso erosivo que se registra en una playa tras el embate de un temporal. Este es precisamente el objetivo del presente trabajo, dónde se comparan los resultados obtenidos por dos diferentes modelos, PETRA y Xbeach. El modelo PETRA se encuentra dentro del paquete SMC (Sistema de Modelado Costero, Universidad de Cantabria). Dicho modelo resuelve las ecuaciones del flujo de sedimentos dentro de la zona de rompientes, así como los cambios en la batimetría asociados a las variaciones espaciales del transporte de sedimentos. La magnitud del transporte es función de las características morfológicas del medio (sedimento y batimetría) y de las condiciones hidrodinámicas (oleaje y corrientes inducidas por el mismo).

El objetivo de PETRA es conocer la respuesta del perfil ante un evento de temporal en términos de retroceso de la línea de costa y de la forma final del perfil.

El modelo Xbeach (eXtreme Beach Events, modelo de código abierto desarrollado por DELTARES) resuelve las ecuaciones no lineales de de masa y momento para aguas someras, las ecuaciones de transporte de sedimento y la actualización del fondo a escala de los grupos de onda (Roelvink *et al.*, 2009).

El modelo se puede aplicar en 2D a una franja costera de kilómetros, si bien a la hora de comparar los resultados el modelo se ha aplicado en 1D. Así, el modelo predice la repuesta del perfil ante un determinado temporal, pero en este caso incluye procesos como el overwash, los procesos de avalancha en dunas y también los procesos generados por los grupos de onda. Estos dos modelos han sido comparados con los resultados obtenidos en campo en la playa de La Victoria (Cádiz) durante los inviernos de 2008-2009.

Los resultados obtenidos han sido bastante ajustados para ambos, si bien la mayor flexibilidad que presenta el Xbeach al poderse modificar determinados parámetros (ej: asimetría y rotura del oleaje) y la inclusión de más procesos (ej. ondas largas) ha permitido un mejor ajuste frente con los resultados reales.

## FLUJOS DE AGUA Y SEDIMENTOS A ESCALA DE PUERTOS Y PLAYAS. LOS LÍMITES DE LA PREDICCIÓN

Sánchez-Arcilla A<sup>1,2</sup>, Sierra JP<sup>1</sup>, Espino M<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratori d'Enginyeria Marítima (LIM), UPC, Barcelona

<sup>2</sup>Centre Internacional d'Investigació dels Recursos Costaners (CIIRC), UPC, Barcelona

En este artículo se presentarán los límites actuales de predicción y resolución que ofrece la oceanografía operacional en zonas costeras. Se basará en el proyecto FIELD\_AC, proyecto de investigación de la Unión Europea coordinado desde uno de los grupos que forman L'Ocea. El objetivo del proyecto es mejorar la resolución y precisión de las predicciones meteo-oceanográficas con alta resolución. Esto quiere decir a escalas que discriminen un puerto, su bocana y las playas adyacentes, que es la escala donde realmente aparecen los conflictos y han de tomarse las decisiones para la franja costera.

El proyecto FIELD\_AC también tiene como objetivos incorporar la descarga terrestre y los efectos del oleaje en las predicciones oceanográficas operacionales a las escalas antes mencionadas. Ambos aspectos aún no han sido considerados de manera satisfactoria en el estado del arte y aparecen temas novedosos como el efecto de la descarga tridimensional de ríos o rieras o incluso la escorrentía continental distribuida y su efecto en la calidad del agua. Asimismo, la circulación producida por las olas en la zona de rompientes o los flujos de masa inducidos por el oleaje a mayores profundidades distan aún de estar bien tratados y considerados en las predicciones oceanográficas convencionales.

En el artículo se planteará la incorporación de estos procesos en la oceanografía operacional utilizando también el potencial de la asimilación a escala local, sobre todo utilizando los datos de viento, oleaje y corrientes que se están registrando a lo largo de la costa catalana. El artículo también presentará los otros tres casos de estudio que se consideran en el proyecto FIELD\_AC y que son la bahía de Liverpool, el golfo de Venecia y el Wadden Sea.

El artículo finalizará con una serie de conclusiones sobre las principales limitaciones que presentan los modelos actualmente existentes, para así realizar predicciones a escala local que satisfagan las necesidades reales de los usuarios en la zona costera (sean personas físicas o instituciones).

## **CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DE DATOS DE TURBIDEZ EN EL CAUCE DEL RÍO ULLA**

López Bao I

Universidade de Vigo, Grupo GOFUVI (Vigo)

La turbidez en los medios acuáticos es una variable altamente dinámica, cuyas fluctuaciones se deben a diversos factores, entre los que podemos incluir la resuspensión de material particulado, variaciones en el material disuelto o el incremento de sólidos en suspensión, de tal manera que puede llegar a afectar al medio. Así, en estuarios con importantes bancos marisqueros, el incremento de turbidez puede perjudicar la riqueza de la zona, tanto biológica como económica.

El propósito de esta investigación fue la caracterización y creación de un método de control ante el posible incremento de turbidez en el cauce del río Ulla (Ría de Arousa, Galicia) ante la construcción de un viaducto para el tren de alta velocidad.

Para la toma de datos se han instalado turbidímetros en 3 boyas oceanográficas en la zona objeto de estudio, cercanas al viaducto, y además se han recogido datos de un cuarto turbidímetro de la plataforma experimental de Cortegada, ubicada en una zona más cercana a los bancos de almeja y al océano.

Se han tomado los datos de turbidez en unidades nefelométricas desde julio de 2008 hasta la actualidad, con un intervalo de 10 minutos en la plataforma de Cortegada, y de una hora en las boyas cercanas al viaducto. Además, mediante un estudio estadístico se han relacionado los datos de turbidez con los de caudal obtenidos del organismo autónomo Augas de Galicia.

## **EL OBSERVATORIO OCEÁNICO RAIA: DINÁMICA DE LAS PLUMAS EN LA COSTA GALLEGA Y PORTUGUESA EN CONDICIONES DE ALTA DESCARGA FLUVIAL**

Otero P<sup>1</sup>, Ruiz-Villarreal M<sup>1</sup>, Marta-Almeida M<sup>2</sup>, Cobas M<sup>1</sup>, García L<sup>1</sup>, González-Nuevo G<sup>3</sup>, Cabanas JM<sup>3</sup>, Gago J<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Español de Oceanografía. A Coruña

<sup>2</sup>Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro, Portugal

<sup>3</sup>Instituto Español de Oceanografía, Vigo

El Observatorio Oceánico del margen Ibérico (RAIA) nace en 2009 con el objetivo de constituir una infraestructura transfronteriza entre el Norte de Portugal y Galicia de observaciones meteorológicas y oceanográficas, acompañada de predicciones aportadas por modelos numéricos.

El objetivo del Observatorio es convertirse en nodo de los diferentes grupos de trabajo científico y tecnológico de la Eurorregión que ya tenían iniciados proyectos en el ámbito de la Oceanografía operacional, así como convertirse en proveedor de datos observacionales y resultados de modelos a terceros usuarios.

En el área de implantación del Observatorio, los caudales aportados por los numerosos ríos generan una anomalía negativa de densidad sobre la plataforma en forma de plumas, que constituyen una de las principales características oceanográficas de la zona; este hecho adquiere especial relevancia durante el otoño e invierno, cuando el aporte fluvial es máximo.

La respuesta de las plumas a los cambios en intensidad y dirección del viento es rápida, expandiéndose durante episodios favorables al afloramiento y confinándose contra costa durante episodios favorables al hundimiento. La dinámica de las plumas en la plataforma está dominada por el balance entre geostrofia y Ekman, complicada con la adición de términos no lineales de advección cuando la intensidad del viento se relaja.

En esta contribución, mostramos la dinámica de las plumas de los ríos en respuesta a los altos aportes fluviales del otoño e invierno de 2009-2010, consecuencia del continuo pase de borrascas por la región.

El impacto del aporte fluvial en la dinámica de las plumas es evaluado mediante el análisis del balance de momento en los resultados del modelo ROMS y su comparación con las observaciones disponibles en el marco del Observatorio Oceánico.

## **CARACTERIZACIÓN HIDROGRÁFICA DE UN PUNTO DE LA CABECERA DE LA RÍA DE AROUSA EMPLEANDO UNA SERIE DE ALTA RESOLUCIÓN TEMPORAL**

Lorbada S

Universidad de Vigo, GOFUVI, Vigo

La plataforma-batea experimental de Cortegada, localizada aproximadamente a 42.62° de latitud Norte y 8.78° de longitud Oeste, se encuentra situada en el interior de la Ría de Arousa (Galicia). Pertenece a la red gallega de observación oceanográfica en tiempo real.

El equipamiento instrumental del que dispone hace posible el estudio de diferentes variables, tanto meteorológicas como oceanográficas.

El objetivo de este trabajo es hacer un análisis estadístico y descriptivo de las diversas series temporales de datos obtenidos cada diez minutos.

El estudio se centra en las épocas de noviembre a marzo y mayo a septiembre desde la puesta en funcionamiento de la estación (agosto 2007) hasta marzo de 2010.

En concreto, nos hemos centrado en estudiar la relación de las variables oceanográficas (salinidad, temperatura...) entre sí, como con forzamientos típicos de la zona (viento, aportes de agua dulce).

## **ESTUDIO DE LA MAREA EN ISLA DECEPCIÓN SU ENLACE CON LA RED GEODÉSICA REGID**

Vidal J<sup>1</sup>, Berrocoso M<sup>2</sup>, Jigena B<sup>2</sup>, Fernández-Ros A<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Andaluz de Ciencia y Tecnologías Marina-Universidad de Cádiz, Puerto Real

<sup>2</sup>Laboratorio de Cartografía y Geodesia-Universidad de Cádiz, Puerto Real

Durante las campañas antárticas 2007-2008 y 2009-2010 dos sensores de presión fueron fondeados en la Isla Decepción durante 10 y 7 semanas respectivamente. Los registros de mareas se refieren a vértices geodésicos de la red geodésica REGID mediante nivelaciones precisas.

Los niveles del mar observados quedan así conectados al elipsoide WGS84 y permiten su estudio dentro de un marco referencia global.

Los análisis de los registros de mareas permiten obtener las principales constituyentes armónicas.

Estos resultados se comparan con los obtenidos en estaciones cercanas y con modelos generales de mareas. Se estudia la marea residual y sus relaciones con factores meteorológicos.

Los resultados muestran como las variaciones de largo periodo de los niveles del mar están altamente correlacionadas con la temperatura del agua de mar.

## **SEA LEVEL FLUCTUATIONS IN THE MAR MENOR (SPAIN) COSTAL LAGOON**

López-Castejón F., Gilabert Cervera J

Technical University of Cartagena

This study reports the preliminary result obtained from the sea-level observations made during two months at six stations in Mar Menor (Spain), a coastal hypersaline shallow lagoon connected to the Mediterranean sea through three inlets.

The water level observed showed a tide with a diurnal period and amplitude about 4 cm. One of the stations was situated in the Mediterranean sea in front of "El estacio" inlet, the comparison between the phases obtained for this station and the nearest in the Mar Menor, showed a gap of 3 hours for the M2 component.

The comparison of the wind with the sea level data shows that winds from the North or South push water to the south or north of the lagoon, with a sea level variation about 2.5 cm between northern and southern station.

## **ANÁLISIS DE LAS “SEIXAS” DE LAS BAHÍAS DEL DELTA DEL EBRO**

López Marco J<sup>1</sup>, Pallarès López E<sup>2</sup>, Fernández Sainz J, Espino Infantes M<sup>1</sup>

<sup>1</sup>I’Oceà (LIM/UPC), Barcelona, España

<sup>2</sup>ETSECCPB, Barcelona, España

<sup>3</sup>SIMO, Barcelona, España

El Delta del Ebro tiene dos flechas litorales muy marcadas que delimitan dos bahías de aguas muy someras, la del Fangar al Norte y la de Alfacs al Sur. La principal actividad que se lleva a cabo en ellas, junto con la pesca, es la producción mejillonera. Esta actividad se ha visto afectada por el desarrollo de corrientes en la zona que provocan importantes daños y pérdidas económicas.

Al analizar los datos del nivel del mar, proporcionados por la “Red de Instrumentación Oceanográfica y Meteorológica” (XIOM), durante estos episodios de corrientes, se observan unas oscilaciones del nivel del mar con una frecuencia igual a la frecuencia de resonancia natural de la bahía.

En este trabajo, a partir de los datos de la XIOM, se estudiará el mecanismo de generación de dichas oscilaciones, seiches o “seixas” (nombre local), y se caracterizarán los periodos de resonancia de cada bahía.

Una vez determinado el origen y características de las seixas, y su relación con las ondas de presión atmosférica, se implementará un modelo numérico en la bahía de Alfacs, para intentar determinar el patrón de corrientes en el interior de la bahía durante dichos episodios. De esta forma se podría determinar la mejor ubicación posible de las mejilloneras para que no sufrieran daños, teniendo en cuenta no dificultar la navegación de los barcos que entran o salen de los puertos de las bahías.

## **IMPORTANCIA DE LAS CAPAS NEFELOIDES SUB-SUPERFICIALES PARA LA DISTRIBUCION Y EL TRANSPORTE DE SEDIMENTO EN LA FOSA DE CARIACO, VENEZUELA**

Lorenzoni L<sup>1</sup>, Benitez-Nelson C<sup>2</sup>, Thunell RC<sup>2</sup>, Muller-Karger FE<sup>1</sup>, Hollander D<sup>1</sup>, Montes E<sup>1</sup>, Goddard E<sup>1</sup>, Tappa E<sup>2</sup>, Varela R<sup>3</sup>, Astor Y<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of South Florida, College of Marine Science, St. Petersburg, FL, USA

<sup>2</sup>University of South Carolina, Department of Geological Sciences, Columbia, USA

<sup>3</sup>Fundación La Salle de Ciencias Naturales, EDIMAR, Venezuela

Para poder entender el secuestro de carbono en zonas costeras, así como ciclos biogeoquímicos, es necesario conocer los mecanismos de transporte de material litogénico desde la tierra hasta el océano.

Los ríos representan el mecanismo principal de transporte de sedimentos hacia la costa, y su carga de sedimentos depende de su descarga, geología y tamaño de la cuenca. Debido a que los ríos de montaña son sistemas fluviales altamente energéticos con gran capacidad de erosión, éstos tienen el potencial de aportar grandes cantidades de sedimentos y material orgánico a los márgenes continentales.

En márgenes continentales influenciados por ríos la distribución de los sedimentos está controlada principalmente por procesos de dispersión y deposición lateral. Las capas nefeloides sub-superficiales son de particular interés debido a que pueden transportar importantes cantidades de sedimentos desde la zona costera hacia el mar abierto.

La Fosa de Cariaco recibe la descarga de varios ríos de montaña pequeños en su margen sur cuya estacionalidad depende de la posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

Durante los primeros meses del año, que corresponden con la época de sequía, la Fosa de Cariaco experimenta una fuerte surgencia causada por los vientos Alisios, y la descarga fluvial que recibe es mínima. Durante la segunda mitad del año la precipitación aumenta y la descarga de los ríos es máxima.

En este estudio examinamos la influencia de los ríos locales en el aporte de material litogénico a la fosa y el rol de las capas nefeloides sub-superficiales en la distribución y transporte de sedimentos hacia la parte más profunda de la fosa. Para poder determinar cambios estacionales en la composición del material que recibe la fosa, se llevaron a cabo dos campañas oceanográficas, una durante en el máximo de la estación lluviosa (Septiembre 2008) y otra durante la sequía y máxima surgencia (Marzo 2009). Se realizaron mediciones ópticas junto con estimaciones de carbono orgánico y nitrógeno particulado (COP y NP, respectivamente), obtenidas a lo largo de toda la costa de la Fosa de Cariaco. Los resultados sugieren que el mecanismo principal de dispersión de los sedimentos provenientes de los ríos es a través de capas nefeloides cercanas al fondo que pueden extenderse sobre la plataforma continental hasta la isobata de 200 m, o

unos 50 Km. desde su origen. La concentración de partículas en dichas capas nefeloides fue 2-60% mas alta que en el resto de la columna de agua.

La composición isotópica del carbono orgánico ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ) de las capas varió según la época del año. Durante la época de surgencia el  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  fue mas elevado (-23‰ a -24‰) que en la época de lluvias (-25‰ a -27‰), sugiriendo que en esa época ocupare una mezcla de material litogénico con material autóctono producido por el aporte de nutrientes profundos a la zona eufótica.

El contenido de COP y NP en la mayoría de las capas nefeloides fue bajo ( $\sim 100\text{-}200 \mu\text{g Cm}^{-3}$  y  $\sim 7\text{-}10 \mu\text{g Nm}^{-3}$ , respectivamente) en contraste con mediciones en la superficie ( $\sim 150\text{-}300 \mu\text{g Cm}^{-3}$  y  $\sim 12\text{-}20 \mu\text{g Nm}^{-3}$ ).

Sin embargo, estas capas nefeloides potencialmente juegan un papel importante en el secuestro de carbono hacia el fondo de la fosa, representando una fuente de material de 'lastre mineral' que puede afectar la densidad del carbono orgánico particulado (COP) autóctono y, en consecuencia, su tasa de sedimentación.

## **CORRIENTES OCEÁNICAS EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL GOLFO DE VALENCIA DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL**

García Quintana Y<sup>1</sup>, Pacheco A<sup>1,2</sup>, Javier Alcántara-Carrió J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Católica de Valencia “San Vicente Mártir”

<sup>2</sup>Universidad de Algarve, Faro, Portugal

Este trabajo se desarrolla en la plataforma continental del golfo de Valencia, entre el Puerto de Sagunto y el Cabo La Nao. El marco corresponde al área delimitada por las coordenadas 40 y 38,9 grados Norte y 0,5 grados Oeste y 0,5 grados Este. Dicha plataforma continental pertenece a la cuenca Balear, que es la subcuenca más grande y antigua del Mediterráneo occidental.

La campaña oceanográfica en la que se obtuvieron los datos a analizar se realizó a bordo del B-O Isla de Alborán y en el marco del proyecto de investigación “Dinámica sedimentaria, variabilidad climática y ambiental en la Plataforma Continental del golfo de Valencia”, (DISGOVAL, ref. CTM2008-00979), con la participación de investigadores de ESGEMAR S.L., la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid y la Universidad Católica de Valencia “San Vicente Mártir”. Dicho proyecto está enfocado a estudiar la plataforma continental del Golfo de Valencia desde una perspectiva multidisciplinar, combinando el análisis de los procesos oceanográficos con la morfología de la plataforma y su geodinámica.

Durante la campaña se realizaron, de este a oeste, cuatro transectos perpendiculares a la costa. Estos se localizaron frente a Sagunto, Sur de la Albufera de Valencia, Gandía y Cullera respectivamente. La navegación entre las estaciones hidrográficas de cada transecto se aprovechó para hacer perfiles verticales de dirección e intensidad de corrientes con un ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) SONTEK/YSI 1500kHz, desde superficie hasta una profundidad máxima de 45,5m. Las mediciones se realizaron con un intervalo promedio de 30 segundos, o sea, se medía continuamente un perfil cada 30 segundos.

Estos datos son los que se utilizarán en el presente trabajo para hacer un estudio de corrientes oceánicas en la plataforma continental del golfo de Valencia durante la época estival.

## **SENSIBILIDADES EN EL MODELADO HIDRODINAMICO CON BATIMETRÍAS REALISTAS**

Cobas García M, Ruiz M, García L, Otero P

Instituto Español de Oceanografía, A Coruña

La configuración de un modelo hidrodinámico presenta numerosas incertidumbres. En muchas ocasiones, los valores de ciertos parámetros se escogen en base a experiencias pasadas u opciones por defecto, pero a veces se desconoce el impacto de la elección de un determinado conjunto de valores. Como resultado de varias simulaciones numéricas que vino realizando el Grupo de Modelado Costero del Instituto Español de Oceanografía, se puso de manifiesto que las características del área de estudio (plataforma estrecha, presencia de una vena de agua mediterránea, etc.) así como las diferentes escalas temporales y espaciales que involucra la dinámica de la zona, hacen que el modelo presente altas sensibilidades a pequeñas variaciones en factores como el número y la distribución de capas del modelo, la resolución horizontal, el suavizado de la batimetría, etc.

En esta contribución presentamos un estudio de sensibilidad del modelo ROMS a estos y otros factores (variación en el parámetro  $\theta_b$  de la coordenada vertical, el número de Haney, etc.), realizado dentro del marco del proyecto RAIA, como parte de la simulación de un período de HABs ocurrido en octubre de 2005 en la costa occidental peninsular.

Se presentarán los resultados de varias configuraciones, contrastados con datos de satélite y de distintas campañas oceanográficas en la zona, con el objeto de mostrar la variabilidad de los resultados del modelo con respecto a su configuración numérica.

## **ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE PLUMAS DE SEDIMENTO EN EL GOLFO DE URABÁ MEDIANTE SENSORES REMOTOS**

Jaramillo A, Betancourt FA, Montoya RD, Montoya LJ

Universidad de Medellín, Medellín, Colombia

Este trabajo de investigación fue realizado para el golfo de Urabá, Colombia, comprendido entre las coordenadas 77°24'15" y 76°23'59" Longitud Oeste y 7°18'11" 8°41'50" Latitud Norte.

El análisis del comportamiento de las plumas de sedimentos del río Atrato, se llevó a cabo mediante imágenes satelitales MODIS, identificando para cada desembocadura, las plumas de sedimentos correspondientes. Se midieron sus principales características morfométricas, realizando así un estudio multitemporal y analizar su variabilidad mensual, tomando en cuenta la magnitud y la dirección del viento (fuente: NOAA) como posible influencia en la dispersión de las plumas de sedimento.

Como resultado, se identificaron las direcciones predominantes de estas plumas y sus características morfométricas principales, se encuentra que el viento aunque ejerce una influencia en la dirección de la dispersión de sedimentos en el golfo de Urabá, no es la principal variable, debido posiblemente al dominio de las corrientes internas de pequeña escala.

## **TIDAL HARMONIC ANALYSIS BETWEEN THE RÍAS DE VIGO AND PONTEVEDRA: A COMPARISON BETWEEN VESSEL MOUNTED AND MOORED ADCP DATA**

Aguilar E, Herrera JL, Varela RA, Roson G  
Universidade de Vigo, Vigo.

A series of Vessel Mounted ADCP surveys were conducted along a square-shaped transect in an area between the Rías de Vigo and Pontevedra during four contrasting periods. At the same time, two ADCPs were moored in different points of that transect. VMADCP time series (with no periodic time sampling) were extracted at the same places where the ADCP's (10 minutes time sampling) were moored.

A classical tidal harmonic analysis was made for both temporal series. The main goal of this study was to validate the VMADCP's analysis from the moored ADCP's analysis. The consistency between both analyses was good both in space and time. These results will allow us to study the spatial variability of tidal currents obtained from VMADCP data.

## TAKING THE PULSE OF THE NORTHWEST IBERIAN UPWELLING

De la Granda F<sup>1</sup>, Barton ED<sup>1</sup>, Villaceros-Robineau N<sup>1</sup>, Zúñiga D<sup>1</sup>, Castro CG<sup>1</sup>, Rosón G<sup>2</sup>, Salgado XA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Mariñas, IIM-CSIC, Vigo

<sup>2</sup>GOFUVI, Universidad de Vigo

The Galician coast, at the northern boundary of the Canaries-Iberian Large Marine Ecosystem, constitutes the only upwelling regime in Europe. This system has a set of characteristics, physical and chemical, that condition the ecology of a zone in which fishing is a major economic factor. Coastal tourism and maritime industry and recreation area also important in the zone. Recent studies indicate that long term changes in the system may be important and may affect these interests. For this reason, more and improved observation and understanding of the marine environment are needed in the area.

To this end, we are carrying out several interrelated multi-disciplinary projects with the aim of describing the hydrography and nutrient chemistry of the zone as a basis for parallel biological studies. These are being executed with the resolution necessary to elucidate patterns of organism distribution, examine the time and the space varying biological productivity, quantify the transport of organic matter from the dissolved and particulate pools, and model the physical and chemical processes.

This ongoing work consists of traditional shipboard observations and experiments for monitoring and intensive studies, long term plus short period moorings and continuous glider observations.

## **CORRIENTES DE MAREA EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR**

Sánchez-Román A, García-Lafuente J, Delgado J, Naranjo C, Soto-Navarro J, Calero C  
Grupo de Oceanografía Física, Universidad de Málaga, Málaga, España

El Estrecho de Gibraltar conecta el océano Atlántico nororiental, dónde el rango de marea supera los dos metros de amplitud, con el mar Mediterráneo occidental, dónde apenas hay marea vertical. Como consecuencia, en cada ciclo de marea se desplazan grandes volúmenes de agua desde el océano Atlántico hacia el mar Mediterráneo o viceversa para poder acoplar ambos regímenes originándose, por tanto, intensas corrientes de marea que constituyen el forzamiento principal al que se ven sometidos los flujos intercambiados a través del Estrecho de Gibraltar. En Septiembre de 2004 se instaló una estación de medida en el canal principal de la sección de Espartel (coordenadas  $35^{\circ} 51.71' N / 5^{\circ} 58.47' W$ ) en el marco del proyecto del Plan Nacional INGRES cuyo instrumento principal de medida es un perfilador de corrientes por efecto doppler (ADCP) que registra la velocidad de la corriente en toda la columna de agua cada 30 minutos, resolviendo bien la variabilidad de marea. Para este trabajo se ha utilizado un subconjunto de datos desde septiembre de 2004 hasta diciembre de 2009 con el objetivo de investigar la variabilidad espacio-temporal de las corrientes de marea y los transportes asociados en la parte occidental del Estrecho. Para ello se han generado sub-series de 3 meses solapadas 20 días que han sido sometidas a un análisis armónico clásico para obtener las constantes armónicas de las principales constituyentes diurnas y semidiurnas de la marea. Se observan valores máximos de amplitud en la zona interfacial mediterránea, mostrando una clara baroclinidad y cierta estacionalidad en los veranos de todos los años muestreados manifestadas por un aumento de amplitud y fase, para todas las constituyentes analizadas, que pudiera estar relacionado con la diferente estratificación de la columna de agua en las distintas épocas del año. Para analizar la variabilidad espacial de la marea se utilizaron los datos de velocidad registrados por dos estaciones auxiliares fondeadas, simultáneamente, junto a la estación de medida permanente en el límite norte y sur del canal principal de la sección de Espartel. Los resultados muestran una estructura baroclina con amplitudes crecientes hacia el sur del canal en la región interfacial y fases crecientes en sentido contrario.

## **DESCRIPCIÓN DE LAS MASAS DE AGUA EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL GOLFO DE VALENCIA: INFLUENCIA DE LAS MASAS DE AGUA DE ORIGEN CONTINENTAL Y DE BORDE DE PLATAFORMA**

Forcén-Vázquez A<sup>1</sup>, Alcántara-Carrió J<sup>1</sup>, Pelegrí JL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Inst. Inv. Medio Ambiente y Ciencia Marina. Universidad Católica de Valencia

<sup>2</sup>Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

La plataforma continental del golfo de Valencia se localiza entre Sagunto, al norte y el cabo de la Nao al sur. El objetivo principal de este trabajo es describir las masas de agua en la plataforma continental del golfo de Valencia en la época estival y analizar la interacción entre los procesos físicos y geológicos.

Durante la realización de una campaña oceanográfica en la primera semana de julio de 2009 se midió la distribución de la temperatura y salinidad del mar en dicha plataforma continental, a lo largo de cuatro transectos E-W entre los 20 y 150 m de profundidad. Los perfiles verticales de temperaturas, así como las cuatro secciones verticales correspondientes, muestran que la posición de la termoclina estacional oscila entre los 10 y 20 m con una posición más profunda de la termoclina en la parte septentrional.

El análisis comparado de las temperaturas atmosféricas y de la superficie del mar muestra un buen acoplamiento de los procesos atmosféricos y marinos, ya que el diagrama T-S permite identificar la presencia en superficie del Agua Mediterránea Superficial, (MSW), que por encima de la termoclina alcanza temperaturas entre 14,5 y 27°C y una salinidad mayor de 38; el Agua Levantina Intermedia (LIW) en profundidades intermedias, con temperaturas entre 14 y 14,5°C y salinidad entre 38,7 a 38,8, y el Agua Mediterránea Intermedia Invernal (WIW), formada por convección vertical en el borde de la plataforma continental, en la zona más profunda, con temperaturas de 12 y 13°C y salinidad entre 38,2 y 38,5 (Salat y Cruzado, 1981; Font y Salat, 1992). Esta masa de agua invernal podría ser un remanente del invierno anterior.

Los resultados iniciales obtenidos muestran que la morfología de la plataforma en el margen occidental del Mediterráneo controla la circulación de las masas de agua en la región estudiada, así como la formación de alguna de ellas.

**PROCESOS  
MESOESCALARES  
S3  
RESÚMENES**



## LA MESOESCALA Y CIRCULACIÓN DEL GOLFO DE MÉXICO

Candela J., Sheinbaum J, Ochoa JL  
CICESE, Ensenada, México

Los remolinos generados por la Corriente del Lazo son una fuente de energía fundamental para la circulación del resto del Golfo de México. En el interior del Golfo, la traslación de estos remolinos hacia el oeste y su interacción con el entorno forman un campo de turbulencia geostrófica característico de la oceanografía de la región. El centro de los remolinos, en su aproximación a la costa, tienden a permanecer en aguas con profundidades mayores a 1000 metros.

Un aspecto interesante presente en la zona “habitada” por los remolinos es el aumento relativo de la energía cinética inercial con respecto a la subinercial entre los 800 y 1200 metros de profundidad. Por otro lado, atrapados al fondo en la zona profunda, se encuentran movimientos oscilatorios en frecuencias bajas (periodos de 30 a 50 días) que presentan las características de ondas topográficas de Rossby; fluctuaciones de la corriente en fase para los distintos niveles verticales y sobre un plano, cuya orientación respecto a las isobatas se refleja en la frecuencia media.

Varios años de medición de corriente, a partir de una red de anclajes, en combinación con la atimetría de AVISO han permitido determinar las características principales de este campo de turbulencia geostrófica y de las oscilaciones presentes en la zona profunda.

## SEGUIMIENTO DE REMOLINOS MESOESCALARES EN EL GOLFO DE VIZCAYA: ANTECEDENTES, ESTUDIOS RECIENTES Y PERSPECTIVAS

Caballero A, Ferrer L, Rubio A, Fontán A, Valencia V  
Azti-Tecnalia, Pasaia

Los remolinos mesoescalares juegan un papel importante en la dinámica y en las propiedades físico químicas de las masas de agua de la zona en la que se encuentren, así como en el transporte de masas de agua y partículas. Estas estructuras coherentes actúan como vectores de transporte desde zonas costeras hasta mar abierto de nutrientes, fitoplancton, zooplancton e ictioplancton. Además, en función del sentido de giro, se produce en su núcleo el afloramiento en superficie de aguas profundas más ricas en nutrientes. Por lo tanto, su estudio es necesario para conocer el acoplamiento entre procesos físicos y biológicos en sistemas oceánicos.

Estos sistemas de circulación cerrados aportan complejidad a los patrones generales de circulación; así, en sistemas con una circulación general débil y poco energética, como es el caso del Golfo de Vizcaya, la función de estas estructuras es aún más relevante. En el Golfo de Vizcaya se vienen estudiando desde hace varias décadas; principalmente, a través de medidas *in situ* (boyas lagrangianas, CTD...) y medidas tomadas de forma remota (altimetría, temperatura y color de la superficie oceánica). Recientemente, se ha realizado un estudio sobre la dinámica de estos remolinos mesoescalares, a partir de distintas simulaciones del modelo hidrodinámico ROMS (Regional Ocean Modeling System). Estas simulaciones han permitido describir gran parte de los remolinos mesoescalares descritos en la bibliografía y relacionarlos con los principales forzamientos responsables de su generación y migración.

Los remolinos observados, hasta la fecha en el Golfo de Vizcaya, pueden clasificarse en varios tipos. En primer lugar, en las proximidades de las principales irregularidades topográficas, se forman unos remolinos anticiclónicos denominados SWODDIES (Slope Water Oceanic eDDies). Se generan a partir de una corriente de talud cálida y por tanto, contienen en su núcleo agua de origen subtropical. En segundo lugar, en el extremo sudoeste del Golfo se ha observado la formación de remolinos anticiclónicos, identificados como MEDDIES (Mediterranean Water eDDies), que contienen masas de agua mediterránea en niveles profundos. Finalmente, se han descrito remolinos ciclónicos cuyo origen es menos conocido.

En la actualidad, en el marco del proyecto "Remolinos oceánicos en el Golfo de Vizcaya: patrones espacio-temporales de variabilidad", financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, se está realizando un análisis cuantitativo de la distribución espacio-temporal de estos remolinos y de su sensibilidad a los principales forzamientos que actúan en la zona. Para llevar a cabo este estudio, se van a aplicar herramientas existentes, desarrolladas para el seguimiento sistemático de los remolinos, sobre los campos de altura de la superficie oceánica (observados con medidas remotas y simulados con el modelo ROMS).

## RECONSTRUCTION OF 3D HIGH RESOLUTION DYNAMICS FROM SATELLITE OBSERVATIONS

Isern-Fontanet J<sup>1</sup>, Chapron B<sup>2</sup>, Klein P<sup>3</sup>, Lapeyre G<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut Català de Ciències del Clima, Barcelona

<sup>2</sup>Laboratoire d'Océanographie Spatiale (Ifremer), Plouzané, France

<sup>3</sup>Laboratoire de Physique des Océans (CNRS), Plouzané, France

<sup>4</sup>Laboratoire de Météorologie Dynamique (CNRS), Paris, France

More than 20 years of Earth observing satellites have provided a wealth of ocean observations of different variables such as Sea Surface Heights (SSH), Sea Surface Temperatures (SST), roughness or Ocean Color (OC). Although these data sets provide a lots of complementary information about ocean dynamics, it is difficult to extract quantitative dynamical information at high resolutions.

To exploit the synergy between them we proposed a theoretical framework based on Surface Quasi-Geostrophic (SQG) equations. Within this framework, SSH and SST are closely related, providing a way to combine SSH and SST measurements and allowing to recover surface currents from a single SST image.

On the other side, this framework allows to reconstruct subsurface fields, such as horizontal velocities and density anomaly, in the upper 200-500m of the ocean from a SSH and/or SST snapshot.

Furthermore, within this framework vertical velocities can also be diagnosed from SST and/or SSH snapshots. To demonstrate the feasibility of this approach, we have reconstructed the velocity field from high resolution (infrared) SST images and successfully compared it with independent high resolution satellite observations such as roughness and OC and in situ data (CTD and ADCP measurements).

## SHALLOW PATHWAYS OF THE MEDITERRANEAN OUTFLOW IN THE EASTERN GULF OF CADIZ

Sánchez-Leal RF<sup>1</sup>, González-Pola C<sup>2</sup>, Ruiz-Villarreal M<sup>3</sup>, Jiménez MP<sup>1</sup>, Lavín A<sup>4</sup>, Sobrino I<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Español de Oceanografía, Cádiz

<sup>2</sup>Instituto Español de Oceanografía, Gijón

<sup>3</sup>Instituto Español de Oceanografía, A Coruña

<sup>4</sup>Instituto Español de Oceanografía, Santander

From 1998 onwards during the bi-annual bottom trawl surveys in the eastern Gulf of Cadiz standard CTD observations are being taken on a regular grid. These observations are being complemented from November 2008 with direct velocity measurements along transects perpendicular to the shelf with a 75 kHz VM-ADCP. From July 2009 quarterly hydrographic observations (CTDO<sub>2</sub>-LADCP and water samples) are also conducted along three standard sections under the frame of STOCA project (Series temporales de datos oceanográficos en el golfo de Cádiz, IEO).

The study of these data sets together with the reanalysis of a historical database allows resolving the 3D mass and velocity fields, with emphasis in the Mediterranean outflow and its early transformations in the eastern Gulf of Cadiz. These observations have permitted us to detect and characterize a previously unreported shallow pathway of the Mediterranean outflow along the upper slope from the Straits of Gibraltar to Cape St. Vincent. This structure is discussed in the context of the regional oceanography with a special look at the shelf and surface circulation.

## LAGRANGIAN TRANSPORT ACROSS OCEANIC MESOSCALE STRUCTURES

Mancho AM, Mendoza C  
ICMAT, CSIC, Madrid

We review several recently developed Lagrangian tools and propose their properly combined use for achieving a detailed description of purely advective transport events through oceanic mesoscale structures. In particular, we illustrate an application on altimeter data sets over the area of the Kuroshio Current.

First, a global Lagrangian descriptor recently described in (Mendoza & Mancho 2010) is used on the dataset. The organising centres of the flow are located at a glance: hyperbolic points -related to highly dispersive regions- and non-hyperbolic areas that are related to confinement regions.

The picture provided by the global Lagrangian descriptor is very helpful to foresee which transport routes can be deduced from the stable and unstable manifolds of the easily identified distinguished hyperbolic trajectories (see Madrid & Mancho 2010) of the flow.

## VORTICIDAD POTENCIAL Y ONDAS INERCIO-GRAVITATORIAS

### Viúdez A

Instituto de Ciencias del Mar, ICM-CSIC Barcelona

Investigamos varios nuevos procesos de la dinámica de flujos en balance (aquéllos que carecen de ondas) y de ondas inercio-gravitatorias usando la estructura teórica formada por la conservación explícita de la vorticidad potencial en superficies isopícnas y el uso de un vector potencial que define los campos de velocidad tridimensional y anomalía de densidad.

Como ejemplos de aplicación describimos la generación espontánea de ondas inercio-gravitatorias por flujos en balance, un método óptimo para la separación de las componentes en balance y ondulatoria de un flujo arbitrario, el paquete de ondas asociado a un dipolo oceánico, la fusión y división de vórtices, la iniciación numérica de flujos en balance, y la iniciación numérica de campos de ondas que carecen de vorticidad potencial.

## ALGUNOS APUNTES SOBRE LA HISTORIA DE LA OCEANOGRAFÍA FÍSICA

Parrilla Barrera G

Instituto Español de Oceanografía, Madrid, España

M. B. Deacon (1998) escribió que la Oceanografía es una joven ciencia con una larga historia. Ya los filósofos griegos se interesaron por las olas, por el flujo a través de los estrechos y por el balance de agua en el océano. Navegantes y geógrafos ya conocían, antes del siglo IX, la variación de las corrientes del Índico con el monzón. La causa de las mareas fue indagada por los griegos, pero no se supo nada de su mecanismo hasta que Newton las estudió. Algunos contemporáneos de Newton resumieron sus artículos en lenguaje vulgar para hacer llegar tales conocimientos a los hombres de la mar que eran, en aquella época, los principales proveedores de los datos oceánicos a la comunidad científica. Pero, como el propio Newton hizo notar, era preferible que en vez de que los marineros enviaran la información a los matemáticos en tierra éstos embarcaran (Deacon, 1998). A pesar de estos prometedores comienzos, las ciencias marinas no progresaron en los siglos XVIII y XIX tan rápidamente como podría suponerse. Una causa fue que la investigación oceanográfica necesitaba de unos recursos fuera del alcance individual, además de la práctica inexistencia de equipos apropiados. No existió una oceanografía reconocida como ciencia durante la primera mitad del siglo XIX, los intereses de la época asociados con el mar estaban más ligados a la hidrografía y a las necesidades del sector marítimo que a las ciencias físicas. El desarrollo tecnológico de la segunda mitad del siglo XIX y el aumento de la actividad marítima sentó las bases para el establecimiento de la Oceanografía como una disciplina independiente.

La expedición del H.M.S. Challenger en 1872 es considerada por muchos el principio de la oceanografía moderna. Tal tipo de campañas con un solo barco se siguió realizando por otros países en las siguientes décadas. Durante estas primeras décadas del siglo XX surgieron varias instituciones de investigación oceanográfica (entre ellas el Instituto Español de Oceanografía en 1914), se incorporaron estudios marinos a departamentos universitarios y se establecieron varios organismos internacionales. La Oceanografía empezó a transformarse de una ciencia con una preponderante componente descriptiva a otra con mayor énfasis en el estudio de los principios físicos que gobiernan el movimiento de las aguas. La Oceanografía se desarrolló rápidamente durante y después de la Segunda Guerra Mundial. La información sobre el estado de la mar, las corrientes, las olas y la propagación del sonido era fundamental en la estrategia y logística militares de las batallas navales y desembarcos. La Oceanografía también compartió la expansión general de la ciencia debido al impacto de ésta en el crecimiento económico posterior.

En 1957, durante el Año Geofísico Internacional, tuvo lugar un gran programa multinacional de observación en el cual se empezó a medir por primera vez, y de una manera sistemática, la salinidad por medio de la conductividad con el consiguiente aumento de la precisión en la medida. Este programa dio una visión global de la distribución de las principales características de las masas de agua en todos los océanos. Mientras, en España la Oceanografía se recuperaba lentamente, como el resto del país, de los devastadores efectos de la guerra civil. Si antes de ella había tenido una importante impronta en el ámbito internacional, ahora, exilados casi todos sus

miembros más importantes, intentaba sobreponerse a la escasez de medios, al aislamiento y a la inexistencia de una formación académica. En los años 70 ocurrieron dos hechos que fueron claves en el despegue definitivo de la oceanografía española: la botadura del *Cornide de Saavedra* y el establecimiento de un programa de colaboración con los Estados Unidos, que permitió la compra de material moderno y, lo que fue más importante, la colaboración intensa y continuada con oceanógrafos estadounidenses, con estancias de nuestros investigadores en algunas de las instituciones oceanográficas más importantes del mundo.

A partir de la década de los años 80 la Oceanografía Física dio un gran salto, su implantación dentro del mundo académico aumentó, la Unión Europea estableció un programa de investigación específico que fue importantísimo para la comunidad española. En España se fundaron las primeras facultades de Ciencias del Mar y se creó un programa nacional en investigación marina. Quizás lo que más contribuyó al progreso general fue la aparición de nuevas tecnologías. En Oceanografía, por regla general, las nuevas ideas han seguido a las nuevas tecnologías (Munk, 2002): hay más descubrimientos que predicciones (Stommel, 1989). Estos últimos 20 años han sido testigos de grandes avances en el conocimiento de la Física del océano. El World Ocean Circulation Experiment (WOCE) nos ha permitido tener una visión de la circulación general del océano basada en unos datos tomados de una manera sistemática y coherente, y en una única década. La era en la que todavía algunas escalas oceánicas permanecían sin medir se ha acabado (Wunsch, 2002). Se han desarrollado las teorías de la "termoclina ventilada" y de la homogeneización de la vorticidad potencial, se ha definido la mezcla diapirica, hemos profundizado en el conocimiento de la relación océano-clima, se está poniendo en acción un sistema de observación de los océanos, etc.

Todo lo conocido hasta ahora y las incógnitas que permanecen aconsejan a la comunidad de oceanógrafos físicos contemplar el océano como un fenómeno global. Esto es un proceso lento y difícil pues, en primer lugar, el océano es muy complicado, con grandes variaciones regionales en su dinámica y cinemática: no es fácil comprenderlo todo al mismo tiempo. A lo que se añade el que las escalas temporales parecen estar dominadas por periodos más largos que los de financiación de los programas científicos (Wunsch, 2002).

Deacon, M. B. 1998. How the Science of Oceanography developed. En "Oceanography. An illustrated guide". Editors: C. P. Summerhayes and S. A. Thorpe. Manson Publishing Ltd., pp 9-26.

Munk, W. 2002. The evolution of Physical Oceanography in the last hundred years. *Oceanography*, (15)1, 135-141

Stommel, H., 1989. Why we are oceanographers. *Oceanography*, (2)2, 48-54.

Wunsch, C. 2002. How did WOCE turn out? *International WOCE Newsletter*, 43, 4-9.

# ESTUDIOS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA FOSA DE CARIACO, VENEZUELA: PRODUCCIÓN PRIMARIA vs. DESCARGA FLUVIAL

Muller-Karger FE<sup>1</sup>, Lorenzoni L<sup>1</sup>, Varela R<sup>2</sup>, Astor Y<sup>2</sup>, Thunell R<sup>3</sup>

<sup>1</sup>College of Marine Science, University of South Florida, St. Petersburg, FL, USA

<sup>2</sup>Estacion de Investigaciones Marinas Isla Margarita, Fundación La Salle de Ciencias Naturales de Venezuela, Porlamar, Venezuela

<sup>3</sup>Department of Geological Sciences, University of South Carolina, Columbia, USA

La Fosa de Cariaco es una depresión de 1400 m de profundidad, 200 km de largo (E a W) y unos 70 km de ancho (N a S), que se encuentra en la plataforma continental nor-oriental de Venezuela, en el sureste del Mar Caribe. Esta depresión se comunica hacia el norte con el Mar Caribe por encima de un umbral que tiene un máximo de 140 m de profundidad. La Fosa se encuentra bordeada hacia el sur por una cordillera que drena varios pequeños ríos. Esta región exhibe gran variabilidad en la intensidad de los vientos alisios y en las precipitaciones en función de la posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ), a una escala de tiempo estacional ó climática. Esto da lugar a una contribución de partículas que alterna entre un origen marino y uno continental. Por debajo de los 250-350 m, las aguas en la Fosa de Cariaco son anóxicas, lo que permite la acumulación de sedimentos laminados en el fondo. Estos sedimentos se utilizan para entender cambios climáticos en los trópicos y la calibración de registros climáticos en otras localidades.

Desde Noviembre de 1995, el proyecto CARIACO opera una serie de tiempo de observaciones oceanográficas mensuales a 10° 30' N, 64° 40' W. Esta serie ha permitido documentar cambios en la oceanografía de la región del Mar Caribe en el período 1996-2010, incluyendo un calentamiento gradual de aguas superficiales, disminución de la intensidad de los vientos Alisios, y del fenómeno de surgencia costero, cambios en la estructura de la comunidad fitoplanctónica, y variaciones en el flujo de material particulado que cae al fondo de la fosa. CARIACO busca además entender los procesos de transporte y acumulación de material particulado dentro de la Fosa y su conexión con el registro climático velado en sus sedimentos. Se usan trampas de sedimento en la estación CARIACO y muestreos geoquímicos que abarcan toda la Fosa. La mayor contribución de material continental ocurre durante la época de alta precipitación (septiembre-octubre), cuando los ríos alcanzan su mayor descarga. Esta contribución ocurre en pulsos, aparentemente vinculados a cambios en el régimen climático e hidrográfico de la región. La región es tectónicamente activa, y esporádicamente ocurren transportes masivos de sedimentos movilizados por temblores. Estos sedimentos tienen el potencial de secuestrar altas concentraciones de material orgánico e inorgánico de la columna de agua y arrastrarlos así consigo hacia el fondo. Aunque el aporte de material particulado orgánico marino es mucho mayor que el terrestre, la fracción mineral supe el lastre necesario para acelerar el transporte del material orgánico hacia el fondo con los sedimentos.

## VARIABILIDAD DE MESOESCALA EN EL SISTEMA DE AFLORAMIENTO DEL NO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA: OBSERVACIONES Y MODELADO

Ruiz Villarreal M<sup>1</sup>, García L<sup>1</sup>, Otero P<sup>1</sup>, Cobas M<sup>1</sup>, Sánchez R<sup>2</sup>, González-Pola C<sup>3</sup>, Cabanas JM<sup>4</sup>, Díaz del Río G<sup>1</sup>, Lavín A<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto Español de Oceanografía, A Coruña

<sup>2</sup>Instituto Español de Oceanografía, Cádiz

<sup>3</sup>Instituto Español de Oceanografía, Gijón

<sup>4</sup>Instituto Español de Oceanografía, Vigo

<sup>5</sup>Instituto Español de Oceanografía, Santander

El sistema de afloramiento del NO de la Península Ibérica es un sistema de intensa variabilidad por la interacción entre el afloramiento estacional y la intensa dinámica de mesoescala en el área. Una plataforma estrecha influida por el afloramiento unida al cambio de orientación de la costa y a la presencia de la vena de agua mediterránea inducen la presencia de fenómenos de mesoescala como filamentos, vórtices a distintos niveles (agua central, agua mediterránea...), etc.

En esta contribución ilustraremos cómo la dinámica de mesoescala está influida por el afloramiento (formación de vórtices, filamentos...) y cómo las estructuras de mesoescala interaccionan entre sí (interacción filamentos-vórtices...).

Se presentarán observaciones principalmente del proyecto VACLAN y se complementarán con resultados de simulaciones numéricas con un modelo hidrodinámico de alta resolución (ROMS) que el IEO de A Coruña lleva ejecutado en los últimos años en distintos periodos financiado por distintos proyectos como RAIA o ECOOP.

# OBSERVATIONS OF UPWELLING FILAMENTS IN THE SOUTHERN NORTH-WEST AFRICAN UPWELLING SYSTEM: A JOINT EFFECT OF THE BOTTOM TOPOGRAPHY AND THE OFFSHORE EDDY FIELD

Meunier T<sup>1</sup>, Barreiro B<sup>2</sup>, Barton ED<sup>2</sup>, Torres R<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Physique de l'Océan, Université de Bretagne Occidentale, France

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Mariñas (CSIC), Vigo

<sup>3</sup>Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, United Kingdom

The nature and dynamics of the long filaments forming in the southern edge of the West-African upwelling system are investigated using data from the SOLAS-ICON cruise, that took place in April-May 2009 offshore of Cap Blanc, between 19.5 and 22.5 °N and 17 and 19 °W. Two synoptic hydrographic surveys using a *Moving Vessel Profiler* were performed at a 15 days interval on two distinct upwelling filaments at different stages of development. The first survey showed the presence of a large anticyclonic eddy North of the filament, also evident in the satellite imagery. Two transects were performed across the tip of the filament, showing a steep rising of the isohalines and the isotherms, with horizontal gradients of  $3 \cdot 10^{-2}$  psu km<sup>-1</sup> and  $10^{-1}$  °C km<sup>-1</sup>. The density compensation of temperature and salinity in this part of the North West African upwelling system resulted in a weaker doming of the isopycnals across the filament. The second filament developed during a strong wind episode directly following a 2 days wind relaxation period. 8 cross sections were performed, all showing a steeper doming of the isohalines and isotherms than during the first survey, resulting in horizontal gradients of  $8 \cdot 10^{-2}$  psu km<sup>-1</sup> and  $5 \cdot 10^{-1}$  °C km<sup>-1</sup> near the surface. The hydrographic signature of the filament was evident as deep as 300 m. Satellite imagery showed the persistence between the two surveys of a shorter and colder filament West of Cap Blanc, rolling around a small anticyclonic eddy, in spite of the relaxation of the wind. The surveyed filaments both appeared to emerge from this structure. A process study using a simple two layer shallow water isopycnal numerical model (MICOM) and an idealized topography was carried out to elucidate the development and stationarity of the anticyclone and cold filament at the root of the longer structures. Potential vorticity anomalies generated by topographic effects were shown to play a major role in the filament formation, when interacting with the upwelling front. The presence of the Cabo Verde frontal zone in the vicinity of the upwelling system is assumed to be responsible for the different behavior in the evolution of the 2 surveyed filaments: previous studies (Spall, 1992; Onken and Klein, 1991; Joyce et al., 1998) showed that the Cabo Verde front was baroclinically unstable and thus an important source of eddy activity in the region. The variability in the evolution of the offshore extension of the observed filaments are believed to be related with this external mesoscale activity. As the topographic eddies can trigger permanent meanders on the upwelling front, the resulting structures can be stretched and evolve into more complex and variable patterns by the interaction with the external eddy field.

## **SEA SURFACE COOLING INDEX DERIVED FROM SATELLITES IMAGES IN UPWELLING AREAS: THE CASE OF THE NORTH WEST AFRICA AND IBERIAN PENINSULA COASTAL UPWELLING**

Benazzouz A

Institut National de Recherche Halieutique, Casablanca, Maroc

Coastal upwellings are complex biological and physical phenomena, characterised by important fluctuations in time and space. Remote sensing data provides an adequate way to monitor this dynamic. The main objective is to make available to scientists a synthetic spatio-temporal information based on standard operational products and allowing an easy to use estimate of the upwelling activity. We use in this work spatial Sea Surface Temperature (SST) data from the NOAA/AVHRR and Modis/aqua sensors. The main product developed is a thermal upwelling intensity index derived from the SST field that is firstly based on the upwelling presence or absence and that quantifies its intensity according the cross-shore SST gradient.

The results are validated by means of Ekman index calculated from wind data of two meteorological coastal stations of the southern Moroccan coast, Laayoun and Dakhla. Systematic spatial use of data from the QuikSCAT scatterometer also shows that our upwelling index provides a useful complementary observation of the upwelling spatial structure and surface intensity that a wind field alone is unable to provide. In this way, an upwelling index data set is built, covering 30 years (1981-2010) of weekly data. The spatial and temporal dynamic of the upwelling along the atlantic mcoasts (8-43°N) is described as well as the potential impact of the upwelling intensity on the pelagic stocks in the region. A classification into five characteristic areas is made according the intensity of the upwelling index. The zonal seasonality of the index, described from the climatology of the whole data series, is always marked with a maximum of seasonality between 26 and 43° of latitude North and a minimum of seasonality in the South, where the upwelling is strong and quasi permanent specially between 26 and 21°N, finally south of 21°N the upwelling occurs during winter. The inter-annual variability of the index is very consistent in space and show s a significant temporal trend during the study period with a strong negative anomaly between 1995 and 1997, as a consequence of a strong decrease in the trade winds. This event coincide with a strong negative anomaly on the pelagic fisheries, specially the sardine fishery, both in term of catches and acoustic estimated biomass. Changes in the productivity of sardine observed for the same period suggest that there was a response of the ecosystem to these changes.

An SST-based upwelling index therefore provides a useful information on the upwelling dynamic to explore the environmental impacts on pelagic stocks in the region.

## LA ESTACIÓN PERMANENTE DE ESPARTEL: SEIS AÑOS DE MEDIDAS CONTINUADAS DEL FLUJO DE AGUA MEDITERRÁNEA EN LA PARTE OCCIDENTAL DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Sánchez-Román A<sup>1</sup>, García-Lafuente J<sup>1</sup>, Sannino G<sup>2</sup>, Díaz del Río G<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Oceanografía Física, Universidad de Málaga

<sup>2</sup>Unidad de Modelado Oceánico, División ACS, C.R. Casaccia, ENEA, Roma, Italia

<sup>3</sup>Instituto Español de Oceanografía, A Coruña

La obtención de series temporales largas de los flujos intercambiados a través del Estrecho de Gibraltar es de suma importancia en estudios de variabilidad climática, no sólo por el papel que presumiblemente juegan las aguas Mediterráneas en la formación de aguas profundas en el Atlántico Norte y en la circulación termohalina, sino también para evaluar el impacto climático en el Mediterráneo. Las fluctuaciones más intensas en el transporte son provocadas por la marea semidiurna. Otra fuente notable de variabilidad son las fluctuaciones meteorológicas en la banda subinercial y las variaciones estacionales e interanuales en menor medida; complicando la estimación directa de los flujos intercambiados. En Septiembre de 2004 se instaló una estación de medida en el canal principal de la sección de Espartel (ES), en las coordenadas 35° 51.71'N / 005° 58.47'W, en el marco de los proyectos INGRES, cuyo instrumento principal de medida es un perfilador de corrientes por efecto doppler (ADCP). Esta estación, que además dispone de una sonda para capturar valores T-S en la capa más profunda, continúa registrando datos en la actualidad por lo que se dispone de series temporales ininterrumpidas con una longitud total de seis años; lo que las convierte en las más largas registradas en la zona. Dichas series han sido utilizadas para estimar el flujo mediterráneo de salida a través de la sección de Espartel, en la zona occidental del Estrecho de Gibraltar. La presencia de una montaña submarina (Banco Majuán) divide la sección en dos canales: el canal norte con una profundidad máxima de 250 m, y el canal principal situado al sur (con una profundidad máxima de 360 m) más conocido como umbral de Espartel (dónde se encuentra la estación de medida) siendo la principal vía de escape del Agua Mediterránea. Además, se fundearon dos estaciones auxiliares en la zona norte y sur del canal principal que registraron de forma simultánea durante un periodo de tres meses con el objetivo de analizar la estructura transversal del flujo. El nuevo cálculo revela un transporte un 16% inferior al obtenido mediante la estación ES, evidenciando la sobreestima que se produce cuando se considera un solo perfil como representativo de toda la sección. Por otro lado, esta estación no registra el transporte a través del canal secundario al norte del Banco Majuán, utilizándose el modelo numérico CEPOM para paliar esta carencia. El flujo de salida predicho a través de este canal representa un 18% del flujo total a través de la sección. Si se aplican ambas correcciones a las series temporales del transporte muestreadas en ES, se obtiene un flujo medio total a través de toda la sección de  $Q_2 = -0.79$  Sv. La longitud de las series permite, además, investigar su estacionalidad, con máximos en Abril y mínimos durante otoño-invierno que llevan asociados cambios en las proporciones de las masas de agua que forman el flujo mediterráneo mostrando una marcada variabilidad interanual.

## **DOS DÉCADAS DE FENÓMENOS DE MESOESCALA A UNO Y OTRO LADO DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR**

Naranjo C, Delgado J, García-Lafuente J, Criado-Aldeanueva F, Sánchez-Garrido JC, Sánchez-Roman A, Soto-Navarro J, Calero C, Vargas JM

Grupo de Oceanografía Física, Universidad de Málaga

Las cuencas del Golfo de Cádiz y el Mar de Alborán se encuentran físicamente conectadas por el estrecho de Gibraltar.

En este trabajo se caracterizan las estructuras de mesoescala en ambas cuencas a partir de casi dos décadas de datos semanales de altimetría, temperatura superficial del mar y medidas diarias in situ.

En el Golfo de Cádiz aparece una estructura casi permanente relacionada con el flujo de agua Atlántica en el Mediterráneo. E

n el Mar de Alborán, existe una mayor complejidad en cuanto a los fenómenos de mesoescala existentes: los bien conocidos giros anticiclónicos, uno occidental más estable y otro oriental variable en el tiempo, una zona al norte con una vorticidad positiva y un frente que delimita los procesos en Alborán hacia el Este con una fuerte estacionalidad.

Se ha evaluado si los datos analizados tienen potencial para detectar si los procesos de mesoescala descritos en el Golfo de Cádiz modulan el flujo Atlántico por el Estrecho y si este a su vez hace lo propio con la dinámica del Mar de Alborán.

Las relaciones que se muestran a uno y otro lado del Estrecho no definen claramente la esperada dependencia.

Este análisis deja dos cuestiones abiertas, por un lado el hecho de si estas observaciones, en especial la altimetría, permite la búsqueda de este tipo de relaciones, y por otro, la posibilidad de que el Estrecho actúe como un filtro que desacopla los citados procesos a uno y otro lado.

## DINÁMICA ALREDEDOR DE LAS ISLAS SHETLAND DEL SUR (ANTÁRTIDA)

Marrero-Díaz MA<sup>1</sup>, Sangrà P<sup>1</sup>, Hernández-Arencibia M<sup>1</sup>, Salinas C<sup>1</sup>, Aguiar-González B<sup>1</sup>,  
Henríquez C<sup>2</sup>, Stegner A<sup>3,4</sup>, Rodríguez-Santana A<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

<sup>2</sup>Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción, Chile

<sup>3</sup>Laboratoire de Météorologie Dynamique, IPSL, Paris

<sup>4</sup>Unité de Mécanique (UME), ENSTA, Palaiseau, France

El trabajo interdisciplinar realizado durante años he permitido tener un mejor conocimiento de la dinámica en el Estrecho de Bransfield, llegando en los últimos años a resolver la mesoescala, que en esta región polar están en torno a la decena de km.

Estos estudios han permitido caracterizar las principales masas de agua presentes la región, su distribución y su dinámica. En el sistema de corrientes descrito en los trabajos publicados, hay discrepancias sobre el origen de la Corriente de Bransfield, que para unos es una corriente de frontera oeste, mientras que para otros tiene características de corriente de gravedad.

Nuestro grupo lleva años trabajando con esta última hipótesis y, para corroborarla, se diseñó el proyecto COUPLING, cuyo objetivo era estudiar la dinámica al norte de las Islas Shetland del Sur. La campaña realizada cubrió completamente el norte del archipiélago, los pasillos hacia el Estrecho de Bransfield y una sección central en el Estrecho de Bransfield, desde las Islas Shetland del Sur hasta la Península Antártica, con estaciones separadas unos 10 km entre sí y muestreos interdisciplinares en las mismas. En esta campaña interdisciplinar, que se realizó durante enero de 2010, se obtuvieron datos de CTD, XBT, XCP, ACDP, Turbomap y boyas lagrangianas (5 boyas).

Si la hipótesis de corriente de gravedad es cierta, la masa de agua transportada por la Corriente de Bransfield, apoyada sobre el talud sur de las Islas Shetland del Sur debería recircular al norte de este archipiélago, rodeándolo apoyada sobre el talud norte de las Islas. Los resultados preliminares obtenidos muestran como al norte de la Shetland del Sur, sobre su extensa plataforma, se propaga agua de las mismas características que el agua de la corriente de Bransfield, la cual se propaga apoyada en el talud sur de las Shetland del Sur. La trayectoria de las boyas indica la recirculación de la corriente de Bransfield hacia el norte del archipiélago, entre las Shetland del Sur e Isla Elefante. La extensa plataforma, al norte de las Shetland, da paso a un escarpado talud, a partir del cual se hay principalmente Agua Circumpolar Profunda. En capas más superficiales aparecen el Agua Invernal y el Agua Antártica Superficial, esta última caracterizada por la presencia de una fuerte haloclina. En la hidrografía de la región aparecen diferentes zonas frontales, en muchas de las cuales, se pueden estudiar la importancia de los procesos de mezcla por haber podido realizar medidas con el microperfilador Turbomap y con XCP.

## THE ESASSI-08 CRUISE IN THE SOUTH SCOTIA RIDGE REGION: AN INVERSE MODEL PROPERTY-TRANSPORT ANALYSIS OVER THE RIDGE

Palmer M<sup>1</sup>, Gomis D<sup>1</sup>, Flexas MM<sup>1</sup>, Jordà G<sup>1</sup>, Naveira A<sup>2</sup>, Jullion L<sup>2</sup>, Tsubouchi T<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IMEDEA, Esporles

<sup>2</sup>National Oceanography Center, Southampton, UK

The ESASSI-08 oceanographic cruise carried out in January 2008 was the most significant milestone of the ESASSI project. ESASSI is the Spanish component of the Synoptic Antarctic Shelf-Slope Interactions (SASSI) study, one of the core projects of the International Polar Year.

Hydrographical and biochemical (oxygen, CFCs, nutrients, chlorophyll content, alkalinity, pH, DOC) data were obtained along 11 sections in the South Scotia Ridge (SSR) region, between Elephant and South Orkney Islands.

One of the aims of the ESASSI project is to determine the northward outflow of cold and ventilated waters from the Weddell Sea into the Scotia Sea. For that purpose, the accurate estimation of mass, heat, salt, and oxygen transport over the Ridge is requested. An initial analysis of transports across the different sections was first obtained from CTD and ADCP data.

The following step has been the application of an inverse method, in order to obtain a better estimation of the net flow for the different water masses present in the region. The set of property-conservation equations considered by the inverse model includes mass, heat and salinity fluxes. The “box” is delimited by the sections along the northern flank of the SSR, between Elephant Island and 50°W, the southern flank of the Ridge, between 51.5°W and 50°W, the 50°W meridian and a diagonal line between Elephant Island and 51.5°W, 61.75°S.

Results show that the initial calculations of transports suffered of a significant volume imbalance, due to the inherent errors of ship-ADCP data, the complicated topography and the presence of strong tidal currents in some sections.

We present the post-inversion property transports across the rim of the box (and their error bars) for the different water masses.

## UPPER OCEAN VARIABILITY IN THE SOUTH-EASTERN CORNER OF THE BAY OF BISCAY. FROM ATMOSPHERIC FORCING TO OCEANIC RESPONSE

Somavilla R<sup>1</sup>, González-Pola C<sup>2</sup>, Rodríguez C<sup>1</sup>, Lavín A<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Español de Oceanografía. C.O de Santander

<sup>2</sup>Instituto Español de Oceanografía. C.O de Gijón

In this work, the relative contribution of the heat and salt balance terms in generating the observed variability in temperature, salinity and chlorophyll in the upper waters of the southern Bay of Biscay (Spain) is studied.

The variability in the mean annual cycle of upper layer temperature is mostly explained through the combined effects of the net heat fluxes ( $Q_0$ ) at the air-sea interface and mixing with waters from below (entrainment).

In contrast, the mean annual cycle of upper waters salinity is dominated by advective processes. However, anomalies of similar magnitude for both temperature and salinity at seasonal and event scale atmospheric variability are generated independently by the different processes.

Phytoplankton dynamics in this region are characterised by a high intensity and short duration spring broom, and the development of a deep chlorophyll maximum in summer. Low phytoplankton biomass in the surface waters in summer occur because the wind-driven turbulence is insufficiently strong to mix nutrient rich waters from below the nutricline into the upper layers. It is not until autumn-winter, when the net heat flux becomes negative and the convective component of turbulence is established, that a substantial increase in nitrate concentrations occur in the surface layers. The onset of the spring bloom coincides with the establishment of stratification driven by a positive net heat flux.

The study of the relation between the presence of low salinity waters and chlorophyll variability has also been emphasized founding that low salinity waters are not related with any nutrient enrichment and stimulation of surface phytoplankton activity as observed in other areas of the Bay of Biscay

## ON THE COMBINATION OF SATELLITE AND IN-SITU OBSERVATIONS TO CHARACTERIZE MESOSCALE VARIABILITY

Pascual A<sup>1</sup>, Ruiz S<sup>1</sup>, Bouffard J<sup>1</sup>, Garau B<sup>2</sup>, Buongiorno-Nardelli B<sup>3</sup>, Larnicol G<sup>4</sup>, Le Traon PY<sup>5</sup>, Tintoré J<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>IMEDEA (CSIC-UIB), Esporles

<sup>2</sup>SOCIB, Palma

<sup>3</sup>ISAC (CNR), Italy

<sup>4</sup>CLS Space Oceanography Division, France

<sup>5</sup>Ifremer, France

Satellite altimetry has provided a unique contribution to the global observation of mesoscale variability, one of the dominant signals in the ocean circulation. In this context, we will briefly review past studies showing the impact of merging up to four altimeter missions which can be critical for a proper recovery of the mesoscale.

We will also show that the agreement between altimetry and independent in situ data is significantly improved when four satellites are merged. However, satellite altimetry alone only provides surface information. Thus, in the second part of the talk, we will focus on the combination of different satellite remote-sensors with in-situ observations (gliders, drifters, CTDs) with the aim of analyzing the 3-D physical variability.

Results from recent experiments North of Mallorca Island show that the multi-sensor sampling strategy allows investigating small scale eddies associated with the Balearic Current, the main oceanographic feature of the area. Moreover, comparisons reveal that altimeter gridded products do not have sufficient resolution for the detection of small mesoscale (~ 20-100 km) and submesoscale (< 20 km) features present both in the glider fields as well as in the drifter data.

This highlights the need of synergetic approaches through the combined use of observing systems at several spatial/temporal scales, with the aim of better understanding (sub)mesoscale signals.

# MESOSCALE THERMOHALINE VARIABILITY DURING THE SPRING PHYTOPLANKTON BLOOM IN THE NW MEDITERRANEAN

Emelianov M<sup>1</sup>, Fraile E<sup>2</sup>, Latasa M<sup>3</sup>, Isern-Fontanet J<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias del Mar, ICM-CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias

<sup>3</sup>Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Gijón

<sup>4</sup>Institut Català de Ciències del Clima (IC3), Barcelona

The analysis of hydro physical data with high spatial resolution obtained in the southern part of the Gulf of Lion (NW Mediterranean) during the spring phytoplankton bloom of 2009 is presented.

The data were collected with a SeaSoar towed system covering the upper 400 meters of the water column. The investigation was made in the framework of the “Famoso” project (Fate of the northwestern Mediterranean open sea spring bloom).

The main goal of the project is to know the fate of the open sea winter-spring bloom in the NW Mediterranean. The Mediterranean has traditionally been considered an oligotrophic sea. However, satellite imagery reveals the NW basin as a key biogeochemical area. It presents moderate levels of primary production and a relative high fisheries yield, and is home of a considerable amount of whales. Therefore, there are many indications that the northwestern basin sustains an elevated biomass of high trophic level organisms compared with the whole Mediterranean. There are several described mechanisms that enhance fertility in the NW Med. The most evident one acting at the scale of the northwestern basin is the open sea deep convective mixing and the consequent open sea late winter-early spring bloom after re-stratification.

The comparison of spatial distribution of thermohaline parameters obtained with SeaSoar and satellite images of high resolution allowed to reveal the important role of mesoscale dynamics of water masses in the redistribution of the elevated concentrations of phytoplankton produced during the bloom.

## ADVECTIVE SALT TRANSPORT BY THE ATLANTIC EQUATORIAL UNDERCURRENT AND BIOLOGICAL IMPLICATIONS

Claret M, Rodríguez-Marroyo R, Pelegrí JL  
Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

We use hydrographic observations along the West Atlantic Equator, between 32 and 43°W, carried out on board R/V Hespérides in April 2010, to investigate the advection of salinity anomalies by the Equatorial Undercurrent.

The motivation for this work was raised by the observation of high correlations, ranging from 0.74 to 0.99, between the salinity  $S$  and the zonal velocity  $u$  within the top 200 m of the water column along the equatorial section.

A subsurface salinity maxima  $S_{\max}$ , located between  $z = -70$  m and  $-90$  m, is the result of eastward advection by the equatorial undercurrent while slowly diluting meridionally. We find that this maximum intermittently leads to a static marginally unstable condition,  $\alpha \partial T / \partial z \leq \beta \partial S / \partial z$ , hence being responsible for stabilizing those layers on top,  $z > z_{\max} \equiv z(S = S_{\max})$ , while destabilizing those below,  $z < z_{\max}$ .

The associated instability processes are responsible for convective mixing below  $z_{\max}$ , which leads to significant vertical asymmetries in the distributions of  $S$  and  $u$ . We propose that these convective processes are responsible for the existence of maximum  $S$  and  $u$  vertical gradients below  $z_{\max}$ , as well as for the associated salinity, temperature and velocity staircases.

In order to test these ideas we examine the zonal changes in the vertical distribution of salinity, temperature, density and zonal velocity, and propose some simple mechanisms responsible for the observed anomalies. Finally, we relate the distribution of these variables to fluorescence.

## **ORIGIN AND FATE OF UPWELLED WATERS IN THE CANARY UPWELLING AS DETERMINED THROUGH NUMERICAL FLOAT EXPERIMENTS**

Mason E<sup>1</sup>, Colas F<sup>2</sup>, Pelegrí JL<sup>1</sup>

Institut de Ciències del Mar, ICM-CSIC, Barcelona

IGPP, UCLA

The Canary Upwelling System (CUS) off northwest Africa forms one of the four major eastern boundary upwellings of the world ocean. The region is highly productive and supports an important fishing industry.

At the surface, the upwelling is manifest as a narrow band of relatively cool water at the coast, whose offshore boundary frequently extends into the open ocean in the form of filaments and eddies. Whilst these observed features and their seasonality are well described in the literature, rather little is known about the source waters that feed into the upwelling at depth, and their fate once at the surface.

Numerical float experiments are carried out utilising 3-dimensional velocity fields from a high-resolution numerical model simulation of the northeast Atlantic. Floats are released on the shelf region off northwest Africa.

Both 'forwards' and 'backwards' runs are performed to determine the possible pathways of water parcels that traverse the CUS.

## **ESTIMACIÓN DE LOS FLUJOS DIFUSIVOS VERTICALES DE NUTRIENTES EN ESTRUCTURAS MESOESCALARES EN EL ENTORNO OCEANOGRÁFICO DEL ARCHIPIÉLAGO CANARIO**

Arcos-Pulido M<sup>1</sup>, Rodríguez-Santana A<sup>1</sup>, de Armas D<sup>2</sup>, Machín F<sup>1</sup>, Martínez-Marrero A<sup>1</sup>, Escanez J<sup>2</sup>, Fraile-Nuez E<sup>2</sup>, Hernández-Guerra A<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

<sup>2</sup>IEO, Centro Oceanográfico de Tenerife

En las últimas décadas, se ha evidenciado que los fenómenos recurrentes de convergencia/divergencia causados por remolinos oceánicos se constituyen en un mecanismo eficiente de transferencia de nutrientes y materia orgánica a escala local.

A partir de los datos obtenidos en 70 estaciones hidrográficas, durante la campaña oceanográfica BIOCAN'98 en el marco del Proyecto Europeo CANIGO (Canary Island–Azores Gibraltar Observations), se analiza la distribución de las masas de agua y los flujos difusivos verticales de nutrientes ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$  y  $\text{SiO}_4$ ) en el campo de remolinos oceánicos mesoescalares detectado al suroeste de la isla de La Palma. Los efectos de los procesos de mezcla inducidos por la actividad mesoescalar se manifiestan claramente de acuerdo con las características físicas de las estructuras identificadas.

Se espera proyectar los resultados obtenidos hacia la cuantificación del impacto real sobre la productividad biológica de la zona y, como contribución última de este trabajo, a la investigación sobre modelos de acoplamiento físico-biológico.

## A NEW VIEW OF THE BRANSFIELD CURRENT

Hernández-Arencibia M<sup>1</sup>, Stegner A<sup>2,3</sup>, Marrero-Díaz A<sup>1</sup>, Sangrà P<sup>1</sup>, Aguiar-González B<sup>1</sup>, Salinas Núñez C<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

<sup>2</sup>Laboratoire de Météorologie Dynamique, IPSL, Paris

<sup>3</sup>Unité de Mécanique (UME), ENSTA, Palaiseau, France

The Bransfield Strait is located between the South Shetland Islands and the Antarctic Peninsula and it can be considered as a transition zone. The relatively salty and cold water in Bransfield Strait comes from the Weddell Sea, flows westwards and is named as Transitional Zonal Water with Weddell Sea influence (TWW).

On the other hand, the water mass which has its origin at the Bellingshausen Sea (relatively warm and fresh) flows northeastwards forming the Bransfield Current and is called as Transitional Zonal Water with Bellingshausen Sea influence (TBW). We assumed here that the Bransfield current is mainly driven by the large amount of light water from the Bellingshausen Sea (TBW).

We used a simplified two-layer configuration initially separated by a lock gate in a rectangular basin to reproduce in laboratory the dynamical interactions between a surface light water and a deep dense water. Unlike standard experiments on rotating gravity current which study the transient propagation this study focused on the quasi-steady coastal circulation.

In comparison with the in-situ measurements of CIEMAR and BREDDIES surveys we fixed the dimensionless parameters of the idealized laboratory model to satisfy the similarity conditions.

Non intrusive techniques were used, laser induced fluorescence (LIF) and particle image velocimetry (PIV), in order to quantify the edge front geometry and the surface velocity field. The first results showed that the dimensionless width  $W_f/R_d$ , where  $R_d$  is the baroclinic deformation radius, and the Rossby number  $Ro$  of the laboratory coastal gravity current were in good agreement with the in-situ measurements of the Bransfield Current.

A more realistic laboratory model, taking into account the shelf slope, the submarine seals and/or the bottom bathymetry of the strait is also presented.

## **VARIABILITY OF THE NORTH BRAZIL CURRENT AND AMAZON RIVER PLUME DURING APRIL- MAY 2010 AS DETERMINED FROM REMOTE SENSING AND IN SITU ABSORPTION CDOM**

De La Fuente P, Talone M, Romera-Castillo C, Marrasé C, Pelegrí JL

Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

The comparison of satellite ocean colour image studies and hydrographic data has shown a significant relationship between Sea Surface Salinity (SSS) and the absorption coefficient for dissolved and detritus materials from river discharge in coastal regions. Here, we use this relationship to identify the signal of the Amazon River plume.

We collected water samples from the MOC2-Equatorial oceanographic cruise (April-May 2010) to determine the Chromophoric Dissolved Organic Matter (CDOM) gradients in the Equatorial Atlantic Ocean, in a region located from 5°S to 10°N and from 55 to 40°W. These values, together with SSS and Sea Surface Temperature (SST) data, indicate that the Amazon River plume travels long distances from the river mouth (near the Equator) until reaching these latitudes. We find, as expected, that low salinity surface waters influenced by the Amazon plume were also rich in CDOM.

The temperature, salinity and CDOM distributions give us hints on the dynamics of the North Brazil Current (NBC) during the April-May period.

During early spring there is maximum Amazon River discharge but the NE winds dominate, apparently increasing the residence time of the plume near the river's mouth and slowing down the north-westward river plume transport.

During late spring and summer the Intertropical Convergence Zone moves north, so the winds turn to the SE and the northward transport of the NBC increases. This is probably the time when takes place maximum spread into the Caribbean region, before the NBC begins its retroflexion in late summer.

**PROCESOS A  
GRAN ESCALA  
S4  
RESÚMENES**



## THE SOUTH ATLANTIC AND THE MERIDIONAL OVERTURNING CIRCULATION

Garzoli S

Physical Oceanography Division, NOAA/AOML, Miami, Florida, USA

The presentation will discuss the contribution of the South Atlantic circulation to the variability of the Meridional Overturning Circulation (MOC).

The South Atlantic connects the North Atlantic to the Indian and Pacific Oceans and as such it is the conduit through which the outflow of North Atlantic Deep Water (NADW) is compensated by a northward inflow of upper and intermediate waters. This circulation pattern in which cold waters flow poleward and warm waters equatorward generates a distinct heat flux that is directed from the poles towards the equator.

Observations and models indicate that the South Atlantic is not just a passive conduit but that its circulation influences significantly the water mass structure of the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC). These transformations occur across the whole basin but are most intensified in regions of high mesoscale variability.

Models and observations also show that the South Atlantic plays a significant role in the establishment of oceanic teleconnections. Anomalies generated in the Southern Ocean, for example, are transmitted through inter-ocean exchanges to the northern basins.

Results from calculations of the meridional heat transport at nominally 35°S and its correlation with the MOC will also be presented.

## EKMAN TRANSPORT DIVERGENCE IN THE EQUATORIAL ATLANTIC OCEAN

Castellanos P, Pelegrí J L, Rosell Fieschi M  
Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

We use wind stress data, as obtained from the QuikSCAT/SeaWinds Scatterometer, to calculate the monthly Ekman meridional transports across  $3.75^{\circ}\text{N}$  and  $3.75^{\circ}\text{S}$  during a 10 years period, from 1999 to 2009.

These transports are first employed to calculate the meridional divergence at different longitudes all across the ocean and then added up (starting from the African coast) to compute the cumulative transports. This cumulative divergent transport shows up to be comparable in size to the water transport by the Equatorial Undercurrent (EUC).

This result emphasizes the large-scale coupling between the equatorial easterlies and the ocean response: the winds build up pressure at the western margin, which is the origin of the EUC, and accommodate this zonal flow through the meridional Ekman divergence, the fate of the EUC. Our results also reveal substantial seasonal variability related to the meridional displacement of the Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ). The ITCZ attains its northernmost position in August and September, allowing southern high pressures at about  $32^{\circ}\text{W}$  to enter the Equatorial region. This in turn intensifies the winds along the Brazilian coast, increasing sea water inflow through the North Brazil Current along the occidental Atlantic margin.

## ZONAL JETS IN THE ATLANTIC OCEAN AS INFERRED FROM CRUISE DATA AND TRAJECTORIES OF ARGO DRIFTERS

Rosell Fieschi M, Pelegrí J L, Peña-Izquierdo J, Castellanos P, De la Fuente P, Emelianov M, Gasser M, Gourrion J, Mason E, Salvador J, Talone M  
Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

We describe the structure and transport by the upper North Brazil Current (NBC), from the surface down to 500 meter, on the basis of the analysis of the data collected during the MOC2-Equatorial oceanographic cruise (April-May 2010).

Three sections perpendicular to the coast, from the deep ocean to the continental slope, allow us to study the variation of the NBC along its way to the northern hemisphere.

The southern section (5°S) is 300 nautical miles long while the central (0°) and northern transects are about 200 nautical miles each. These data is completed and compared with the ship's Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) data, trajectories from several instrumented subsurface drifters dragged at 100 m, sea surface height altimetry data, sea surface pressure, surface winds, conductivity-temperature-depth profiles and velocities inferred from ARGO buoys' trajectories, and the output from the SODA numerical model.

Our results show that the interaction of the NBC with the equatorial zonal jets has great influence on the meridional changes in the NBC northward water transport.

We also use ocean colour images to explore the interaction between the NBC and the Amazon River plume, which contributes to the NBC retroflexion. Finally, we use an ADCP section over the continental platform near our northernmost section, together with data coming from one of the subsurface drifters, to estimate what fraction of the NBC flows over the continental platform.

## ESTIMAS DE TRANSPORTE DE MASAS DE AGUA EN LA REGIÓN CAIBEX (NE ATLÁNTICO) MEDIANTE MODELO INVERSO

Carracedo LI, Gilcoto M, Pérez FF

Instituto de Investigaciones Marinas (IIM-CSIC), Vigo

Durante la campaña CAIBOX, integrada dentro del Proyecto CAIBEX (Intercambio plataforma-océano en el ecosistema de las Islas Canarias-Península Ibérica) y llevada a cabo del 25 de Julio al 14 de Agosto de 2009 a bordo del B/O Sarmiento de Gamboa, se realizaron tres transectos consecutivos (zonal, meridional y transversal) conformando una caja al Oeste del Estrecho de Gibraltar.

En cada una de las secciones, formadas por una serie de estaciones de muestreo, se tomaron muestras de agua a diferentes profundidades con una roseta de botellas Niskin con CTD incorporado, que a su vez registraron datos hidrográficos en la columna de agua. Partiendo de estos datos, y como objetivo general del presente trabajo, se aplicó un modelo inverso con el fin de estudiar la circulación a gran escala y el balance de flujos de masas de agua en la región Cuenca Ibérica-Azores-Madeira-Canarias-Estrecho de Gibraltar (30-41.5°N, 10-20°W).

El modelo integra datos hidrográficos de la campaña (cuasi-estacionarios) y estimas *a priori* de velocidad geostrófica a un nivel de referencia con el conocimiento teórico previo (ecuaciones de viento térmico y de conservación del volumen, masa, sal y energía). Como constricciones al modelo se requiere una estricta conservación de la masa, salinidad y calor en las capas definidas por las superficies neutras.

El estudio de la circulación en esta región resulta de gran interés debido al intercambio entre el Mar Mediterráneo y el océano Atlántico y, en concreto, al aporte de Agua Mediterránea (MW). Su elevada salinidad hace de esta masa de agua uno de los factores clave en la circulación termohalina del Océano Atlántico Norte y, en último término, en la circulación termohalina global.

## VARIABILIDAD DE LAS MASAS DE AGUA EN LA SECCIÓN 43°N, FRENTE A CABO FINISTERRE

Prieto Bravo E, González-Pola C, Lavín A

Instituto Español de Oceanografía, Gijón, España

Instituto Español de Oceanografía, Santander, España

En este estudio se presentan los cambios observados en las masas de agua y en toda la columna de agua en una sección hidrográfica zonal al Oeste de Cabo Finisterre (43°N) entre 2003 y 2010. Los muestreos se han llevado a cabo en el marco de los proyectos VACLAN y COVACLAN (en español, Variabilidad CLimática en el Atlántico Nordeste). El proyecto, destinado al mantenimiento de un sistema observacional oceánico en el margen Ibérico Noroeste y Golfo de Vizcaya, dispone de una amplia base de datos abastecida por la repetición de secciones oceanográficas profundas desde 2003, con campañas semestrales: una en invierno y otra en verano. El estudio revela que existe una marcada estacionalidad en temperatura potencial, salinidad y profundidad de las isopicnas en toda la columna de agua y a lo largo de toda la sección, aunque con diferencias entre la zona de talud y el océano abierto. Se han analizado los cambios en superficies isopicnas con el fin de desacoplar las dos causas principales de los cambios isobáricos: cambio isopicno (señal de variaciones en las propiedades termohalinas de las masas de agua) y cambio debido al heave o desplazamiento isopicno (señal de variaciones en la circulación o en las tasas de renovación), permitiéndonos conocer el tipo de cambio que ha tenido lugar en toda la columna de agua ( $\gamma^n = 27\text{-}28 \text{ kg/m}^3$ ). Los resultados muestran en general variaciones progresivas y coherentes entre campañas en la mayoría de los niveles y propiedades del agua, aunque también se observan algunos cambios bruscos. Se discuten los cambios en función de los patrones de circulación de las distintas masas de agua.

## **HOMOGENIZATION OF POTENTIAL VORTICITY IN THE EASTERN REGION OF THE NORTH ATLANTIC SUBTROPICAL GYRE. A MODELLING APPROACH**

Laiz I<sup>1</sup>, Mason E<sup>2</sup>, Pelegrí JL<sup>2</sup>, Sangrà P<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía-CSIC, Puerto Real

<sup>2</sup>Institut de Ciències del Mar, ICM-CSIC, Barcelona

<sup>3</sup>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de G. C.

The eastern region of the North Atlantic subtropical gyre is an upwelling favorable region characterized by an intense quasi-permanent southward flowing coastal jet that is fed by the eastern branch of the Canary Current and provides the eastern boundary condition for the interior flow. This boundary drainage was numerically specified for a very simple one-layer quasigeostrophic model through modified eastern boundary conditions, specifically by allowing a meridional band of near-constant potential vorticity (PV) near the coast.

The existence of such a constant PV meridional band implies the generation of negative relative vorticity at the eastern boundary, as if induced by the horizontal shear associated to the system of coastal currents, and allows the interior water to exit the numerical domain at the eastern boundary in reasonable agreement with observations.

Climatological simulations with a high-resolution regional ocean circulation model for the Canary Basin confirm the existence of a narrow band of high anticyclonic relative vorticity along the Northwest African coast, which increases towards the south, and is responsible for the creation of a meridional band of near-constant PV. The model is used to illustrate the PV homogenization process at several depths along this coastal band and to compute those terms that affect the vorticity balance of water parcels moving south.

## INDIAN OCEAN CROSS-EQUATORIAL FLOW

Pérez-Hernández MD<sup>1</sup>, Hernández-Guerra A<sup>1</sup>, Joyce T<sup>2</sup>, Vélez-Belchí P<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

<sup>2</sup>Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, USA.

<sup>3</sup>Instituto Español de Oceanografía, Santa Cruz de Tenerife, España

Meridional velocity at the equator is calculated using Argo data and wind stress to determine the existence of a cross-equatorial flow in the Indian Ocean.

Argo profiles from 2003 to 2009 are used to determine it in the three 'seasonal' periods of the Indian Ocean: Winter Monsoon (December-March), transitional periods (April-May and October-November) and Summer Monsoon (June-September).

## DYNAMICS OF THE COASTAL TRANSITION ZONE OFF CHILE

Llanillo PJ<sup>1,2</sup>, Pelegrí JL<sup>1,2</sup>, Gourrion J<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias del Mar, ICM-CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>Laboratorio Internacional en Cambio Global, CSIC

<sup>3</sup>SMOS-Barcelona Expert Centre (SMOS-BEC), ICM-CSIC

The Humboldt-09 cruise was carried out on board the R/V Hespérides in March 2009, spanning a region about 100 km from the slope between 44 and 23°S.

During the cruise we did 22 Conductivity-Temperature-Depth (CTD) stations down to 1400 m, where dissolved oxygen and inorganic nutrient measurements were taken, and launched 23 expendable bathythermographs (XBTs) down to 800 m. Simultaneously, the ship-onboard Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) instrument sampled the current field in the top 500 m of the water column.

Here we combine these data with (a) simultaneous wind-stress data, (b) simultaneous CTD data from ARGO profilers in the region, (c) AVISO altimetry data and (d) climatological data, in order to examine the circulation patterns and transports in the coastal transition zone off Chile. The ship data allows us to have a close look at the recirculation patterns in the coastal transition zone off Chile.

In particular we use the available data to estimate the wind and geostrophic contributions to the meridional and zonal recirculation cells, and compute the integrated meridional and zonal water-mass and nutrient transports.

## **FUENTE DE NUTRIENTES EN EL ATLÁNTICO NORTE: CONTRIBUCIÓN DIAPICNA VERSUS ISOPICNA**

Machín F<sup>1</sup>, Pelegrí JL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria

<sup>2</sup>Institut de Ciències del Mar, Barcelona, España

La disponibilidad de nutrientes en los estratos de la termoclina superior (densidad potencial entre 26.5 y 27.1) del Atlántico Norte determina el desarrollo de los estratos más elementales de la cadena trófica, con el consiguiente impacto en todo el sistema.

Diferentes autores han documentado diversas hipótesis en las que proponen que los nutrientes que alcanzan la termoclina superior del Atlántico Norte tienen su origen bien por advección isopicna de aguas localizadas al sur o bien por advección diapicna de aguas a mayor profundidad.

En el presente trabajo aplicamos la metodología de modelos inversos para tratar de cuantificar la importancia relativa de ambas contribuciones. En este sentido, seleccionamos varias secciones de datos históricos de la segunda mitad del siglo XX con las que realizamos un balance de masa, sal, calor y nutrientes en sus bordes, considerando además que pueden darse procesos diapicnos en su interior. Los procesos diapicnos son parametrizados siguiendo diferentes esquemas, lo que permite hacer un análisis de la sensibilidad de la metodología inversa utilizada.

Los resultados obtenidos muestran cuál esquema de advección diapicna es el más consistente con la conservación de propiedades en el volumen cerrado, y permiten concluir sobre la importancia relativa de la advección isopicna o diapicna de nutrientes.

## MERIDIONAL HEAT TRANSPORT IN THE ATLANTIC OCEAN AS DEDUCED FROM XBT OPPORTUNITY LINES

Talone M<sup>1,2,3</sup>, Rosell M<sup>1</sup>, Pelegrí JL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>Remote Sensing Laboratory, Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona

<sup>3</sup>SMOS-Barcelona Expert Centre (SMOS-BEC), ICM-CSIC

Expendable bathythermographs (XBTs) have been used by oceanographers for many years to gather sea temperature profiles down to depths of 2000 meters. A large amount of XBT data has been and is currently collected by the U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) through the Shipboard Environmental data Acquisition System (SEAS) program.

However, the lack of information on the corresponding salinity profiles largely limits its utility.

In this study a large set of XBT data from the NOAA's SEAS database is analyzed. Salinity profiles are inferred on the basis of a T-S interpolation from two different databases (Hydrobase and WOA) and the resulting fields are compared to climatology. The temperature and salinity fields lead to density, from which the geostrophic velocities are calculated. The method is applied to calculate meridional transports of water mass and heat in the Atlantic Ocean.

## MERIDIONAL TRANSPORT OF WATER MASS AND OTHER PROPERTIES IN THE ATLANTIC OCEAN AT 7.5°N

Pelegrí JL<sup>1</sup>, Benítez V<sup>1</sup>, Peña, J<sup>1</sup>, Emelianov M<sup>1</sup>, Rosell M<sup>1</sup>, Talone M<sup>1</sup>, Machín F<sup>2</sup>, Rodríguez-Santana A<sup>2</sup>, Hernández A<sup>2</sup>, Escánez J<sup>3</sup>, Fraile E<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut de Ciències del Mar, ICM-CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>Universidad de Las Palmas de G. C., Las Palmas de G. C.

<sup>3</sup>Centro Oceanográfico de Canarias, I.E.O., Santa Cruz de Tenerife

In April-May 2010 the BIO Hespérides carried out a transatlantic section along 7.5°N. The hydrographic stations had a spatial resolution of half a degree in the western Atlantic, until the Mid-Atlantic Ridge, and about one degree in the eastern margin.

In the eastern Atlantic, 2000-m expendable bathythermographs (XBTs) were launched to improve the resolution, and in both ocean lateral boundaries the resolution was substantially improved, up to 10 nm over the slope. The hydrographic stations included a conductivity-temperature-depth (CTD) probe with temperature, salinity, pressure, fluorescence, and dissolved oxygen continuous measurements, and a Rosette with 12 litre Niskin bottles to take water samples at standard depths, used for several analyses, including inorganic nutrient measurements and oxygen-salinity calibration. Additionally, the upper-ocean velocities were directly measured with the ship-mounted Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) down to about 500 m with good quality data, and the velocities at all depths were obtained with a Lowered-ADCP (L-ADCP) that was deployed with the Rosette-CTD system.

Here we report on the spatial distribution of these properties and present a preliminary distribution of the velocity and property fluxes. The measured velocity field is also reconstructed from the density field using an inverse geostrophic model with wind-induced Ekman transport in the surface mixed layer and a reference velocity, so that the adjustment to the ADCP and L-ADCP measurements is maximized.

This allows us to determine the baroclinic, barotropic and wind-induced velocity contributions. The property fluxes are finally calculated simply as the product of velocity and property concentration.

## **NEW VERSUS OLD VARIETIES OF SACW IN THE CAPE VERDE FRONTAL REGION**

Peña-Izquierdo J, Pastor MV, Pelegrí JL, Emelianov M  
Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

The region south of the Cape Verde Frontal Zone (CVFZ) is known as the “shadow zone” of the North Atlantic Subtropical Gyre, as it is not reached by central waters of northern origin and the dominant flow pattern is thought to be recirculation around the Guinea Dome. North of the front, newly subducted North Atlantic Central Water (NACW) flows southwestward within the eastern boundary current system before turning west as the North Equatorial Current, while south of the front quasi-stagnant and old South Atlantic Central Water (SACW) occupies the upper thermocline. T/S diagrams from historical observations east of Cape Verde Islands actually show the co-existence of this older SACW with a fresher and more oxygenated variety at subsurface depths, between 150 and 300 m. This new variety has characteristics much closer to tropical waters southwest of the Guinea Dome. During the CANOA08 cruise, carried out in November 2008 on board the R/V Sarmiento de Gamboa, we took Conductivity-Temperature-Depth-Oxygen and Lowered-Acoustic Doppler Current Profiler measurements in the CVFZ region which show the northward penetration of this relatively fresh and oxygenated SACW variety. We use these data, together with data from a transatlantic section along 7.5°N obtained during a May 2010 R/V Hesperides cruise, to show that the western tropical Atlantic is the probable origin of this SACW variety, likely advected by the North Equatorial Counter Current into the eastern Tropical North Atlantic. This water mass shows oxygen values higher than the predominant waters in the shadow zone, so its penetration seems to be an essential mechanism for tropical ventilation and oxygen supply to the region.

## CHANGES IN THE TROPICAL PACIFIC BACKGROUND STATE AND LA NIÑA DEVELOPMENT FROM ATLANTIC REMOTE INFLUENCE

Martín M<sup>1</sup>, Polo I<sup>1</sup>, Rodríguez-Fonseca<sup>1</sup>, García-Serrano J<sup>1</sup>, Losada T<sup>1</sup>, Mohino E<sup>1</sup>, Mechoso CR<sup>2</sup>, Kucharski F<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad CC Físicas, UCM, Geophysics and Meteorology, Madrid, Spain

<sup>2</sup>Dept. of Atmospheric and Oceanic Sci., University of California Los Angeles, Los Angeles, USA

<sup>3</sup>International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy

The Pacific basin have suffered the so-called “*climate shift*” from the 70s, which has implied important changes in the subtropical and mid-latitudes but also important and still unresolved consequences within the Tropics and thus in ENSO phenomenon.

Recent studies have found how, since the 70’s, the summer Atlantic Niño is able to alter the dynamics of the central and eastern Pacific via anomalous Walker circulation, favouring the development of a Pacific La Niña during the next winter (Rodríguez-Fonseca et al., 2009).

Here, we investigate the change in the background state in the Tropical Pacific and therefore ENSO variability before and after the climate shift. This is done considering upper ocean dataset from an oceanic Reanalysis for the period 1958-2001.

The mechanisms at work in the development of Pacific La Niña from the disruption of the system due to Atlantic influence in the context of the Pacific basic state are also investigated. We use oceanic reanalysis as well as ensemble integrations with an atmospheric general circulation model coupled in the Indo-Pacific basin to an ocean model and forced in the Atlantic by the observed SSTs in the period 1949-2002.



**OCEANOGRAFÍA**  
**OPERACIONAL**  
**S5**  
**RESÚMENES**



## **OPERATIONAL OCEANOGRAPHY: KEY QUESTION OF DATA, BENEFIT OF REANALYSIS**

Hernandez F<sup>1</sup>, Drévilion M<sup>2</sup>, Ferry N<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IRD/Mercator Océan, Toulouse, France

<sup>2</sup>Mercator Océan, Ramonville St Agne, France

Operational ocean forecasting systems strongly rely on available observation in real time. Global and basin scale system are usually using data assimilation, in order to offer a realistic description of ocean dynamics. This is not always the case for regional and coastal models, but they are usually nested with basin/global scale systems, and thus get realistic information through either initial or boundary conditions. Moreover, real time validation of ocean products is becoming a core activity of ocean forecaster: both products and uncertainties are required by the user community.

The first part of this talk addresses the difficulties in gathering data for validation purposes, and describes some standard diagnostics adopted by operational centres these last 5 years, in particular in the framework of European Projects (MERSEA, ECOOP, MyOcean).

In a second part, a particular focus of the benefit of ocean reanalysis is discussed. Ocean reanalysis projects is a recent activity of operational centres, using state-of-art ocean assimilation and modelling tools, in order to provide the most possible realistic and consistent view of the ocean. Hence the GLORYS project, conducted among Mercator Ocean and the French research community, provides already a 2002-2009 eddy-permitting global ocean reanalysis. Assimilation and quality of data are fundamental aspects of a reanalysis, discussed here.

As conclusive examples, results from reanalysis studies in the Tropical Atlantic are presented and discussed.

## **A 4DVAR DATA ASSIMILATION EXPERIMENT: TOWARD A REGIONAL OPERATIONAL SYSTEM**

Renault L<sup>1</sup>, Vizoso G<sup>2</sup>, Zavala J<sup>3</sup>, Garrau B<sup>2</sup>, Bouffard J<sup>2</sup>, Pascual A<sup>2</sup>, Ruiz S<sup>2</sup>, Tintoré J<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>SOCIB, Palma de Mallorca

<sup>2</sup>IMEDEA, (CSIC-UIB), Esporles

<sup>3</sup>Rutgers University, New Jersey, EEUU

Dynamics along the continental slopes are difficult to observe and modelise given the wide spectrum of temporal and spatial variability of physical processes which occur (coastal currents, meanders, eddies, etc).

Studying such complex dynamics requires the development of synergic approaches through the use of integrated observing system. Within the framework of future operational real-time system, we used the Regional Ocean Modeling system (ROMS) with the incremental strong constraint four-dimensional variational data assimilation (IS4DVAR) method to study the circulation and dynamics around the Balearic Islands. In this system we assimilate observations from satellite infrared/radiometry as well as altimetry. However, some altimetric data near the coast was missing, especially due to land contaminations and associated data eliminations. This last issue suggested the need of specific algorithms dedicated to coastal zone applications. As a result of these issues new strategies have been developed (e.g. high frequency along track sampling associated to new filtering and editing techniques, ...).

Assimilation altimetry and SST is promising, allowing to observe coherent general characteristics of the circulation in the Balearic Sea both at surface and for the whole water column. Comparisons with glider measurement show good agreement by characterizing a relatively strong anticyclonic eddy intercepted during the focused month of April 2008.

In a more general framework, we believe that, multi-sensor approaches, combining complementary in-situ and remote sensing, will contribute to a better understanding of physical and multidisciplinary processes over the coastal domain. Multiparameter Assimilation in an operational real-time system can significantly help to quantify changes in coastal systems, to comprehend the mechanisms that regulate them, and to forecast their evolution.

## CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO REGIONAL EN EL SISTEMA DE AFLORAMIENTO IBÉRICO: PROTOCOLO DE VALIDACIÓN

Estrada-Allis SN<sup>1,2</sup>, Rodríguez-Santana A<sup>1</sup>, Caldeira RMA<sup>2</sup>, Sangrá P<sup>1</sup>, Machín F<sup>1</sup>, Couvelard X<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ULPGC, Las Palmas de Gran Canaria

<sup>2</sup> CIIMAR, Universidade do Porto, Portugal

<sup>3</sup> Universidad de Madeira, Madeira, Portugal

La imposibilidad de estudiar los procesos oceánicos en todas sus escalas espacio-temporales al completo y en detalle hace que los modelos numéricos computacionales cobren cada vez más importancia dentro de la comunidad científica, principalmente en lo que respecta al estudio (virtual) de fenómenos oceanográficos observados.

Existe también una clara contribución de estos modelos para la previsión de fenómenos oceanográficos. Para esto es fundamental una correcta validación de dichos modelos.

En este trabajo se pretende dar a conocer un protocolo de validación de un modelo de circulación regional, considerando dos condiciones de contorno, provenientes de dos modelos globales distintos: HYCOM y MERCATOR.

El objetivo principal es decidir cuál de ellos podría ser el mejor forzamiento con vistas al estudio y previsión del afloramiento costero del Margen Ibérico. Entre las herramientas estadísticas utilizadas en este estudio para la correcta validación de los modelos se encuentran los cálculos de RMS, RMSE, MAE, R<sup>2</sup>, medidas de bias y desviaciones estándar aplicados a promedios estacionales de perfiles verticales de temperatura y de salinidad como a sus distribuciones superficiales.

Se utilizaron varias fuentes independientes de datos: boyas ARGO, climatología WOA-95 (WOD-09), satélites (AVHRR, AVISO, QuickSCAT, MICROWAVE-SST-OI), entre otras. Se presentan, así mismo, resultados iniciales de la dinámica del afloramiento del Margen Ibérico.

## **ESTRUCTURA 3D DE LA HIDRODINÁMICA DE MAREA EN LA BAHÍA DE ALGECIRAS. APLICACIONES OPERACIONALES**

López L<sup>1</sup>, González CJ<sup>1</sup>, Álvarez O<sup>1</sup>, Mañanes R<sup>1</sup>, Izquierdo A<sup>2</sup>, Bruno M<sup>1</sup>, Caballero I<sup>1</sup>, Megías B<sup>1</sup>, Gomiz JJ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Cádiz, Puerto Real

<sup>2</sup>Max Planck Institute, Hamburgo, Alemania

La Bahía de Algeciras constituye un dominio físico de especiales características, debido a su configuración morfobatimétrica y su localización geográfica junto a la frontera Este del Estrecho de Gibraltar. Adicionalmente, este dominio se encuentra afectado por un intenso tráfico marítimo de petroleros, junto con la existencia de diversas instalaciones petroquímicas en su costa Norte. Debido a estas circunstancias la zona de la Bahía de Algeciras presenta elevados riesgos potenciales de vertidos de hidrocarburos, cuya propagación en el medio marino depende en gran medida de la hidrodinámica de corrientes de la zona.

Debido a las características de cuerpo de agua semicerrado y su conexión con el Estrecho de Gibraltar, en la Bahía de Algeciras se generan procesos de interacción entre el régimen de corrientes asociado al Estrecho de Gibraltar y las características estacionarias particulares que mantiene la Bahía. Como resultado, la Bahía presenta una dinámica caracterizada por su régimen estratificado asociado a las confluencias de aguas atlántica y mediterránea, que da lugar a sistemas de corrientes contrapuestas asociadas a cada una de estas capas con frecuencias astronómicas. Mediante el modelo 3D de muy alta resolución, no lineal, baroclino y miscible UCA 3D y un amplio conjunto de datos experimentales se analizan estos procesos de la dinámica de marea en la Bahía de Algeciras y su relación con el entorno adyacente. Asimismo, como parte de las características Operacionales del modelo en el marco del Sistema Andaluz de Oceanografía Operacional se presenta la evolución de un supuesto vertido accidental en la zona y su relación con el patrón de corrientes modelado.

## **OPERATIONAL OCEANOGRAPHY APPLIED TO ENVIRONMENTAL HARBOUR MANAGEMENT**

Grifoll M<sup>1</sup>, Jordà G<sup>2</sup>, García Sotillo M<sup>3</sup>, Espino M<sup>1</sup>, Sánchez-Arcilla A<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LIM/UPC, Barcelona

<sup>2</sup>IMEDEA, Mallorca

<sup>3</sup>Puertos del Estado, Madrid

The improvement of water quality in harbour environments is important from ecological, social and economic points of view.

To propose methods to harbours authorities to improve the environmental management are crucial for a sustainable progress of these areas. In this sense, the knowledge of the harbours hydrodynamics is necessary to determine the water renewal patterns and to implement methods to asses the water pollution risk. In this work, we present a set of environmental management products based on operational oceanography.

In this context, to evaluate on near real time the water currents, eventual oil spill trajectories, water renewal and mixing patterns are tools that definitively will improve the environmental management.

In order to achieve realistic evolution of oceanographic variables, a hierarchy of nested models has been implemented for different harbours. Then, a risk assessment method is implemented to identify potentially dangerous activities depending on hydrodynamics. In the presentation, we will show some results of the Bilbao, Tarragona and Barcelona harbours, where the system is implemented in a pre-operational phase.

## APLICACIÓN DE ENSEMBLE KALMAN FILTER EN MODELOS NUMERICOS

Ballabrera J<sup>1</sup>, Mourre B<sup>2</sup>, Kalaroni S<sup>3</sup>, Hoareau N<sup>3</sup>, Umberto M<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UTM, CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>NURC, La Spezia, Italia

<sup>3</sup>Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

Las técnicas de asimilación de datos tienen por objetivo el obtener la mejor combinación posible de: i) las salidas de los modelos numéricos; y ii) las observaciones. Hoy en día existe, en los centros de meteorología y oceanografía operacionales, un amplio debate sobre las ventajas e inconvenientes de los dos métodos paradigmáticos de asimilación de datos: los métodos secuenciales como el Ensemble Kalman Filter (ENKF), y los métodos de variaciones (4D-VAR).

La ventaja de los métodos basados en el ENKF es la capacidad de tener en cuenta los “errores del día”, combinado con su facilidad de implementación. Por el contrario, los métodos 4D-VAR requieren el desarrollo y mantenimiento de el modelo adjunto (el modelo que calcula la evolución temporal de los gradientes del sistema). La ventaja de los métodos 4D-VAR es su capacidad de asimilar conjuntos de observaciones asinópticas (las observaciones se obtienen en instantes diferentes) y su capacidad de generalización. Por otra parte, los métodos basados en el 4D-VAR son los preferidos en la estimación de los parámetros de modelos numéricos.

En esta presentación se introducen los trabajos de asimilación de datos que se están llevando a cabo en el CMIMA/CSIC para la estimación de la circulación en modelos oceánicos utilizando técnicas de ENKF, así como los resultados de la estimación de parámetros en nuestros modelos numéricos a partir de las observaciones. En particular estudiamos en la evolución de la calidad de los valores reconstruidos en función del número de observaciones disponibles, su error, y la variable que está siendo observada. Estos trabajos se realizan en apoyo de la misión SMOS de la ESA (contribución al proyecto MIDAS-5 del PNE) y como contribución al proyecto MYOCEAN del FP7.

## SISTEMA DE OCEANOGRAFÍA OPERACIONAL PARA EL ESTRECHO DE GIBRALTAR Y LA BAHÍA DE ALGECIRAS

Álvarez Fanjul E<sup>1</sup>, de los Santos FJ<sup>2</sup>, García Lafuente J<sup>3</sup>, Carrasco A<sup>2</sup>, García Sotillo M<sup>1</sup>, Gómez Lahóz M<sup>1</sup>, Pérez Gómez B<sup>1</sup>, Ruíz Gil de la Serna MI<sup>1</sup>, Sánchez Garrido JC<sup>3</sup>, Santos Muñoz D<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Puertos del Estado, Madrid

<sup>2</sup>A. P. Algeciras, Algeciras

<sup>3</sup>Universidad de Málaga

El área del Estrecho de Gibraltar y, en particular, para la Bahía de Algeciras, registra unas de las mayores intensidades de tráfico marítimo del planeta, con casi 100.000 buques transitando al año, de los cuales unos 25.000 hacen escala en las aguas e instalaciones administradas por la Autoridad Portuaria. Por otro lado, el Estrecho es una de las zonas del planeta más singulares desde el punto de vista océano-meteorológico. Ante esta realidad, Puertos del Estado y la Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras han puesto en marcha el proyecto SAMPA, cuyo objetivo es crear un sistema de Oceanografía Operacional en la zona.

El proyecto permitirá conocer con más exactitud y antelación las condiciones océano-meteorológicas del Estrecho y la Bahía de Algeciras, así como explorar la dinámica del estrecho. SAMPA consta de 3 módulos principales: a) implantación de un sistema de medición permanente (boyas oceanográficas, estaciones de nivel del mar, estaciones meteorológicas y correntímetros), b) desarrollo de un sistema de predicción basado en modelos numéricos de muy alta resolución (atmósfera, corrientes, oleaje, nivel del mar y trayectoria de vertidos) y c) puesta en marcha de un sistema de alerta temprana basado en la detección de situaciones adversas y la publicación/envío de advertencias a los distintos usuarios de la comunidad portuaria.

Los trabajos del proyecto se desarrollarán durante tres años y contarán con un presupuesto de 1,2 millones de euros, inversión que será asumida entre la Autoridad Portuaria y Puertos del Estado. El nuevo sistema permitirá suplir las carencias que actualmente tiene el Estrecho y la APBA en este campo, y se traducirá en una gestión más eficaz, segura, sostenible y económica de los puertos de la Bahía de Algeciras y de Tarifa.

La Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras se convierte en puerto piloto para la implantación de sistemas avanzados de previsión océano-meteorológica como paso previo a su puesta en servicio en el resto de los puertos españoles.

## DESARROLLO DE UN NUEVO SISTEMA DE PREDICCIÓN OCEÁNICA OPERACIONAL PARA LA ZONA IBI (IBERIA-VIZCAYA-IRLANDA) EN EL MARCO DEL PROYECTO MYOCEAN

García Sotillo M.<sup>1</sup>, Chanut J<sup>2</sup>, Queralt S<sup>1</sup>, Alvarez Fanjul E<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Puertos del Estado, Madrid

<sup>2</sup>Mercator Ocean

MyOcean es un proyecto europeo centrado en la implementación de la iniciativa europea GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) para el asentamiento e integración de los servicios de observación y predicción oceánica en los mares y cuencas Europeas. La información producida en el seno de MyOcean permite describir el estado físico del océano y su ecosistema primario a través de análisis retrospectivos (*hindcast*) y predicciones (tanto *nowcast* como *forecast*). MyOcean, como servicio paralelo, pretende además contribuir a la generación de productos oceánicos de interés climático. Con el fin de desarrollar e implementar los sistemas operacionales necesarios para prestar el servicio descrito (ofreciendo al usuario predicciones de corrientes, salinidad, temperatura y nivel del mar, entre otros), MyOcean integra una red de centros denominados MFCs (Monitoring & Forecasting Centre). Puertos del Estado junto con MERCATOR son responsables del desarrollo y funcionamiento del MFC responsable de dar cobertura a la zona IBI (fachada Atlántica Europea). El sistema de predicción del IBI-MFC estará basado en una aplicación del modelo numérico de predicción oceánica NEMO (*Nucleus for European Modelling of the Ocean*). Este aplicación regional se anida en el modelo global MyOcean, empleando forzamientos atmosféricos procedentes de la predicción del ECMWF (*European Centre for Medium-range Weather Forecast*). Actualmente, se está trabajando en el desarrollo de la aplicación NEMO, así como en el diseño e implementación de la arquitectura operacional en tiempo real (incluyendo procedimientos de adquisición, preproceso, catálogo, postproceso, almacenaje, calibración/validación y servicios al usuario) necesaria para ofrecer un servicio de predicción oceanográfico robusto.

En esta contribución se muestran parte del diseño de las estrategias de calibración científica ensayadas en la fase de desarrollo de la Aplicación IBI y en la validación operacional (tanto en tiempo real como en modo diferido) de la misma.

Estos procesos de calibración/validación incluyen las técnicas más actuales de verificación y consistencia, permitiendo validar los productos IBI en diferentes escalas temporales y dominios espaciales por medio del análisis de diferentes parámetros (SST, SSH, color, corrientes, salinidad superficial, etc.). Estas comparaciones se harán tanto con observaciones (fuentes in-situ y teledetección) como con salidas de otros modelos (globales y/o regionales) distribuidos en tiempo real por MyOcean TACs (*Thematic Assembly Centre*) y MFCs.

## OPERATIONAL APPLICATIONS OF COASTAL HIGH-FREQUENCY (HF) RADAR TECHNOLOGY FOR OIL SPILL OPERATIONS

Fernández V<sup>1</sup>, Ferrer MI<sup>1</sup>, Abascal A<sup>2</sup>, Castanedo S<sup>2</sup>, Medina R<sup>2</sup>, Álvarez E<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Qualitas Remos S.A., Madrid

<sup>2</sup>Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, Santander

<sup>3</sup>Puertos del Estado, Madrid

High-frequency (HF) coastal radar is a proven ocean observing technology that can produce, continuously in time, detailed 2D surface velocity maps for large areas (up to 200 km offshore) of coastal ocean. As already shown in previous experiments, the use of real time surface currents obtained from HF radar can play a crucial role for the tracking and trajectory forecasting of oil spills, which need the most accurate possible oceanographic and meteorological data forcing.

In this framework, the project OCTOPOS (*Ocean Technologies for Observing and Prediction of Oil Spills*), funded by the Spanish Ministry of Science and Innovation inside the PSE PROMARES (*Protección medioambiental de la costa y del medio marino*), aims to take advantage and explore the capabilities of the growing HF radar systems as an unique source of surface velocity data to force trajectory models for forecasting and backtracking of oil spills.

In this presentation we will show some preliminary results of the performance of a trajectory model (TESEO) when forced with processed and gap-free surface currents obtained from HF radar both for backtracking and prediction of the most probable trajectories followed by an oil spill. We will use processed velocity data from two HF radar systems having different characteristics: a high-resolution Bay of Vigo system and the Atlantic coast off Galicia long-range system.

## **COASTAL HF RADAR FOR OPERATIONAL SURFACE CURRENT MONITORING AND MODEL VALIDATION IN THE SE BAY OF BISCAY**

Mader J<sup>1</sup>, Rubio A<sup>1</sup>, Fernández V<sup>2</sup>, González M<sup>1</sup>, Tarafa N<sup>2</sup>, Fontán A<sup>1</sup>, Ferrer L<sup>1</sup>

<sup>1</sup>AZTI-Tecnalia, Pasaia

<sup>2</sup>Qualitas Remos, Madrid

At the SE Bay of Biscay, a marine observational system provides multiparametric information about high temporal resolution atmospheric and oceanographic variables at the continental shelf and slope.

The in-situ observational system is formed by: 6 coastal stations, 2 deep sea buoys (located over the slope between 450 and 550 m depth) and a coastal high-frequency (HF) radar network. The HF radar installation consists of two 5Mhz long range antennas located at the Spanish coast covering 200 km in range. Operational since the beginning of 2009, it provides systematic hourly measurements of the surface current field in real-time on a horizontal uniform grid with 6 km by 6 km horizontal resolution, which are invaluable for operational oceanography purposes. With the twofold objective of assessing HF radar measurements accuracy and giving an insight to the surface circulation patterns at the SE Bay of Biscay, one year of HF radar surface current data are analysed in combination with simultaneous current data from other available in-situ platforms. Moreover, observational data are compared to the simulations for this area obtained using ROMS and high resolution realistic atmospheric forcing.

Model-data comparisons provide some interesting guidelines for the incoming research and improvement of the modelling system.

## **RAIA PROJECT. AN IBERIAN MARGIN OCEAN OBSERVATORY**

Pérez-Muñuzuri V

MeteoGalicia-Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, Santiago de Compostela

Due the economic importance of the activities developed in its coasts (maritime transport, leisure, fishing, aquiculture, marine accidents, etc.) the Iberian Margin demands an integral observation of the ocean.

The Interreg IV-A RAIA project (<http://www.observatorioraia.org>) through the Cooperation program Norte de Portugal - Galicia constitutes a great opportunity to create an Ocean Observatory formed by several members (MeteoGalicia, INTECMAR, IEO, CSIC-IIM, CETMAR, GOFUVI, CIIMAR, INESCP, INEGI, FEUP, IH, Aveiro University, and FCUP). The main Observatory aim is to develop a solid and cross-frontier ocean network, along the Iberian Margin, based on monitoring, by development of new oceanographic-meteorological platforms, and forecast of the ocean environment, through the use of numerical models.

The main goals of the project are:

Development of new technologies that will allow construction, completion and consolidation of cross-frontier ocean observation. Five buoys will be deployed, three in Rias Baixas (Ons Island, Miño mouth and Silleiro Cape) and two in Portuguese coast (in front of Douro mouth at two different depths)

Adapt and validate operational ocean models to reproduce the regional ocean dynamics. ROMS model, with 0.02° resolution, was selected for this purpose.

Establish an interoperability platform to disseminate all the collected data. This platform will achieve three important issues: First, it will be oriented to provide web services based on Inspire Directive and OGC services. Second, it will develop the capability of merge several heterogeneous sources (mooring buoys, CTD profiles, HF radar fields, models outputs,...), and third, it will be an user-friendly tool since it will provide services to public/private institutions in order to assure the future sustainability of the network.

Develop a management model for the cross-frontier ocean observatory.

Develop and implement a wide range of products for end users (current and mixing predictions, spill propagation models, larval dispersion models, sea state prediction, water quality forecasting).

Operational oceanography of the Atlantic coast of the Iberian Peninsula is obviously a problem that transcends frontiers. The Ocean Observatory will strength the observational infrastructure along the Iberian margin of the Euro-region, Galicia-Northern Portugal, and will benefit from the establishment of a unified management model.

The operational nature of the institutes involved will guarantee the future sustainability of the observatory, as well as, the availability of data and models to all the other participants, present and future, and to the end users.

## A NEW COASTAL OCEAN OBSERVING AND FORECASTING SYSTEM IN THE BALEARIC ISLANDS

Tintoré J<sup>1,2</sup>, TMOOS IMEDEA team, SOCIB team

<sup>1</sup>SOCIB, Palma; <sup>2</sup>IMEDEA (CSIC-UIB)

SOCIB is a multi-platform distributed and integrated facility that will provide streams of oceanographic data and modelling services in support to operational oceanography in the Balearic Islands in a European and international frame, therefore also contributing to the needs of marine and coastal research in a global change context. Basic principles are: scientific and technological excellence through peer review; science, technology and society driven objectives; support to R&D activities in the Balearic Islands (existing and new ones); integration, coordinated multiplatform, multidisciplinary and sustained monitoring, partnership between institutions; free, open and quality controlled data streams; baseline data in adherence to community standards. SOCIB objectives are driven by state of the art international scientific and technological priorities but also, by specific interests from the Spanish and Balearic Islands society. The general objective is to address and respond to scientific, technological and strategic challenges for operational oceanography in the coastal ocean contributing to the consolidation of a well structured centre of excellence (UIB, IEO, CSIC, AEMET among others). Five specific objectives have been also identified: Scientific, Technological, Strategic (response to society needs), Transfer of Knowledge (including Outreach and Education) and Training and Mobility. On a long term, our vision is to advance on the understanding of physical and multidisciplinary processes and their non linear interactions, to detect and quantify changes in coastal systems, to understand the mechanisms that regulate them and to forecast their evolution and or adaptation under different IPCC scenarios. SOCIB will specifically address the preservation and restoration of the coastal zone and its biodiversity, the analysis of its vulnerability under global change and consider new approaches, such as connectivity studies and MPA's optimal design to advance and progressively establish a more science based sustainable management of coastal areas. SOCIB will be composed of three major subsystems: (1) an observing sub-system, (2) a forecasting sub-system and (3) a data management, visualization and dissemination sub-system. SOCIB components will be constituted by a sustained, spatially distributed, heterogeneous, potentially relocatable and dynamically adaptive observing network that will be integrated through data management and numerical methodologies to exploit the synergies between both the observational network (moorings network, surface velocity drifters, ARGO profilers, HF radar, gliders, AUV's, R/V's, VOS, etc.) per se and between the observational network and the numerical models (physical-waves and currents at different scales- and biogeochemical coupling) and assimilation tools, with the aim to provide a complete and integrated description of the physical and biogeochemical properties of the marine environment.

SOCIB will have both static and relocatable facilities and is part of the Spanish Large Scale Infrastructure Facilities (ICTS). An international scientific advisory committee will be responsible for the implementation of a peer review evaluation process following the highest quality standards. It is formally a new Consortium with legal entity, with approved funding, up to 36 million Euros from 2009 to 2021.

## **ON REPRODUCIBILITY, IRREPRODUCIBILITY, AND PEER REVIEW**

Barton ED

Dpto. de Oceanografía, Instituto Investigaciones Marinas, IIM-CSIC, Vigo

Reproducibility is a key tenet of the scientific method. An improbable but reproducible result in physical oceanography is used to launch an investigation of the meaning of the term, its relation to the peer review process, and its role in recent scientific controversies. Rules of reproducibility are tentatively suggested and then applied to several case studies.

Evidence is provided that the peer review process itself is not completely reproducible. An apparent lack of conscientiousness on the part of some scientists in regard to the norms for reproducibility of results has led to a number of celebrated scandals in physics and climate research that cast doubt on the basic science involved.

These cases are examined and some salutary conclusions are reached in regard to our own scientific research.

## **RAIA PROJECT. TWO YEARS OF OCEANOGRAPHIC MONITORING AND ITS SCIENTIFIC APPLICATIONS**

Martín Míguez B., RAIA Group  
CETMAR, Vigo, España

RAIA project aims at developing a cross-border oceanographic observatory for the NW coast of the Iberian Peninsula, comprising Galicia and the North of Portugal. This observatory will make a better use of the available observational and modelling resources with a view to increase the knowledge in the region and provide useful products.

Thanks to the project, the observational network has remarkably improved in the last two years: meteorological and oceanographic data are gathered now and transmitted in real time from several points of the Galician coast.

This poster is an overview of the potential scientific applications of all those data. This includes but does not limit to the study of their temporal variability at different time-scales (down to the minute); the study of their spatial variability (in the water column and between Rías); the study of the atmospheric forcing effect on that variability (local response and teleconnections).

Furthermore, data from RAIA project can serve to multiple other purposes when combined with other datasets available in the region: assessing the effect of hydrographic conditions in certain populations with economic interest (shellfish); initialization, validation and improved tuning of ocean and meteorological forecasts or optimised management of the network (sampling strategy, data transmission, maintenance, buoys design).

## RAIA PROJECT. OPERATIONAL IBERIAN MARGIN HYDRODYNAMICAL MODEL

Melo-Costa P, RAIA Group  
MeteoGalicia, Santiago de Compostela

The principal objective of the project is the development of an ocean observatory consisting of a cross frontier infrastructure of ocean observation buoys and oceanographical forecasting models.

In the framework of the project, the Regional Ocean Modeling System (ROMS) is being adapted to the Iberian margin to become operational in the near future. It is a free surface, hydrostatic, primitive equation ocean model (with Boussinesq and hydrostatic approximations) that uses stretched, terrain-following coordinates in the vertical and orthogonal curvilinear coordinates in the horizontal. Model domain approximates the geometry of Northern Iberia, extends approximately south-north along the meridians 13°W and 5.1°W, between 39.1°N to 45.8°N. The grid topography was taken from General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) 30 arc-second, cartography from Oceanographic Spanish Institute and Portuguese Hydrographic Institute.

The model boundary and initial conditions were obtained from Mercator Model with 0.05° of resolution, to achieve that, five steps must be performed:

- 1) Shapiro smoothing is used to accommodate the temperature and salinity gradient.
- 2) Extrapolation using a spring metaphor, assuming springs connect each node with every neighbor.
- 3) Interpolation of the Mercator output to the Northern Galicia grid is achieved by applying 3D field optimal interpolation.
- 4) Temperature and salinity were interpolated to sigma vertical grid using ROMS initial package interpolation routines.
- 5) Finally, when the velocity fields were interpolated from a grid to another it is almost inevitable that due to interpolation errors and differences in bathymetry the integrated 2D velocity field will change, so it's of extremely importance to perform a consistency implementation between the sea surface height field and 2D velocities.

At the present time the model is also forced with tide, wind, heat fluxes, air pressure, temperature and relative humidity from the Weather Research and Forecasting Model running every day in MeteoGalicia with 12 km resolution. Temperature and outflows for Minho, Tambre and Ulla rivers are also included.

Since 27th of January 2010, we have been implementing an operational ocean analysis with 0.02° resolution, meaning that every Wednesday we perform an analysis of the past seven days. Resulting an easy way to compare our results with other models and satellite data. The creation of the operational ocean analysis allow us to perform some statistical calculations, as an example, using 90 days forecast, BIAS parameter show little positive biased (0.4°C - 0.5°C) along the coast, meaning a tendency to overestimate the temperature in this particular region. Furthermore, the mean absolute error is less than 1°C in whole domain, indicating that our ocean predictions are close to reality.

## **RAIA OBSERVATORY: VISUALIZATION OF OCEANOGRAPHIC DATA UNDER INSPIRE DIRECTIVE**

Vila Taboada B, RAIA Group

Tragsatec, Vilaxoán

In May 2007 INSPIRE Directive was approved by the European Parliament and the Council of the European Union. This directive establishes an infrastructure for spatial information in Europe to support Community environmental policies and activities which may have an impact on the environment.

One of the main goals of RAIA Project is to incorporate the requirements defined by INSPIRE, in order to ensure that the spatial data infrastructures collected by the oceanographic observatory for the northwest Iberian Peninsula are compatible and usable at all levels. Through a single interoperable platform, RAIA will allow the public access to the information gathered by the Galician Oceanographic Network.

This access is based on the utilization of interoperable solutions, which fulfil standards shared by all the geographic community. These standards were defined by the Open Geospatial Consortium, Inc (OGC), an international consortium of 401 companies, government agencies and universities, which works on trying to make complex spatial information and services accessible and useful with all kinds of applications. RAIA Project also includes another kind of products that used their own protocols, such as OpenDAP or Thredds. These protocols are widely known and used by the oceanographic community, and because of this thought as necessary for the observatory.

Nowadays, RAIA Project is offering Web Services based on OGC standards, such as WMS (Web Map Service). In the short term, RAIA will also provide spatial information that complies with the specification of other OGC Standards, such as WFS (Web Feature Service) or WCS (Web Coverage Service).

## REAL TIME DATA PROCESING FOR IN SITU AUTONOMOUS OBSERVING PLATFORMS

Garau B.<sup>1</sup>, Casas B<sup>2</sup>, Tintoré J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SOCIB, Palma de Mallorca

<sup>2</sup>IMEDEA, Esporles, España

The field of operational oceanography has several challenges both in numerical modeling and observational systems. The performance obtained from operational numerical models is closely related to the availability of observational data in near real time, either to be assimilated into the models or used for calibration and validation.

Moreover, observation datasets are useful by themselves to evaluate the present state of the region of interest (i.e. harbor management, oil spill, etc.). Due to its importance, in the Balearic Islands, there is an initiative to install and operate and heterogeneous network of observing platforms.

This network is composed by fixed moored platforms, like sea level tide gauges or meteo-oceanographical buoys, and also mobile autonomous platforms, like gliders or AUVs. All these platforms are capable to transmit the collected data in near real time to a data center.

This data center would be responsible of the data management process. The data live-cycle covers in situ data collection, data transmission, data processing, quality control and assessment, and data distribution. This contribution will tackle the different mentioned steps of the data management process, focusing on specific issues of different platforms.

## **SISTEMA MARINO DE ALERTA TEMPRANA, UNA NUEVA HERRAMIENTA PARA LA AYUDA EN LA TOMA DE DECISIONES**

Zaballos JA, Perez S, Alvarez-Fanjul E  
Organismo Público Puertos del Estado

Este trabajo presenta el sistema desarrollado para la detección en tiempo real situaciones de peligro en la costa causadas por fenómenos marinos adversos que puedan afectar a la seguridad en la navegación, actividades costeras u operaciones en los puertos.

Se trata de un servicio basado en la recepción en tiempo real de medidas de distintos parámetros físicos, las cuales permiten generar indicadores de alerta temprana para cada uno de parámetros considerados: oleaje, nivel del mar, oscilaciones de alta frecuencia y efecto combinado oleaje-nivel del mar.

Los indicadores de alerta son de tres tipos, clasificados en función de la gravedad del fenómeno detectado: sin riesgo, riesgo y riesgo extremo y se ofrecen a tres niveles geográficos: estación, autoridad portuaria y zona costera.

La visualización de los avisos en vigor se realiza a través de una página web abierta al público que utiliza la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y está preparado para transmitir dicha información vía SMS. Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto europeo ECOOP.

## PRIMEROS RESULTADOS DE LA BOYA OCÉANO- METEOROLÓGICA AGL

Lavin A<sup>1</sup>, Rodríguez C<sup>1</sup>, Somavilla R<sup>1</sup>, Marcos E<sup>1</sup>, Tel E<sup>2</sup>, Arteché JL<sup>3</sup>, Cano D<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Oceanográfico de Santander, IEO

<sup>2</sup>Instituto Español de Oceanografía, Madrid

<sup>3</sup>Agencia Estatal de Meteorología, Santander

La boya Augusto González de Linares (AGL) fondeada en junio de 2007 en el Golfo de Vizcaya a 22 millas de la costa de Santander, complementa otros sistemas de muestreo a través de barcos oceanográficos o fondeos de correntómetros, que realiza el Instituto Español de Oceanografía en la zona con el objetivo de aumentar el conocimiento del medio marino y su evolución, aportando un carácter operacional y encuadrado dentro de los Programas Coordinados de Observación Global del Océano.

Los primeros resultados obtenidos han permitido establecer los ciclos, a escalas tanto diarias como anuales, de los diferentes parámetros océano-meteorológicos medidos por la boya, así como la detección de sucesos especiales y esporádicos como inusualmente elevadas alturas de ola o aportes de agua dulce, demostrando su valor en localizar procesos que por su escala o características no pueden detectarse con otros sistemas.

Los parámetros atmosféricos medidos son presión atmosférica, temperatura del aire, velocidad y dirección del viento, humedad y recientemente se ha añadido radiación solar, y temperatura del agua, salinidad, oxígeno disuelto, fluorescencia, oleaje direccional y corrientes marinas respecto a variables oceanográficas.

Estos equipos autónomos que realizan medidas horarias durante series largas de tiempo, requieren un esfuerzo considerable para asegurar la fiabilidad de los datos. Por sus especiales características, los sensores ópticos de la boya con lo que se mide la concentración de oxígeno disuelto y fluorescencia necesitan un seguimiento muy preciso, siendo calibrados mensualmente para corregir las desviaciones y cambios que se producen en su respuesta, mediante comparación con muestras analizadas en el laboratorio.

Se presentan ciclos diarios y anuales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila superficiales y corrientes marinas en la capa de mezcla hasta 100 m.

## **LA BOYA AGL: UNA APORTACIÓN A LA OCEANOGRAFÍA OPERACIONAL EN ESPAÑA**

Canó D, Lavin A, Rodríguez C, Somavilla R, Arteche JL, Merino A  
Centro Oceanográfico de Santander, IEO

El proceso de la transmisión de los datos desde la boya océano-meteorológica Augusto González de Linares hasta su publicación en su página web o su envío a Puertos del Estado para la integración de sus datos en el GTS es un proceso complejo que implica la participación de varios sistemas y servicios.

Por un lado participa el satélite, que se utiliza en la transmisión de los datos propiamente dichos. Esta transferencia se realiza de forma horaria y se transmiten más de 50 parámetros; oceanográficos, meteorológicos, químico-biológicos así como sobre el propio estado de la boya.

También participa el satélite en el correcto posicionamiento de la boya, así como en la emisión de alertas caso de que se produjera una deriva. Posteriormente, una vez recibidos y recogidos por el software específico, estos datos han de transformarse para adecuarse a los estándares del Proyecto ESEEO (Establecimiento de un Sistema de Oceanografía Operacional en España), de manera que se integren de forma natural en la red de boyas de Puertos del Estado, para lo que se ha elaborado software que realiza la tarea de forma automática.

Por otro lado, estos datos sufren más transformaciones para ser almacenados y posteriormente visualizados en la página web.

Este proceso, también se ha automatizado, y los datos están disponibles para su visualización poco después de su recepción.

## **APPLICATION OF THE ENSEMBLE KALMAN FILTER FOR SATELLITE ALTIMETRY DATA ASSIMILATION IN THE MEDITERRANEAN SEA**

Jordi A<sup>1</sup>, Wang DP<sup>2</sup>, Basterretxea G<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IMEDEA (UIB-CSIC), Esporles

<sup>2</sup>SoMAS, Stony Brook, NY, USA

The Stony Brook Parallel Ocean Model (sbPOM) is coupled with an Ensemble Kalman Filter (EnKF) method to study the controllability of a high resolution simulation of the Mediterranean Sea through the assimilation of altimetry.

A realistic 12-year run in the Mediterranean Sea based on the Parallel Ocean Program (POP) and forced with a perpetual annual atmospheric forcing is taken to be the 'truth'. Observations of sea level height (SSH) are generated from the last month of the POP simulation on the same data points where satellite altimetry data is provided.

These observations are assimilated in the sbPOM using an initial ensemble constructed from the POP model states at different years. The assimilation experiments use the same lateral boundary conditions as in the POP run, although external forcing fields are randomly perturbed. This methodology allows the quantification of the sbPOM skill in assimilating SSH observations.

Results show that sbPOM is able to control the mesoscale activity in the Mediterranean Sea.

## AN ASSESSMENT OF REALISTIC WINDS FOR THE BALEARIC ISLANDS WAVE FORECAST

Ponce de León Álvarez S<sup>1</sup>, Renault L<sup>2</sup>, Gómez-Pujol L<sup>1</sup>, Vizoso G<sup>1</sup>, Tintoré J<sup>1,2</sup>, Orfila A<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Marine Technologies, Operational Oceanography and Sustainability (TMOOS), IMEDEA (CSIC-UIB), Esporles, Illes Balears

<sup>2</sup>SOCIB, Balearic Islands Coastal Ocean Observing and Forecasting System., Palma, Illes Balears

We have implemented a Third Generation wave model in the Balearic Islands, western Mediterranean, an ideal scenario to study the propagation and forecasting of coastal waves and its relation to local wind conditions, and interactions with swell of different characteristics.

The wave hindcast in the coastal region around Mallorca and Cabrera Islands was assessed. The attention was centred in November 2008, when an important event with strong SW winds generated large swell waves (with significant fetch).

The model results are validated at three different coastal wave buoys locations around the islands. Additionally, the wave model sensitivity to different wind fields was assessed. The wind data sets were divided into two groups according to their spatial resolution.

The first group consists of atmospheric models with relatively coarse resolutions: HIRLAM, WRF and ECMWF with 16, 30 and 25 km, respectively. The second includes atmospheric winds with higher resolution: HIRLAM (5 km) and WRF (6 and 1.5 km).

Results obtained show that high resolution wind forcing is more adequate for wave studies in coastal areas, because the local variability of the wind is specifically included giving rise to model significant wave height (Hs) in agreement with observations in coastal waters. However, at Cabrera the nearest location from the coast (9 km), the mean absolute error for Hs increased when the wave model was forced with the WRF (1.5 km) winds; on the case of strong SW winds episodes, the Hs was overestimated.

**OCEANOGRAFÍA Y  
CLIMA MARÍTIMO  
S6  
RESÚMENES**



## EL OCÉANO Y LA ATMÓSFERA: ALGO MÁS QUE VECINOS

Vilaclara i Ribas E

Servei Meteorològic de Catalunya, Barcelona

La Tierra es el tercer planeta del Sistema Solar, y está envuelto por dos capas fluidas. Por el exterior lo cubre una delgada atmósfera de aire en estado gaseoso, compuesto principalmente por nitrógeno y oxígeno, con una densidad que, cerca de la superficie, es de  $1.29 \text{ kg/m}^3$ . Descansando sobre la tierra sólida hay una nueva capa fluida, en este caso formada por agua (oxígeno e hidrógeno) en fase líquida, que cubre el 70% de la superficie del planeta y tiene una densidad de  $1000 \text{ kg/m}^3$ . A pesar de la gran diferencia de densidades de los dos fluidos y de su distinto estado de fase, ambos tienen comportamientos muy parecidos. Solo hace falta comparar una fotografía de un tornado con una de un remolino marino o una de un tren de olas con una de nubes originadas a sotavento de una cadena de montañas o de una isla, o en la superficie horizontal de separación entre dos masas de aire, para darse cuenta de las semejanzas.

El movimiento de vaivén del aire frío situado bajo una inversión térmica es igual que el del agua en un estanque si éste se hace visible gracias a la formación de nubes y se acelera suficientemente una grabación en vídeo del fenómeno. Igual que un barco deja una estela en el mar, con una zona deprimida justo detrás de la nave, una cadena de montañas deja una estela en el aire a sotavento, con una baja presión y corrientes de reflujo, que incluso pueden ser responsables de nubes y de tormentas como sucede en el centro y norte de Catalunya con situaciones de viento de componente norte.

Océano y atmósfera comparten características y fenómenos como la convección, el gradiente vertical de temperatura, la propagación de perturbaciones en forma de ondas mecánicas, las corrientes transportadoras del calor de los trópicos hacia las zonas polares...

Pero océano y atmósfera no sólo tienen comportamientos parecidos sino que interactúan en su superficie de contacto. El aire en movimiento, es decir el viento, origina las olas por rozamiento. Las pulsaciones de presión de la atmósfera en ciertas situaciones meteorológicas crean perturbaciones de gran longitud de onda en el mar que pueden amplificarse en la costa y originar fenómenos de resonancia como las *rissagues* (Baleares) o *seixes* (Costa Brava). El viento es capaz también de crear corrientes superficiales en el mar que pueden dar lugar a cambios bruscos de temperatura en el agua por afloramiento de aguas profundas, como el *acaecido* el pasado 23 de agosto en *Platja d'Aro*. Los valores claramente distintos entre el calor específico del agua ( $1 \text{ cal/g}$ ) y el del aire o del suelo ( $0.24 \text{ cal/g}$ ) confieren una capacidad calorífica mucho mayor al mar y favorecen su lento enfriamiento en invierno y su lento calentamiento en verano, en comparación con la rápida respuesta de tierra y aire. Este desfase da lugar a contrastes entre la temperatura del mar y la del aire en el otoño mediterráneo, fundamental en el desenca-

denamamiento de tormentas severas en esta época del año. Ese desfase también es el responsable de los suaves inviernos mediterráneos cerca de la costa.

El clima de los distintos lugares del mundo viene enormemente condicionado por su componente continental o marítima, y por la vecindad de un mar frío o cálido. Barcelona y Nueva York están situadas a la misma latitud norte, pero la temperatura en invierno en Nueva York es mucho más baja que en Barcelona. Principalmente porque la metrópoli norteamericana está al lado de un océano abierto y enfriado por la corriente del Labrador, mientras que la capital catalana está a orillas de un mar casi cerrado y rodeado por montañas, que es capaz de calentarse mucho durante el verano y de enfriarse poco en invierno.

Así pues, océano y atmósfera puede que sean algo más que simples vecinos...

## **ESTUDIO DE LA PRESENCIA DE OLAS GIGANTES (FREAK WAVES) EN LAS COSTAS ESPAÑOLAS. APLICACIÓN AL PUERTO DE BARCELONA**

Alonso-Muñoyerro M

Área de Medio Físico, Puertos del Estado, Madrid

Hasta hace pocos años, las olas gigantes (*freak o rouge waves*) fueron consideradas como leyendas o mitos en la comunidad marítima. Los relatos de marineros y los daños en barcos sugerían su existencia, pero la primera evidencia científica de estas olas no llegó hasta el registro de una ola gigante en la plataforma Draupner en el Mar del Norte el 1 de enero de 1995.

En Puertos del Estado se dispone de las series brutas de elevaciones de la superficie del mar medidas por sensores de oleaje en boyas fondeadas en el océano. Gracias a estas series, las olas gigantes pueden ser detectadas y estudiadas estadísticamente. Se pretende en este artículo estudiar la presencia y frecuencia de ocurrencia de las olas gigantes en las costas españolas.

Se han tomado muestras de oleaje de distintas localizaciones en mar abierto (Costa de Galicia, Islas Canarias, Golfo de Cádiz y Mar Mediterráneo) para analizar la posible variabilidad zonal. Se han analizado también las series medidas por dos boyas en el entorno del Puerto de Barcelona.

Se mostrarán ejemplos de olas registradas y se hará un estudio estadístico sobre la frecuencia de las observaciones y su variabilidad a lo largo del año y por umbrales de altura.

## **ANÁLISIS GLOBAL DE LA VARIABILIDAD ESTACIONAL E INTERANUAL DE EXTREMOS DE OLAJE**

Izaguirre C, Menéndez M, Méndez FJ, Losada IJ  
IH Cantabria, Santander

El conocimiento del clima marítimo extremo es esencial, tanto desde el punto de vista socioeconómico como ambiental. La variación espacial y temporal de los extremos de oleaje es una información crucial a la hora de diseñar rutas de barcos, estructuras offshore, fases de construcción de obras...

En este trabajo se estudia la variabilidad espacial y temporal de los extremos de oleaje a lo largo de los océanos utilizando datos instrumentales procedentes de distintas misiones satelitales.

Los datos de satélite son datos fiables y con una buena cobertura espacial y temporal (1992-2010), lo que les hace idóneos para este tipo de análisis. El estudio se ha llevado a cabo utilizando un modelo estadístico de extremos dependiente del tiempo, basado en la función GEV para máximos mensuales.

La variabilidad estacional se ha modelado mediante funciones armónicas (Menéndez et al., 2009) y la variabilidad interanual se explica a través las variaciones atmósfera-océano, representadas por distintos índices climáticos (Izaguirre et al., 2010).

Los resultados muestran la climatología de los eventos extremos de altura de ola significativa donde se pueden ver las variaciones asociadas a distintos fenómenos meteorológicos como tormentas, huracanes, monzones...

En cuanto a los resultados de la variabilidad interanual se puede ver una influencia importante de los índices AO y NAO en el océano Atlántico norte (por ejemplo, la NAO contribuye, en su fase positiva, en hasta 75 cm/unidad de índice al clima marítimo extremal del Atlántico norte), del ENSO en el Pacífico e Índico y del SAM en el océano Antártico.

## **UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL RECURSO SURF; VARIACIONES ESTACIONALES E INTERANUALES**

Espejo A, Reguero BG, Camus P, Losada IJ, Méndez FJ  
IH Cantabria, Santander

El objetivo que se plantea en este trabajo es el de caracterizar espacial y temporalmente las condiciones de surf en los mares y océanos del planeta. El recurso surf está vinculado a unas condiciones singulares del oleaje, tratándose principalmente estados de mar tipo swell con alturas de ola comprendidas dentro de unos rangos determinados. La ocurrencia de eventos de oleaje tipo swell no es homogénea en todos los continentes, y además esta varía estacional e interanualmente. Para dar respuesta a estas cuestiones, se ha desarrollado un modelo estadístico que considera conjuntamente las variables espectrales del oleaje  $H_s$ ,  $T_p$ ,  $\theta_p$ , así como el viento  $W$ ,  $\theta_w$  y calcula el porcentaje de tiempo mensual durante el cual se dan determinados niveles de calidad del oleaje para la práctica del surf.

El modelo está basado en un índice, GSI (Global Swell Index), que evalúa cada variable por separado e integra la información multidimensional que cada una aporta en un solo parámetro. Este índice califica cada estado de mar en una escala de 0 a 10, valores de GSI inferiores a 5 indicarían estados de mar no aptos para el surf, de 5 a 7 indicarían una calidad intermedia (windswells) y superiores a 7, una alta calidad (groundswells). Evaluar el recurso surf mediante un índice que sintetice la información multidimensional del oleaje, permite identificar por medio de modelos de regresión sencillos, la influencia que los patrones climáticos globales o regionales ejercen sobre las condiciones de surf en todo el planeta. Los resultados muestran una fuerte variabilidad espacial de las condiciones de surf, siendo más frecuentes los estados de mar tipo swell en el hemisferio sur durante todos los meses del año.

Por otro lado, los resultados muestran una alta correlación de las variaciones interanuales del recurso con diferentes patrones climáticos, siendo especialmente influyentes a escala global el EP/NP (Eastern Pacific Oscillation) o el SAM (Southern Annular Mode). Otros índices regionales como la NAO (North Atlantic Oscillation), la AO (Arctic Oscillation) o el WP (Western Pacific Index) muestran una clara correlación con las condiciones de surf en el norte de las cuencas del Atlántico y el Pacífico respectivamente.

## HF RADAR OBSERVATIONS OF SURFACE CIRCULATION OFF NORTHERN-CENTRAL CALIFORNIA: WINTERTIME VS SUMMERTIME CONDITIONS

Piedracoba S<sup>1</sup>, Largier JL<sup>2</sup>, Halle C<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IIM-CSIC, Vigo, Spain

<sup>2</sup>BML-UCDavis, Bodega Bay, CA, USA

Hourly surface currents have been observed using three CODAR high-frequency radar (HF Radar) antennas operating at a frequency near 12.5 MHz. In this study we examine the 2-kilometer gridded currents between Points Reyes and Arena during three consecutive winters (2006-2008). Previous large-scale field programs in the region (e.g., CODE, WEST) have focused mainly on summertime conditions and the circulation associated with the strong upwelling favorable winds. In this study multiple drivers of the surface currents in wintertime are examined to show differences with summertime conditions. In wintertime winds are more variable and often from the south. The region is also subject to storms, with associated rainfall and large outflows from San Francisco Bay. Perhaps unsurprisingly, wind appears to be the primary driver of wintertime surface circulation, although the percentage of current variability explained by winds varies across the domain and even between the different wintertime seasons. The percentage explained only by winds is especially high nearshore in winter 2007-2008 (anomalous winter). As expected, in wintertime nearshore coastal currents exhibit a greater tendency for poleward flow than currents farther offshore. We can only have this view of winter circulation from sustained ocean observing system. Residual currents, defined as currents with the wind-correlated part of the flow removed, are compared across winters. Results suggest that large San Francisco Bay outflow events (“storms”) and coastal pressure gradients appear to explain some of the resultant patterns.

## GOS, UN REANÁLISIS DE MAREA METEOROLÓGICA DE 60 AÑOS DE ALTA RESOLUCIÓN PARA EL SUR DE EUROPA

Abascal AJ, Castanedo S, Medina R

Instituto de Hidráulica Ambiental (IH Cantabria), Santander

Actualmente existe un interés creciente en el estudio del nivel del mar y su contribución en los diferentes procesos que afectan a la costa, como la inundación y el aumento del nivel del mar por efecto del cambio climático. Para poder estudiar y caracterizar estos procesos, se necesitan series de larga duración que proporcionen una amplia cobertura espacial y temporal de la variable a estudiar. En este trabajo, se presenta el reanálisis de marea meteorológica de 60 años (1948-2009) de alta resolución, denominado GOS (*Global Ocean Surges*), realizado en el sur de Europa. El reanálisis GOS ha sido realizado con el modelo ROMS (Regional Ocean Model System (ROMS) (Shchepetkin and McWilliams, 2005) y comprende datos de marea meteorológica calculados con una resolución espacial de  $1/8^\circ$  ( $\sim 13$  km) y una resolución temporal horaria. El área de estudio engloba el sur de Europa, desde  $20^\circ\text{W}$  a  $37^\circ\text{W}$  en longitud y desde  $25^\circ\text{N}$  a  $46^\circ\text{N}$  en latitud, incluyendo el mar Mediterráneo y la costa Atlántica Española. El modelo ha sido forzado con datos de viento y presión atmosférica de alta resolución ( $\sim 30$  km) procedentes del *downscaling* dinámico realizado en el marco del proyecto SEAWIND (Fita et al., 2009). Dicho reanálisis utiliza el modelo WRF-ARM forzado con datos del reanálisis NCEP (1948-2009).

La serie de marea meteorológica ha sido validada con datos de mareógrafos procedentes de la red de mareógrafos REDMAR de Puertos del Estado ([www.puertos.es](http://www.puertos.es)) y de la red GLOSS (<http://ilikai.soest.hawaii.edu/uhs/c/data.html>). Las diferencias observadas entre los datos numéricos y los datos medidos se han estimado mediante el cálculo de parámetros estadísticos, como el error cuadrático medio, el coeficiente de correlación y el sesgo. La validación realizada muestra la capacidad del modelo para simular la marea meteorológica, tanto en situaciones medias como en eventos extremos.

Se ha prestado especial atención a los eventos extremos, como la tormenta de Noviembre de 2001 que afectó la cuenca del Mediterráneo, encontrándose una buena correlación entre los datos medidos y modelados. La base de datos GOS presentada en este trabajo, es una herramienta valiosa que puede ser aplicada en diferentes estudios, como en el ámbito de la ingeniería costera o en los estudios de cambio climático.

## **ENSURF: PREDICCIÓN DE NIVEL DEL MAR POR CONJUNTOS. VALIDACIÓN PARA LA ZONA IBIROOS Y MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL**

Pérez B<sup>1</sup>, Alvarez-Fanjul E<sup>1</sup>, García Sotillo M<sup>1</sup>, Brower R<sup>2</sup>, Beckers J<sup>2</sup>, Paradis D<sup>3</sup>, Balseiro C<sup>4</sup>, Lyons K<sup>5</sup>, Cure M<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Puertos del Estado, Madrid

<sup>2</sup>Deltares, Delft, Holanda

<sup>3</sup>MeteoFrance, Toulouse Cedex, Francia

<sup>4</sup>MeteoGalicia, Santiago de Compostela, España

<sup>5</sup>Marine Institute, Rinville, Oranmore, Co. Galway, Irlanda

ENSURF es un sistema de previsión de nivel del mar que utiliza el conjunto de sistemas de previsión con salida de nivel del mar hoy en día operacionales en Europa, así como los datos de mareógrafos en tiempo real, con el fin de:

- Facilitar el acceso a las distintas previsiones existentes para un determinado puerto, así como a la comparación con las medidas en tiempo real (validación), por medio de una herramienta de visualización especialmente diseñada para ello
- Generar mejores previsiones de nivel del mar, incluyendo intervalos de confianza, mediante la Media Bayesiana de Modelos (BMA)

El sistema se ha desarrollado en el contexto del proyecto europeo ECOOP (C.Nº 036355) para las regiones NOOS e IBIROOS, basándose en la herramienta de visualización MATROOS desarrollada por Deltares, y se encuentra operativo en Deltares y Puertos del Estado respectivamente. La Media Bayesiana de Modelos o BMA es una técnica estadística que genera una función de densidad de probabilidad (pdf) total a partir de la media ponderada de las pdf's individuales de cada una de los modelos o previsiones; los pesos asignados a cada modelo representan la probabilidad de que su pdf sea correcta y se determinan y actualizan operacionalmente a partir del análisis del comportamiento del modelo durante un periodo de entrenamiento reciente. Esto implica que la técnica necesita la disponibilidad de datos de nivel del mar de mareógrafos en tiempo real.

En esta presentación se mostrarán los resultados finales de validación de los diferentes modelos y de la BMA en los principales puertos de la zona IBIROOS y en el Mediterráneo Occidental, donde este tipo de sistema de intercambio de datos de modelos se ha puesto en marcha por primera vez. El trabajo ha mostrado su utilidad para identificar problemas importantes en algunos de los modelos de circulación que no habían sido previamente validados con datos de nivel del mar, para determinar las diferencias entre los modelos barotrópicos y baroclínicos para previsión de nivel del mar y para verificar el funcionamiento y mejora de la previsión proporcionada por la BMA.

## **GOW, REANÁLISIS GLOBAL DE OLAJE CON CALIBRADO INSTRUMENTAL**

Reguero BG, Menéndez M, Espejo A, Mínguez R, Méndez FJ, Losada I  
Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, Santander, España

El objetivo del reanálisis “Global Ocean Waves” (GOW) realizado por IH-Cantabria, ha sido obtener una base de datos de reanálisis de oleaje de alta definición espacial y temporal, que proporcione registros numéricos de oleaje de larga duración (1948-actualidad), en cualquier lugar del mundo, y que sean actualizados periódicamente, para su aplicación tanto en la ingeniería de costas y puertos como en la investigación de clima marítimo en general. El modelo numérico utilizado ha sido el modelo WaveWatch III (Tolman 1997, 1999). El forzamiento para el reanálisis global han sido vientos a 10 m de altura, del Centro NCEP/NCAR. El reanálisis GOW se estructura en distintas escalas espaciales. En primer lugar, se ha determinado el oleaje en una malla global (resolución espacial  $1.5^{\circ} \times 1^{\circ}$  y temporal horaria), a la cual se han anidado mallas para el estudio de zonas de detalle con mayor grado de definición (en las islas Canarias y la península ibérica la resolución alcanza  $0.1^{\circ}$ ). Los resultados han sido validados en el litoral español con boyas de la red exterior del OPPE y los resultados en el resto del mundo con boyas de la NOAA, así como con datos de satélite, a lo largo de todo el Globo. Además, se ha calibrado la altura de ola significativa del GOW con datos instrumentales, usando información de altímetros de satélite, para corregir los datos numéricos en cada localización, mediante un modelo de regresión direccional no lineal (la corrección depende de la dirección de procedencia del oleaje).

## **WATER MASS TRANSFORMATION OF THE MEDITERRANEAN OUTFLOW WEST OF GIBRALTAR**

Gasser M<sup>1</sup>, Pelegrí JL<sup>1</sup>, Emelianov M<sup>1</sup>, Peters H<sup>2</sup>, Nash J<sup>3</sup>, García Lafuente J<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut de Ciències del Mar, ICM-CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>Earth and Space Research, Seattle, USA

<sup>3</sup>Oregon State University, Corvallis, USA

<sup>4</sup>Universidad de Málaga, Spain

The Straits of Gibraltar play an important role in the context of the global thermohaline circulation: dense, salty Mediterranean Water (MW) exiting through the straits facilitates the subduction and formation of deep Arctic Basin Waters, which constitute a major component of the North Atlantic Deep Water and the global conveyor belt.

This presentation describes the results of a fifteen-day long cruise realized on July 2009 by the BIO 'García del Cid' in the context of the project "Memory of Climate - Meridional Overturning Circulation" (MOC-MOC) on a 35 by 25 Km region centered at 35.85°N, 6.4°W. The aim of the study is to provide an account of the long-period mass and salinity fluxes west of the Straits of Gibraltar, and the relative importance of mixing, frictional processes, tides, geostrophic adjustment, centrifugal forces and topographic steering.

In order to obtain the general spatial distribution of the temperature and salinity fields five principal transects (22 stations) were realized perpendicular to the assumed path of the Mediterranean Outflow.

A more detailed survey, including yo-yo CTD transects, two moorings and two 24-hour vertical time series, focused on a square box roughly one third of the length of the exterior domain, located at 35.75°N, 6.35°W. In total 418 CTD casts were performed.

Property fields indicate that the trajectory of the MW Outflow is driven by the equilibrium between topographic steering and Coriolis forces. Diapycnal mixing develops as a result of the interplay between tidal currents, hydraulic jumps and internal waves generated in regions with strong bathymetry drops.

## OCEANIC SURFACE CIRCULATION OVER THE SE BAY OF BISCAY CONTINENTAL SHELF AND SLOPE: OBSERVATIONAL DATA AND MODEL SIMULATIONS

Alzorriz N, Rubio A, Fontán A, Ferrer L  
Azti-Tecnalia, Marine Research Division, Pasaia

The analysis of atmospheric and oceanographic time-series permits a description of the complex shelf and slope oceanic circulation at the SE Bay of Biscay, as well as to improve the understanding of oceanic processes taking place at different time-scales. In addition, ROMS model simulations, covering a regional domain and using real-time high resolution atmospheric forcing, are analysed for the same location. In agreement with previous studies, a marked seasonal pattern is observed.

The current in winter results in an E-NE oriented net flow whilst in summer S-SW weaker currents are predominant. At shorter scales, some mesoscale variability is observed. The semi-diurnal tides, together with near-inertial waves, appear to provide the most important contribution to the highest frequency variability. The energy around these frequencies is observed to vary seasonally, with the semi-diurnal and inertial currents being intensified during the period of water stratification.

Model-data comparisons show a reasonable agreement, in terms of surface dynamics and variability; however, some discrepancies are observed at different scales. Model-data correlations for the atmospheric system are significantly higher than those obtained for the oceanographic system; this suggests that despite the good quality of the atmospheric forcing, part of the oceanic processes are not well reproduced by the oceanic model.

Future comparisons of *in-situ* data and model outputs with High Frequency Radar surface current fields, will provide an optimal framework to understand the highly variable oceanic processes in this area. In turn, this will provide invaluable information for the validation and improvement of the modelling system.

## CONTRASTING CIRCULATION PATTERNS BETWEEN SURFACE AND INTERMEDIATE LAYERS IN THE NORTH BRAZIL CURRENT SYSTEM

Fraile-Nuez E<sup>1</sup>, Pelegrí JL<sup>2</sup>, Emelianov M<sup>2</sup>, Mason E<sup>2</sup>, Hernández F<sup>3</sup>, Benítez-Barrios VM<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro Oceanográfico de Canarias, IEO, Santa Cruz de Tenerife

<sup>2</sup>Institut de Ciències del Mar, CMIMA-CSIC, Barcelona

<sup>3</sup>Mercator Ocean, Ramonville Saint Agne, France

<sup>4</sup>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas

A regional survey of the western equatorial Atlantic, carried out as part of the MOC2 project in April 2010, formed a closed box with the northeastern Brazilian coast. Direct ocean current measurements from lowered-ADCP are used to describe the main circulation patterns and to estimate the transports of the major currents within the upper 1100 m of the North Brazil Current (NBC) System.

In the surface layer (0-400 m), the NBC was found to be an intense boundary current transporting northwestward  $-14.4 \pm 0.3$  Sv near 5°S. This current strengthened to the north by 2.2 Sv at 1°S apparently due to contributions of the NBC retroreflection and North Equatorial Countercurrent (NECC).

The zonal flow was dominated by a meandering Equatorial Undercurrent (EUC) which left the box at the east with  $9.5 \pm 0.4$  Sv. In the intermediate layer (400-1100 m), the North Brazil Undercurrent (NBUC) flowed northwestward into the box with a transport of  $-8.4 \pm 0.3$  Sv. Below the EUC, the Equatorial Intermediate Current (EIC) carried  $-6.0 \pm 0.5$  Sv westward and then it branched, with one branch flowing northwestward to feed the North Equatorial Intermediate Current (NEIC). The net imbalances of the surface and intermediate layers are estimated to be  $0.7 \pm 0.5$  Sv and  $-0.1 \pm 0.5$  Sv, respectively.

Model solutions are analyzed for comparison with the observational results, as well as to gain a better understanding of the regional circulation seasonality.

**OCEANO Y  
CAMBIO CLIMÁTICO  
S7  
RESÚMENES**



# CLIMA EN ESPAÑA: PASADO, PRESENTE Y FUTURO. INFORME DE EVALUACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO REGIONAL

Bladé I<sup>1</sup>, Cacho I<sup>1</sup>, Castro-Díez Y<sup>2</sup>, Gomis D<sup>3</sup>, González-Sampéris P<sup>4</sup>, Miguez-Macho G<sup>5</sup>, Pérez FF<sup>6</sup>, Rodríguez-Fonseca B<sup>7</sup>, Rodríguez-Puebla C<sup>8</sup>, Sánchez E<sup>9</sup>, García Sotillo M<sup>10</sup>, Valero-Garcés B<sup>4</sup>, Vargas-Yáñez M<sup>11</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Barcelona

<sup>2</sup>Universidad de Granada

<sup>3</sup>Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, IMEDEA-UIB-CSIC, Mallorca

<sup>4</sup>Instituto Pirenaico de Ecología CSIC, Zaragoza

<sup>5</sup>Universidad de Santiago de Compostela

<sup>6</sup>Instituto de Investigaciones Marinas CSIC, Vigo

<sup>7</sup>Universidad Complutense, Madrid

<sup>8</sup>Universidad de Salamanca

<sup>9</sup>Universidad de Castilla La Mancha, Toledo

<sup>10</sup>Puertos del Estado, Madrid

<sup>11</sup>Instituto Español de Oceanografía, Málaga

La red temática CLIVAR-España trabaja para formar en España una red de investigadores en el ámbito del estudio del clima. Aúna a cientos de investigadores de diversas instituciones, sirve como una plataforma desde la que se impulsa la colaboración científica, y trata de clarificar el estado del conocimiento sobre el clima de la península ibérica, sirviendo así tanto a la comunidad científica y al desarrollo de la investigación climática como a los gestores de políticas medioambientales y a la divulgación general a la sociedad.

Tras la realización de un congreso en febrero de 2009 dedicado al estudio de la variabilidad climática en la península ibérica, la red CLIVAR-España publicó en 2010 el informe: Clima en España: Pasado, presente y futuro. Informe de Evaluación del Cambio Climático Regional.

Este informe repasa el conocimiento actual sobre las variaciones naturales y antropogénicas del clima en la Península Ibérica y se estructura en cinco capítulos: las reconstrucciones paleoclimáticas, tendencias atmosféricas durante el periodo instrumental, variabilidad oceánica y de nivel del mar, teleconexiones climáticas y las proyecciones regionales del clima. En esta comunicación se presentará una breve introducción al informe, centrándonos en el capítulo 3 dedicado a la variabilidad oceánica y de nivel del mar.

Entre las principales conclusiones de este capítulo podemos citar el aumento de la temperatura superficial del mar en el Golfo de Vizcaya desde 1985 a 2005, variando este aumento entre 0.12°C/década y 0.35°C/década según sectores. Este calentamiento no es sólo superficial, sino que se extiende a buena parte de la columna de agua, con subidas de temperatura durante los años 90 de entre 0.15 y 0.30°C/década en los primeros 1000 metros.

Desde 1967, en la costa atlántica se observa un descenso del 30% en la intensidad del afloramiento que afecta a la riqueza y a la renovación de las aguas costeras. Por otra parte, en la cuenca Mediterránea occidental, durante la segunda mitad del siglo XX, se registra un aumento de temperatura y salinidad en capas profundas, así como una elevación de los valores de salinidad en capas intermedias ( $\sim 0,0013$  psu/año).

En cuanto al nivel del mar, en las costas atlánticas los mareógrafos han registrado aumentos sostenidos del orden de 1.4 mm/año, si se considera todo el siglo XX, y de más de 2 mm/año si se considera sólo la segunda mitad del siglo XX. En las costas mediterráneas, en cambio, las tendencias observadas durante la última mitad de siglo son menores e incluso negativas.

La presión atmosférica, más alta de lo normal en la zona entre los años 60 y 90, y el incremento continuado de salinidad han contrarrestado en parte el aumento de nivel del mar observado a nivel global. Con todo, los registros del Mediterráneo Occidental que abarcan todo el siglo XX muestran tendencias positivas de 1.2 mm/año.

## **SIMULACIÓN BAROCLÍNICA DE ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MAR MEDITERRÁNEO**

Aznar R<sup>1</sup>, Somot S<sup>2</sup>, Álvarez Fanjul E<sup>1</sup>, Gomis D<sup>3</sup>, Oddo P<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Puertos del Estado, Madrid

<sup>2</sup>Météo-France, Toulouse, Francia

<sup>3</sup>IMEDEA UIB-CSIC, Esporles

<sup>4</sup>INGV, Bologna, Italia

Se ha realizado una simulación de escenario de cambio climático (IPCC-A2) para el área del mar Mediterráneo mediante el modelo de océano baroclínico regional NEMOMED8. Para llevarla a cabo, se ha forzado dicho modelo con flujos atmosféricos correspondientes al escenario A2 entre 1960 y 2099, obtenidos de la versión de alta resolución del modelo ARPEGE-Climate. Bajo esa hipótesis de escenario y de acuerdo con los resultados, se aprecia un incremento generalizado de la temperatura y salinidad en el mar Mediterráneo entre 2000 y 2099, tanto en la superficie (+0.26°C/década y +0.06 psu/década, respectivamente) como en toda la columna de agua (+0.11°C/década y +0.04 psu/década).

Como consecuencia de los incrementos mencionados, la componente estérica de la altura superficial del mar presenta un descenso en el mar Mediterráneo durante el siglo XXI, provocado fundamentalmente por el aumento de la salinidad que contrarresta el efecto causado por el calentamiento de la columna de agua. Los resultados de la simulación muestran asimismo un descenso de los procesos convectivos a finales del siglo XXI, puesto de manifiesto al observarse una reducción de la profundidad de la capa de mezcla máxima anual en las principales áreas de formación de aguas profundas en el Mediterráneo: golfo de León, mar Adriático, mar Egeo y cuenca levantina.

Por otro lado, según los resultados el transporte neto de agua en el estrecho de Gibraltar variaría entre +0.05 Sv para el periodo de clima actual (1960-1999) hasta +0.07 Sv en 2099.

Este aumento se debe básicamente al incremento del flujo de agua entrante obtenido de 2000 a 2099, que equilibra la pérdida de agua por evaporación experimentada por el mar Mediterráneo durante esos años.

# MULTIPARAMETRIC ANALYSIS AND VALIDATION IN THE MEDITERRANEAN OF TWO EDDY-PERMITTING GLOBAL OGCM HINDCASTS OF PAST DECADES

Vidal-Vijande E<sup>1</sup>, Pascual A<sup>1</sup>, Barnier B<sup>2</sup>, Molines JM<sup>2</sup>, Tintoré J<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>IMEDEA (CSIC-UIB), Esporles, Spain

<sup>2</sup>LEGI, Grenoble, France

<sup>3</sup>SOCIB, Spain

Two eddy-permitting global OGCMs are analyzed and validated for the Mediterranean Sea, studying their interannual and seasonal variability by comparing them to various observational datasets over the 1960-2004 period.

The numerical simulations are two different configurations of NEMO (Madec 2008) implemented on a  $\frac{1}{4}^\circ$  resolution grid (the ORCA-025 G70 (G70 hereon) and the ORCA-025 L75-G85 (G85 hereon)) and ERA40 atmospheric forcing. They both have a restoring term applied to surface salinity, with G85 being six times weaker than G70. Temperature and salinity are compared to the MEDAR observational database, mean currents and sea surface height to altimetry, and water transport through the main straits is compared to the published literature.

Comparing temperature between G70 and MEDAR shows reasonably good agreement in terms of interannual variability (correlations of  $\sim 0.8$  in the Western Mediterranean (WMED),  $\sim 0.5$  in the Eastern Mediterranean (EMED)) at surface layers (0 - 150 m), but slightly higher mean values in the model (0.08 - 0.16°C). However, G70 temperatures present exaggerated positive trends in intermediate and deep layers whereas the salinity analysis shows the surface salinity restoring term obliterating most of the interannual variability. Mean surface salinities are slightly lower in the model ( $\sim 0.3$  psu), being replicated in deeper layers to a lesser degree. This could imply that the restoring term applies insufficient evaporation to compensate for a weak atmospheric forcing (ERA40) water loss flux. The sea level analysis comparing Sea Surface Height (SSH) and Steric Height (SH) from ORCA and sea level anomalies from altimetry (1993-2004) shows good correlations ( $\sim 0.8$ ) in the interannual variability and annual cycle. However, the model's SSH overestimates ( $\sim 15$  mm/yr) observed altimetric positive trends ( $\sim 3$ - 4 mm/yr).

G85 has a similar configuration to G70 but with a weaker salinity restoring term, improved forcing and more vertical levels (75 vs. 46 of G70). The weaker restoring term (applying less salinity than required) results in a strong negative trend in salinity and the opposite in sea level. Conversely, increased vertical levels and improved forcing have greatly improved temperature variability and trends.

Preliminary results of water transport through the main straits of the Mediterranean (Gibraltar, Sicily, Ibiza, etc) show that G70 and G85 give appropriate values when compared to other studies available.

As is expected with the resolution of these models (which are eddy-permitting but not eddy-resolving), they are incapable of correctly reproducing most mesoscale features in the Mediterranean Sea. However they are valid tools to analyze the interannual and seasonal variability of the major features of the region.

## RECENT CHANGES IN DEEP MEDITERRANEAN WATERS

Salat J, Emelianov M, Puig P, Font J

Institut de Ciències de Mar, ICM-CSIC, Barcelona

Since the late 80s of last century, changes have been observed in the structures of the deep waters in the Mediterranean. First it was in the Eastern Mediterranean where there was a total renovation of the deeper waters due to a spatial shift in their formation area and hence on the water characteristics. This situation had reversed again to the preceding at the beginning of the present decade.

In the Western Mediterranean deep waters remained stable until winter of 2005, after which there was a total renovation of the deep waters changing their properties despite there was no significant displacement in the preferential formation sites.

In this presentation both changes in Eastern and Western Mediterranean are compared, along with their common features and differences, pointing out to the possible causes of those changes.

Finally we focus on further aspects of the deep water formation processes that have emerged, thanks to those changes in the deep waters and with the inestimable help of new developments in technology.

## ESCENARIOS CLIMÁTICOS MARINOS PARA EL SIGLO XXI EN EL MEDITERRÁNEO Y EN EL ATLÁNTICO NORORIENTAL

Jordà G<sup>1</sup>, Marcos M<sup>1</sup>, Gomis D<sup>1</sup>, Calafat FM<sup>1</sup>, Aznar R<sup>2</sup>, Álvarez-Fanjul E<sup>2</sup>, Gómez M<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (UIB-CSIC), Esporles

<sup>2</sup>Puertos de Estado, Madrid

La obtención de escenarios climáticos marinos para el siglo XXI es una acuciante necesidad tanto para gestores como para científicos. Las predicciones realizadas por los modelos globales del IPCC son un buen punto de partida para múltiples aplicaciones. Sin embargo, para el Mediterráneo este no es el caso. La baja resolución de los modelos del IPCC (1° a 2°) y su poca fiabilidad en el Mediterráneo hacen necesaria la generación de escenarios climáticos regionales que mejoren la calidad de las predicciones en la zona.

En este contexto los proyectos VANIMEDAT-2 y ESCENARIOS tienen como objetivo la generación de escenarios climáticos marinos regionales para el Mediterráneo y el Atlántico nororiental. En esta presentación se mostrarán los primeros resultados obtenidos en estos proyectos concernientes al oleaje y a la componente atmosférica del nivel del mar.

Por una parte se han realizado simulaciones de oleaje con el modelo WAM (1/6° de resolución) y de nivel del mar barótrópico (*storm surge*) con el modelo HAMSOM (1/4° x 1/6°). Ambos modelos han sido forzados con las salidas del modelo atmosférico ARPEGE (~50km / 6 horas) para tres escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (A1b, A2 y B1).

Los análisis preliminares indican, para final del siglo XXI, una reducción de un 10-20 % en la intensidad del oleaje bajo todos los escenarios en el Mediterráneo Occidental pero un aumento en los eventos extremos. La componente atmosférica del nivel del mar experimentará una ligera bajada de 4 cm en invierno y una subida de 2 cm en verano de media en toda la cuenca, mientras que los extremos también aumentarán con la excepción del Adriático y el Egeo.

## SST VARIABILITY ALONG THE WESTERN IBERIAN PENINSULA FROM 1900 TO 2008

Santos F., Gomez-Gesteira M, de Castro M, Álvarez I

EPphysLab (Environmental Physics Laboratory), Universidade de Vigo

Trends in coastal and oceanic Sea Surface Temperature (SST) were analyzed along the western Iberian Peninsula for the period 1900-2008. SST has undergone several periods of warming and cooling during the last century. In particular, two warming periods (from 1900 to 1955 and from 1970 to 2008) and one cooling period (from 1955 to 1975). In addition, the increment of SST ( $\Delta$ SST) has been calculated as the SST difference between coastal and ocean locations at the same latitude. In the inter-annual evolution of the average of  $\Delta$ SST two periods of increase (from 1920 to 1950 and from 1980 to 2008) and one of decrease (from 1950 to 1980) were also observed. The seasonal  $\Delta$ SST shows the same increase and decrease cycles as the annual  $\Delta$ SST evolution.

The greatest differences between coast and ocean were observed during July-October (JASO) and the lowest ones during March- June (MAMJ). Negative values were detected during the whole year, being more negative from July to September coinciding with the upwelling season.

SST patterns showed that warming and cooling trends were less intense near coast than in the ocean. The possible causes of this behavior were analyzed. If the mechanism described by Bakun (1990) and McGregor et al., (2007) is assumed, coastal upwelling is revealed as the main cause of this behavior. On the contrary, when upwelling index evolution is calculated from wind data, coastal upwelling is not revealed as the main cause because upwelling index decreases while  $\Delta$ SST increases during the last period (1980 to 2008).

## LAS PROPIEDADES DE LA TERMOCLINA PERMANENTE EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

González-Pola C<sup>1</sup>, Somavilla R<sup>2</sup>, Prieto E<sup>1</sup>, López-Jurado JL<sup>3</sup>, Lavín A<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Español de Oceanografía. C.O. de Gijón

<sup>2</sup>Instituto Español de Oceanografía. C.O. de Santander

<sup>3</sup>Instituto Español de Oceanografía. C.O. de Baleares

El invierno de 2005 fue particularmente severo en todo el suroeste de Europa y puso fin a una larga serie de años cálidos. Su efecto fue notable en las estructuras termohalinas tanto del Atlántico Noreste como del Mediterráneo Occidental.

En la región que incluye el margen Íbero-Atlántico y el Golfo de Vizcaya la capa de mezcla alcanzó profundidades sin precedentes, destruyendo la estratificación de las capas superiores de la termoclina permanente y llegando hasta aguas modales típicamente aisladas de la interacción atmósfera-oceano.

Durante dos años, la parte superior de la termoclina permanente mantuvo una estratificación anómalamente baja. Al producirse finalmente la re-estratificación, la nuevas aguas modales resultantes del proceso (que se mantienen hasta el presente) son notablemente más cálidas y salinas.

Por su parte, el Mediterráneo Occidental experimentó la producción de ingentes cantidades de las aguas profundas más calidas y salinas del registro histórico, las cuales también persisten hasta el presente.

En ambos casos el resultado es, aparte de un enfriamiento subsuperficial transitorio, la inyección hacia niveles profundos de calor y salinidad que se habían ido acumulando lenta pero progresivamente en los niveles superiores.

Las proyecciones futuras para las latitudes medias del planeta prevén un patrón de circulación atmosférica más zonal con migración hacia los polos de los *westerlies* (vientos del Oeste), un clima más cálido y seco, y una reducción (pero no desaparición) de eventos de irrupción de aire frío (*cold air outbreaks*).

Bajo estas premisas el mecanismo observado en 2005 —años a décadas de calentamiento y salinificación sostenida (precondicionamiento), culminados con la irrupción de un invierno frío que afianza los cambios en profundidad— ocurrirá cada vez con menos frecuencia pero con mayor efecto. En tal caso es esperable que la termoclina permanente evolucione de forma escalonada dominada por este tipo de eventos.

## **MODELLING THE UPPER-OCEAN GLACIAL-INTERGLACIAL CHANGES OF ORGANIC AND DISSOLVED INORGANIC CARBON**

Pelegrí JL<sup>1,2</sup>, Olivella R<sup>1</sup>, García-Olivares A<sup>1</sup>, De la Fuente P<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de Ciències del Mar CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>Laboratorio Internacional en Cambio Global, CSIC

We present an idealized two-box model of the ocean that simulates the glacial-interglacial transitions in carbon supply and carbon transformation in the upper ocean. The amount of dissolved carbon in the upper ocean is expressed as organic plus inorganic carbon, each fraction depending on the supply of inorganic carbon from the deep ocean, removal of total carbon to the deep ocean, and on the rate of respiration less primary production.

The model results in a system of two coupled partial differential equations for the rates of change of organic carbon and inorganic carbon in the upper ocean, its solution depending on two parameters: the rate of recirculation between the upper and deep oceans (the intensity of the thermohaline conveyor belt) and the level of inorganic carbon concentration to be attained during each glacial or interglacial stage (specified after the time-series of atmospheric CO<sub>2</sub>, by assuming it mirrors the upper-ocean concentration of dissolved inorganic carbon). We present the solution of the model for the last four glacial-interglacial cycles (about 450 thousand years).

The simulated series of inorganic carbon fits rather well the atmospheric CO<sub>2</sub> (with correlations over 0.8), showing that the fast increase during a glacial-interglacial transition is largely the result of a much swifter recirculation that brings less diluted deep inorganic carbon.

The model also shows that early in the glacial-interglacial transition respiration is maximum, followed by a maximum in net primary production once the system approaches steady state during the interglacial maximum. During the interglacial-glacial transition the organic carbon progressively builds up in the upper ocean until it reaches maximum values by the end of the glacial period.

## SEASONAL AND INTERANNUAL VARIABILITY OF SEA SURFACE AND HEATH EXCHANGE AROUND THE SOUTH SHETLAND ISLANDS

Salinas CA, Sangrà P, Marrero MA, Hernández-Arencibia M  
Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas

The physical conditions in the area surrounding the archipelago of the South Shetland Islands are very different between the North side (Drake Passage) and South side (Bransfield Strait) of the islands.

Whereas in the North the Antarctic circumpolar system influence is very important, in the South side, both the Weddell and Bellinghausen seas play an important role in the Bransfield system. With hydrographic data from NODC and CIEMAR 99/00, BREDDIES 02/03 cruises and hydrographic information, and SST from satellite images from AMRS-E, we find a great variability throughout the study period (2006-2008), with a marked seasonal variation.

In late autumn, winter and early spring, it was observed the influence of the formation and melting of the ice shelf, having an almost uniform surface, but in summer, all the structures appear clearly and, although this behavior occurs in a few months, their variation is so important that it affects the average of SST in the whole study area.

It is shown that the frontal structures (PF, SACCF, BdyACC, HF) that arise in the area around the South Shetland Islands are dominant structures in the system and the mesoscale structures respond to change of position of the ACC system in time and space. Otherwise the SST distribution shows a pattern coherent with the behavior of the Bransfield Current as gravity current.

## DECADAL CHANGES IN THE TROPICAL ATLANTIC ALONG THE 7°30N SECTION

Benítez-Barrios VM<sup>1</sup>, Pelegrí JL<sup>2</sup>, Emelianov M<sup>2</sup>, Fraile-Nuez E<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas

<sup>2</sup>Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

<sup>3</sup>Centro Oceanográfico de Canarias, IEO, Santa Cruz de Tenerife

The transatlantic hydrographic section along 7°30N is of great interest for climate studies as it represents a crucial region of the global overturning cell. It has been previously surveyed twice, during the 1957 International Geophysical Year and during 1993 as part of the World Ocean Circulation Experiment program under the denomination of A06 line.

Comparison of these realizations revealed a net warming of the intermediate and upper deep waters, and cooling of the bottom water. A third occupation of this section, during spring 2010, allows us to update the long-term hydrographic variations in the tropical water masses.

Temperature and salinity changes at constant pressures are partitioned into changes on isopycnal surfaces and changes due to the vertical movement of the isopycnals in order to identify the controlling mechanisms.

The results are discussed in the context of previous variations found over the North Atlantic.

## CLIMATE MODES AND CHLOROPHYLL VARIABILITY IN THE SUBTROPICAL NORTH ATLANTIC

Pastor MV<sup>1</sup>, Palter J<sup>2</sup>, Pelegrí JL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de Ciències del Mar, ICM- CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>Atmospheric and Ocean Sciences Program, Princeton University, Princeton, USA

We study surface chlorophyll concentration (CHL) variability in the eastern subtropical and tropical North Atlantic, using 49 years of reanalysis-forced ocean model output. After establishing the model's skill by comparing the output with satellite-borne CHL, we assess the mechanisms driving CHL variability in the model during the last half of the twentieth century.

We find that two processes are primarily responsible for bringing nutrients to the euphotic layer and sustaining a chlorophyll response. One is coastal upwelling, determined by the alongshore component of the wind stress. It occurs in a narrow meridional band along the coast but further influences the offshore domain through horizontal Ekman transport and convergence of the meridional flow. Off-shore upwelling, driven by wind-stress curl provides the second nutrient source. The northern offshore part of the study region, occupied by the subtropical gyre, is characterised by downward curl-driven velocities. However, the southern part of the study region is characterized by cyclonic wind stress curl and thus Ekman suction.

We find that variability in the boundary between the upwelling and downwelling domains, perhaps brought about by variability in large-scale climate modes, is critically important in setting the offshore extension of the high chlorophyll region in the eastern subtropical and tropical North Atlantic.

## **TENDENCIAS TERMOHALINAS DE LAS CAPAS SUPERFICIAL, INTERMEDIA Y PROFUNDA EN EL MEDITERRÁNEO Y SU CONTRIBUCIÓN AL NIVEL ESTÉRICO**

Soto-Navarro J, Criado-Aldeanueva F, García-Lafuente J, Naranjo-Rosa C, Calero C, Sánchez-Román A, Sánchez-Garrido JC, Delgado J, Vargas JM  
Grupo de Oceanografía Física de la Universidad de Málaga

A partir de perfiles de salinidad y temperatura obtenidos del modelo ECCO en el Mediterráneo entre 1993 y 2010 se han calculado las tendencias termohalinas en las capas superficial (0-150 m), intermedia (150-600 m) y profunda (a partir de 600 m), así como la contribución de cada una de ellas a la anomalía estérica del nivel del mar.

El estudio aborda tanto las distribuciones espaciales como los promedios a nivel de cuenca. Para la temperatura se obtiene una tendencia significativa positiva en promedio sobre la columna de agua, pero se observan tendencias negativas en los estratos intermedios y profundos.

La salinidad presenta una tendencia positiva en todos los niveles, más intensa en la capa intermedia ( $24 \pm 1$ )  $\cdot 10^{-4}$  años<sup>-1</sup>. La anomalía estérica tiene una clara tendencia negativa ( $-2.7 \pm 0.05$ ) mm/año, sobre todo influenciada por la contribución de la capa más profunda.

## EL CICLO GLACIAL-INTERGLACIAL: ANÁLISIS Y MEJORA DEL MODELO DE PAILLARD

Herrero C, García-Olivares A

Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

La estratificación oceánica parece jugar un papel clave en el final de las glaciaciones, según se deduce de la alta variabilidad explicada por el modelo de Paillard y Parrenin (Earth and Planetary Science Letters 227, 263– 271, 2004), que explícitamente la incluye entre sus mecanismos.

En este trabajo, el citado modelo ha sido recalibrado para eliminar pequeñas inconsistencias que aparecían en la publicación original y se ha mejorado ligeramente su ajuste con series empíricas publicadas de volumen de hielo ( $\delta^{18}O$ ) y de  $CO_2$  atmosférico. Para ello, se han utilizado inercias distintas en la acumulación de hielo y en el deshielo. La varianza explicada por el modelo de Paillard nunca es mayor del 70% en el volumen de hielo y del 57% en el  $CO_2$ , debido a la dificultad que tiene el modelo para transformar forcings esencialmente multicíclicos en outputs en diente de sierra durante los periodos glaciales.

El análisis efectuado nos permite concluir que esta dificultad, común a los modelos hasta ahora publicados, podría ser superada añadiendo en el modelo de Paillard un término de bombeo biológico dependiente de la temperatura (o volumen de hielo), consistente con observaciones recientes que sugieren una eficiencia de la bomba biológica que se incrementa globalmente en momentos glaciales de alta acumulación de hielo y aridez continental.

**TECNOLOGÍAS PARA  
EL MEDIO MARINO  
S8  
RESÚMENES**



## **A LA MEMORIA DE AGUSTÍ JULIÀ (1940-2009): UNA VIDA DEDICADA A LA INSTRUMENTACIÓN OCEANOGRÁFICA**

Salat J

Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

Agustí nos dejó en julio del año pasado, después de más de 40 años dedicado a la instrumentación oceanográfica en el Institut de Ciències del Mar de Barcelona.

Resulta difícil resumir en pocas líneas toda su trayectoria, pero hay dos palabras que la sintetizan: optimismo y entusiasmo. Agustí empezó su labor oceanográfica en los años 60, en un país que estaba saliendo lentamente de la autarquía.

El acceso a nuevas técnicas o incluso a material electrónico era dificultoso y, a menudo, con precios muy altos. Todo ello, junto con la tradición española de dedicar escasos recursos a la Ciencia, no proporcionaba un ambiente especialmente idóneo para desarrollos tecnológicos, pues suponía un considerable esfuerzo personal adicional. No obstante, estas mismas dificultades podían resultar estimulantes para sacar adelante nuevos diseños, y fue precisamente en este terreno donde Agustí aplicó todo su optimismo y entusiasmo.

Así, fue pionero en muchas técnicas de observación oceanográfica: desde contadores de partículas hasta el “Divergente”, un precursor de los muestreadores remolcados ondulantes (e.g. Sea-Soar), pasando por técnicas de almacenamiento y transmisión de datos. También contribuyó en adaptar y mejorar instrumentos oceanográficos de todo tipo, en colaboración con prácticamente toda la comunidad oceanográfica española y diversos grupos investigadores de otros países.

Siempre dispuesto a participar, Agustí nos ha dejado no sólo un legado tecnológico importante sino también todo un ejemplo de estilo y manera de hacer.

## LA MISIÓN SMOS, UN AVANCE TECNOLÓGICO AL SERVICIO DE LA OBSERVACIÓN DEL OCÉANO

Font J<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institut de Ciències del Mar CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>SMOS Barcelona Expert Centre Team, CSIC-UPC, Barcelona

SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) es la “misión del agua” de la Agencia Espacial Europea (ESA) dentro de su programa de observación de la Tierra. SMOS se plantea realizar por primera vez desde el espacio observaciones globales y regulares de la humedad del suelo sobre los continentes y de salinidad superficial sobre los océanos, con una resolución espacial, frecuencia temporal y precisión en la medida adecuadas para estudios climáticos y de gran escala.

La observación remota de ambas variables es posible mediante un radiómetro que capte la radiación emitida espontáneamente por la superficie de la Tierra (temperatura de brillo), ya que a bajas frecuencias la emisividad, factor de proporción entre la temperatura de brillo y la temperatura física, es función de las propiedades dieléctricas del medio emisor. La máxima sensibilidad a la humedad y la salinidad se obtiene en la banda L de microondas, y además alrededor de 1,4 GHz están prohibidas las emisiones artificiales. A esta frecuencia la obtención de una resolución espacial de unas pocas decenas de kilómetros requiere una antena demasiado grande para ser cómodamente colocada en un satélite orbital.

Por este motivo la ESA estudió la posibilidad de construir un radiómetro interferométrico usando el mismo principio que se aplica en los radiotelescopios, generando una imagen de temperatura de brillo a partir de las correlaciones entre las señales recibidas por un gran número de antenas pequeñas distribuidas adecuadamente. Tras varios años de desarrollo tecnológico e industrial finalmente se construyó el radiómetro, con 69 antenas de 20 cm repartidas a lo largo de tres brazos en Y de 4 m de longitud, que ha permitido lanzar, en noviembre de 2009, el primer satélite que usa este tipo de tecnología y que hace realidad obtener por primera vez de forma global y continuada estas dos variables cruciales para estudiar el ciclo de agua en nuestro planeta.

A través de un complejo proceso de los datos originales, incluyendo una serie de modelos de los procesos físicos que intervienen en definir la radiación captada por las antenas, SMOS puede proporcionar valores de salinidad superficial a lo largo de una órbita con una precisión de 1-2 unidades, que pueden reducirse a pocas décimas mediante promediados espaciales y temporales, dando lugar a productos útiles para estudios oceanográficos de gran escala y de tipo climático, como por ejemplo en la observación y predicción del fenómeno de El Niño, la variabilidad de la circulación termohalina en el Atlántico norte o en estimaciones de la pluviosidad sobre los océanos. El protagonismo de España en esta misión europea, tanto de tipo científico como tecnológico e industrial, hacen de SMOS un hito no sólo en la historia de las técnicas de observación de la Tierra, sino en la capacidad de nuestro país de emprender y liderar misiones espaciales, con un gran potencial para avanzar en este campo en el futuro.

## DERIVATION OF SALINITY OBSERVATIONS FROM SMOS MEASUREMENTS

Gabarró C<sup>1</sup>, Martínez J<sup>1</sup>, Sabia R<sup>2</sup>, Gourrion J<sup>1</sup>, Talone M<sup>3</sup>, Turiel A<sup>1</sup>, Portabella M<sup>2</sup>, Font J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SMOS Barcelona Expert Centre (SMOS-BEC), Institut de Ciències del Mar (ICM - CSIC)

<sup>2</sup>SMOS-BEC, Unitat de Tecnologia Marina (UTM - CSIC), Barcelona

<sup>3</sup>SMOS-BEC, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona

ESA's Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS) satellite was launched on the 2<sup>nd</sup> of November 2009 from northern Russia. The SMOS single payload consists of a synthetic aperture radiometer operating at L-band (1.4 GHz).

It is a challenging mission since this is the first time that such an instrument is put into orbit, and that surface salinity and soil moisture are measured from space. SMOS aims at measuring sea surface salinity (SSS) over the ocean with an accuracy of 1 psu for each overpass at 30-50 km spatial resolution or 0.1 psu after averaging areas of 200 x 200 km in 10-30 days.

The instrument provides global salinity and soil moisture maps every 3 days. In the SSS retrieval (level 2 or L2) operational processing chain the Geophysical Model Function (GMF), which relates the emissivity of the sea to the SSS (among other geophysical parameters), is defined as the sum of two contributions: the first one is the emissivity due to a flat sea, which is presently assumed to be well explained by the Klein and Swift 1977 model; the second one is the change in emissivity due to the sea surface roughness.

In the second term, three different models have been considered in the operational processor, therefore producing three different retrieved salinities. Two of the models are theoretically based, while the third is a fully empirical linear approach, which has been derived from two pre-launch field campaigns. However, the limited amount of data of sea surface emissivity collected in the different pre-launch campaigns were not representative of the global ocean, nor representative of all sea state conditions, thus limiting the derivation of the empirical GMF roughness induced model.

To tune the empirical model and decide on which parameters significantly modulate the emissivity, a large amount of auxiliary data, co-located in space and time with the SMOS measurements, is required. With the SMOS launch, global calibrated brightness temperature measurements have recently become available.

These data, together with in-situ data (e.g., buoys) and model outputs (e.g., atmospheric and ocean models), are being used to review and redefine (inclusion of non-linear terms) the GMF, in particular the fully-empirical roughness term.

The tuning methodology together with an assessment of the fully-empirical roughness model performance will be presented at the conference. This work will set the grounds for the future development of a fully-empirical GMF (i.e., where the contributions from all parameters, including the flat sea ones, are empirically derived).

## ADVANCED METHODS FOR THE INFERENCE OF DYNAMIC INFORMATION APPLIED TO REMOTE SENSING MAPS OF THE OCEAN

Turiel A<sup>1</sup>, Mourre B<sup>2</sup>, Gourrion J<sup>3</sup> Ballabrera-Poy J<sup>4</sup>, Solé J<sup>1</sup>, García-Ladona E<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de Ciències del Mar, ICM-CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>NATO Undersea Research Center, La Spezia, Italy

<sup>3</sup>SMOS Barcelona Expert Center, CSIC, Barcelona

<sup>4</sup>Unitat de Tecnologia Marina, CSIC, Barcelona

The continuous arrival of new platforms for the acquisition of remote-sensing data of the oceans has led to an increased interest in exploiting this huge source of information in order to derive as much information as possible about the sea state. Nowadays, a common strategy is to directly assimilate the retrieved oceanic variables (Sea Surface Temperature, Salinity or Height) in numerical models of the ocean, so that the complete sea state can be inferred at the resolution of the numerical model.

However, remote sensing maps can be directly exploited to derive further dynamic information: classical examples include the Maximum Cross Correlation method, based on the tracking of patterns across a sequence of maps and then inferring surface velocities at a coarse time-space resolution, and also more modern methodologies such as Surface Quasi-Geostrophy.

In this presentation, we will discuss on a different approach, that of the Microcanonical Multifractal Formalism (MMF). MMF is a theory developed to deal with variables in turbulent flows, and is based on a technique known as Singularity Analysis (SA) used to retrieve significant dynamic features (as streamlines) from snapshots of scalar variables. We will illustrate the application of SA on real and simulated data; this application gives direct access to the patterns of ocean circulation at very different resolutions with unprecedented quality. Furthermore, MMF allows to assess the quality of different parametrizations of numerical models and of climatological variables.

Finally, we will discuss the connections between our Eulerian singularity patterns and other Lagrangian quantities such as Finite Size Lyapunov Exponents.

## SATELLITE OCEAN VECTOR WIND OBSERVATIONS

Portabella M<sup>1</sup>, Stoffelen A<sup>2</sup>, Turiel A<sup>3</sup>, Ballabrera J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Tecnología Marina (UTM – CSIC), Barcelona

<sup>2</sup>Instituto Meteorológico de Holanda (KNMI), De Bilt, Holanda

<sup>3</sup>Instituto de Ciencias del Mar (ICM – CSIC), Barcelona

Scatterometers are real aperture radars that measure the radar backscatter from wind-generated cm-size gravity-capillary waves and provide high density (12.5-25 km) global surface wind vector fields over the ocean with high quality. Ever since the launch of the European Remote Sensing (ERS-1) satellite in 1991, the scientific and operational communities have a continuous record of scatterometer wind field observations through a variety of instruments/missions, namely ERS-1 and ERS-2 scatterometers, the NASA scatterometer (NSCAT) onboard ADEOS-1, SeaWinds on QuikSCAT and ADEOS-II, and the Advanced scatterometer (ASCAT) on MetOp-A. Moreover, scatterometer data continuity is guaranteed beyond 2020 by the scatterometer on Oceansat-2 (currently in commissioning phase) and several other upcoming missions, showing the importance of these radar systems for a wide variety of applications, including Numerical Weather Prediction (NWP) data assimilation, nowcasting, oceanography, and climate studies. Scatterometers are also successfully used to estimate soil moisture, sea ice extent, drift and type. They typically operate at Ku (~2 cm) or C (~5 cm) band, at vertical and/or horizontal polarization, at a range of incidence angles within [20°, 65°], and are able to observe the same ocean scene from several viewing (azimuth) angles. The radar antenna geometry, the measurement noise, as well as non-linearities in the relationship between the backscatter measurements and the wind vector complicate the wind retrieval process. In addition, scatterometers are sensitive to geophysical phenomena other than wind, such as confused sea state, rain, land & ice contamination of the radar footprint. These phenomena can distort the wind signal, leading to poor quality retrieved winds. As such, elimination of poor quality data is a prerequisite for the successful use of scatterometer winds. An overview of the scatterometer wind retrieval processing will be presented at the meeting. The presentation will focus on state-of-the-art quality control, inversion and noise filtering techniques. Also a view on future scatterometer systems and emerging (ocean) applications will be briefly discussed.

# **IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA RADAR DE ALTA FRECUENCIA EN LA RÍA DE VIGO. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES**

Varela RA<sup>1</sup>, Fernández-López V<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Vigo, Vigo, España

<sup>2</sup>Qualitas-Remo, Madrid

La Universidad de Vigo ha adquirido e implantado recientemente un sistema radar de alta frecuencia que se extiende a las bocas y la parte más externa de la Ría de Vigo. La finalidad de esta presentación es describir las características de los radares empleados (frecuencia utilizada, área de cobertura, resolución, etc.), proporcionar ejemplos de la implementación así como discutir las aplicaciones posibles y la disponibilidad de los datos para la comunidad científica.

## **ZAP, AN INSTRUMENT TO MEASURE ACOUSTIC BACKSCATTER IN THE WATER COLUMN**

Cencillo L

GRAFINTA S.A.

Grafinta S.A. fundada en 1964 ofrece los más innovadores productos para los campos de la Cartografía; Geodesia; Topografía; Hidrografía; Construcción; Control de maquinaria en la obra civil, obra civil portuaria, y agricultura; Sistemas para Defensa; Control de tiempo; Instrumentos para Oceanología. Grafinta S.A. cuenta para determinadas marcas con un laboratorio de control de calidad especializado y con una unidad que combina la atención personalizada sobre cuestiones puntuales con los servicios de reparación homologados por los distintos fabricantes. En esta presentación se destacan las prestaciones de un Sistema Hidrográfico. Este consiste en un conjunto de instrumentos que permite realizar el estudio sistemático de la topografía submarina de los cuerpos de agua del planeta , ya sean aguas someras ó profundas. Incluimos aquí muchas de las herramientas que van a facilitar y posibilitar el estudio batimétrico de las masas de agua. El equipamiento incluye:

- Econsondas Monohaz, ELAC; KNUDSEN
- Sistema Multihaz; ELAC
- Sistemas de Posicionamiento GPS, GNSS, y Diferencial; JAVAD; GPS HEMISPHERE
- Software Hidrográfico; HYPACK
- Sensores de Movimiento (IMU); IXSEA
- Sensores de Velocidad del Sonido en el Agua; SMC
- Mareógrafos; OHMEX

## USE OF SELF CONTAINED ADCP DATA TO EVALUATE AND IMPROVE LAGRANGIAN DRIFTER DATA

Herrera JL<sup>1</sup>, Graña R<sup>2</sup>, Aguiar E<sup>2</sup>, González E<sup>3</sup>, Varela RA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Marinas (IIM-CSIC), Vigo

<sup>2</sup>Universidad de Vigo

<sup>3</sup>Geomytsa S.A., Madrid

Lagrangian ocean current velocity data are extremely valuable because they reveal spatial and temporal variations in the flow structure and provide quantitative estimates of net flux and particle dispersion rates. The success of a lagrangian experiment is conditioned by a good performance of the drifter used.

This performance is often evaluated theoretically using models, but sometimes the complexity of the drifter design makes difficult to obtain a realistic estimate of the drifter slip this way. In other cases, calibration experiments are conducted to estimate the slip of a certain drifter model.

This approach is usually followed when a particular drifter model is used in many experiments or for extended periods, but is seldom followed for drifter designs almost exclusively developed for a particular experiment. The use of a Self Contained ADCP (SCADCP) attached to the drifter offers an accurate way to measure the drifter slip in those cases in which accurate modelling of the drifter behaviour or calibration experiments are not possible.

During two lagrangian experiments conducted in the North Atlantic subtropical gyre in fall 2006, several biogeochemical experiments relied in the correct performance of the drifter used. The drifter was exclusively designed for these experiments and was heavily instrumented with a instrument line that reached up to 150 m depth. To check the correct performance of the drifter, a Self Contained ADCP was installed just under the drifter buoy.

Data collected allows to estimate that the drifter deviation from its "true" path was of 14.8 km at the end of one experiment and 4.7 km at the end of the other. The deviation difference is explained by a drogue change between experiments. Comparison of the slip with vessel mounted ADCP data shows that those deviations are not significant. A comparison of the SCADCP slip data with in-situ measured wind data and a further exam of the SCADCP velocity profiles show that the detected deviations are likely caused by wind drag acting on the surface buoy and current drag over the deeper part of the instruments line.

## **SAILING THE PRESTIGE OUT TO SEA. AN INDEPENDENT ANALYSIS**

García-Olivares A<sup>1</sup>, Madrigal R<sup>2</sup>, de Pablos JL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institut de Ciències del Mar, CSIC

<sup>2</sup>Laboratori d'Enginyeria Marítima, UPC

<sup>3</sup>CIEMAT

The sinking of supertanker Prestige off the coast of Spain on November 2002 has been one of the most devastating oil spills ever worldwide. During any crisis most of the decisions have to be taken with limited information and they are strongly influenced by politics considerations. The main mechanisms involved in oil spills impacts are reviewed and we propose a decision tree based only in scientific criteria and data that are expected to be available in the first moments of an oil spill crisis. These simple criteria could help politicians to take their real time decisions in a more optimized way. In the Prestige crisis, one of the decisions taken was to sailing the Prestige out to sea. This paper makes an independent analysis of that decision and proposes a methodology based on simple objective criteria that can help to take the best decision in future emergency situations.

## ESTIMACIÓN DE LA TASA DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA PLAYA DE ALMENARA MEDIANTE EL USO COMBINADO DE UN MODELO Y TRAMPAS DE SEDIMENTOS

Payo A<sup>1</sup>, Cortés JM<sup>1</sup>, Antoranz A<sup>1</sup>, Flores J<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SIDMAR Estudios y Servicios Oceanográficos S.L., Benissa

<sup>2</sup>KV Consultores de Ingeniería, Proyectos y Obras, Madrid

En el periodo comprendido entre los días 19 al 22 de Octubre se han realizado un total de 93 observaciones de la tasa de transporte longitudinal de sedimentos en la playa de Almenara entre las cotas +1m y -1m respecto al nivel medio en reposo. Las observaciones corresponden con 31 estaciones repartidas en tres zonas (PS, PM y PN) a lo largo del tramo de estudio. Cada estación captura el sedimento transportado en suspensión en el sentido de movimiento de la corriente longitudinal. El diseño original de Kraus (1987) de las trampas de sedimentos ha sido adaptado a la playa de Almenara. En particular el pie de anclaje ha sido mejorado para mantener la trampa en su posición durante el intervalo de medida. Cada estación consta de tres trampas, a 17.5cm, 29.5cm y 42.5cm del fondo. Los intervalos de muestreo oscilaron entre los 7 y 38 minutos. Las masas de materiales capturados en cada intervalo fueron del orden de 20gr de media, aunque se llegaron a capturar hasta 600gr en un intervalo. El rango de tamaños de los materiales capturados fueron principalmente arenas gruesas, y ocasionalmente gravas. El oleaje direccional incidente durante el periodo de estudio se registro empleando un ADP de Sontek de 3000KHz. El equipo se programo para medir una serie simultánea de presión y velocidad de la corriente una vez a la hora. A partir de las series PUV y el método Paramétrico Espectral se obtuvo la altura, periodo y dirección del oleaje incidente a una distancia aproximada de 1km respecto a la costa. La altura de ola y periodo en cada estación se midió con un sensor de presión de la casa RBR modelo TWR 2050. Los datos de oleaje registrados, junto con la batimetría facilitada por KV Consultores del año 2009 se emplearon como condiciones de contorno e iniciales del modelo CSHORE. Se encontró que el módulo hidrodinámico, con el valor por defecto del parámetro de rotura ( $\gamma=0.8$ ) predijo más del 50% de los datos observados de altura de ola en rotura dentro de un factor dos de incertidumbre. El ajuste presentaba una importante dispersión debido principalmente a la incertidumbre de la elevación del perfil de playa y la hipótesis de uniformidad longitudinal del modelo. El modelo predice las tasas de transporte longitudinal para más de un 60% de las observaciones dentro de un factor cuatro de incertidumbre que se considera aceptable para medidas in situ.

## HIGH-PRECISION GPS MEASUREMENTS OF SEA ICE DYNAMICS IN THE ARCTIC OCEAN

Elosegui P<sup>1,2</sup>, Olsson M<sup>1,2</sup>, and the SATICE Project Partners

<sup>1</sup>Institute for Space Sciences, CSIC-IEEC

<sup>2</sup>Marine Technology Unit, CSIC, Barcelona, Spain

Sea ice cover is the most conspicuous feature of the Arctic Ocean. Changes in polar sea ice result from the complex interaction between the atmosphere, the ocean, and the cryosphere. The rapid changes observed most recently in Arctic Ocean sea ice illustrate the vulnerability of the Arctic system to global warming. Although some models suggest now that the summer Arctic could be ice free within our lifetime, models are still significantly underrepresenting the ongoing sea ice reduction, both in space and time. It is crucial to monitor these ice and ocean parameters to improve our understanding of the key processes that drive the Arctic climate change. The “Arctic Ocean Sea-ice and Ocean Circulation Changes Using Satellite Methods” (SATICE) Project will estimate spatio-temporal variations of ocean dynamic topography in the Arctic Ocean, ocean circulation, ocean tides, sea-ice freeboard heights, ice thickness and ice mass balance using in-situ, novel high-precision Global Positioning System (GPS) observations of sea ice motions, satellite-based sea ice altimetry, and satellite gravity. We will present results pertaining to sea ice dynamics using high-precision GPS observations obtained during two Arctic Ocean, SATICE experiments, in 2009 and 2010. We will also discuss how in situ high-precision GPS observations, when combined with satellite remote sensing capabilities and modeling efforts, can contribute to improve our understanding of sea ice dynamics from small to Arctic basin spatio-temporal scales.

## **CURRENT MEASUREMENTS IN DYNAMIC WATERS: THE CHALLENGE TO OBTAIN HIGH QUALITY RESULTS ON TILTING AND VIBRATING MOORINGS**

Flores T<sup>1</sup>, Tengberg A<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aanderaa Data Instruments, Gandía

<sup>2</sup>University of Gothenburg, Sweden

The ability of SEAGUARD® current meters (from Aanderaa Data Instruments, Norway) to handle mooring situation with high tilt, up to 50 degrees, vibrations and rotation will be discussed and exemplified with data from several deployments in harsh conditions.

This report gives two examples of data collected with SEAGUARD® current meters on tilting and vibrating moorings, deployed in dynamic waters. In the first example the instrument demonstrated the ability to handle tilt angles of up to 30°, which is still far from its tested 50° capacity. In the second deployment, from the Bay of Biscay, the mooring is subject to down drag by the tidal currents and to vibrations and spinning caused by wave action. Regardless of if the SEAGUARD® was measuring in calm waters or shaken by the waves the quality of the current measurements remained high.

SEAGUARD®-RCM (Recording Current Meter) is a symmetrical in-line mounted current meter with a three axes solid state compass and an accelerometer to compensate for movements and for more than 50° tilt. In addition it measures currents in undisturbed water upstream of the instrument and the mooring (forward pinging) which opens for maintained data quality even if the instrument is moving around.

If you are working in dynamic environments and on moorings which might tilt and if you are concerned about maintaining high data quality at all times then SEAGUARD® will serve your needs.

## MARINE TECHNOLOGY DEVELOPED AT IMEDEA-TMOOS

Martínez-Ledesma M<sup>1</sup>, Alvarez A<sup>1</sup>, Garau B<sup>2</sup>, Roig D<sup>3</sup>, Vizoso G<sup>1</sup>, Tintoré J<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB), Esporles

<sup>2</sup>Coastal Ocean Observing and Forecasting System-Balearic Islands (SOCIB), Palma de Mallorca

<sup>3</sup>Albatros Marine Technologies S.L., Esporles

The advances in computation, electronic and mechanic technologies have allowed the implementation of new sensors and platforms to monitor the oceanic environment. The Marine Technologies, Operational Oceanography and Sustainability Department of IMEDEA has been involved during the last seven years in the study and design of different marine technologies to develop innovative devices for marine research.

Several approaches have been implemented using commercial off the shelf components (COTS), and reducing costs and complexity of the overall design to develop low cost platforms for the coastal and oceanic environment. New observing platforms such as Autonomous Underwater Vehicles (AUV), Remotely Operated Vehicles (ROV), and low-cost Drifters (based on mobile network communications) have been implemented and tested obtaining good results, allowing its transfer to the commercial environment through an IMEDEA spin off, Albatros Marine Technologies.

In this work we present some of the designs and main results obtained from this technology development and describe in more detail the most recently platforms being developed: satellite-based drifters for open shore ocean measurements, and a new AUV for coastal monitoring, designed to minimize its cost and size.

## **NEW TECHNOLOGIES FOR MARINE RESEARCH: 4 YEARS OF GLIDER ACTIVITIES AT IMEDEA-TMOOS**

Ruiz S<sup>1</sup>, Pascual A<sup>1</sup>, Bouffard J<sup>1</sup>, Garau B<sup>1</sup>, Testor P<sup>2</sup>, Alvarez A<sup>3</sup>, Tintoré J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IMEDEA(CSIC-UIB), Esporles

<sup>2</sup>LOCEAN, Paris, Francia

<sup>3</sup>NURC, La Spezia, Italia

Underwater gliders are a special case of underwater autonomous vehicles designed to observe vast areas of the interior ocean. Buoyancy control allows vertical motions in the water column. In addition, using their hydrodynamic shape and small fins, they can project the vertical buoyancy force to move horizontally.

This combination of vertical and horizontal movements makes the glider follow a sawtooth pattern. The nominal horizontal speed is about 1 km/h. The long autonomy period at sea is the main advantage of this platform. Gliders allow autonomous and sustained collection of CTD data and biogeochemical measurements (fluorescence, oxygen, turbidity, etc) at high spatial resolution (~0.5 km) and at low cost compared to conventional methods.

We will present recent results from glider missions in the Western Mediterranean that confirm the feasibility of using coastal and deep gliders to monitor mesoscale processes in the upper ocean. Gliders have also proved to be highly robust platforms to monitor the ocean even under adverse meteorological conditions and/or in really challenging oceanic areas such as the Alborán Sea.

The Glider Unit at IMEDEA Department of Marine Technologies, Operational Oceanography and Sustainability (TMOOS) is operating gliders since 2007. The actual fleet consists of 4 Slocum gliders, one is limited to 200 m depth and three can reach 1.000 m depth.

IMEDEA-TMOOS gliders have carried out about 15 gliders missions in the western Mediterranean Sea and gathered ~6200 conductivity-temperature-depth and biogeochemical profiles.

## **REQUIREMENTS AND AVAILABLE TECHNOLOGIES FOR A TEMPERATURE AND SALINITY CALIBRATION APPLIED TO CTDs – RAIA OCEANOGRAPHIC CALIBRATION LABORATORY**

Almécija A, RAIA Group  
CETMAR, Vigo

Assuring the good performance of the instrumentation is essential to obtain reliable and comparable data from RAIA oceanographic observatory. Due to the lack of infrastructure in the region, the implementation of a calibration laboratory is an actual need for Portuguese and Spanish research institutions and administrations.

Our Oceanographic Calibration Laboratory is endowed with primary physical standards, secondary transfer standards and specific equipment to perform temperature, salinity and pressure calibrations. Starting up a temperature and salinity calibration service is a complex process, during which it is necessary to take some critical decisions that will determine the future laboratory performing capacity.

The wide variety of different kinds of instrumentation in addition to the absence of an international standard or any other official methodology makes the choice difficult. As there are not established specifications or uncertainty requirements, achieving the best balance between economic investment and available technologies is critical to ensure the future sustainability of the service. Of course, assuring the maximum calibration quality is our priority aim, according to reference documents like WOCE and the experience of acknowledged calibration laboratories (OGS-CTO and OSIL). This poster shows a global overview of the whole process.

## TWO BUOY DESIGNS FOR REAL TIME OCEANOGRAPHIC DATA ADQUISITION

González J<sup>1</sup>, Herrera JL<sup>2</sup>, Lorbada S<sup>1</sup>, Varela RA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Vigo

<sup>2</sup>IIM-CSIC, Vigo

With the aim of obtaining physical and biological real time data, two different buoy designs were developed. One design was intended for mooring locations up to 30-40 m depth where waves action could be a major factor, while the other one was developed to be moored at the inner part of estuaries, rivers or lakes.

Both systems, in spite of the differences in structural aspects and size, operate in a similar way. These systems are powered with solar energy, which allows the buoy to work autonomously. They are permanently linked to a central computer, which receives the data at 10 minutes intervals. In each of them, a series of probes and sensors can be installed to determine either hidrography/dynamics (i.e., current profilers or CTDs) or water quality (i.e., using multiparametric probes to determine pH, chlorophyll *a* concentration, turbidity, dissolved oxygen concentration, etc.). These systems provide a real time monitoring of the selected variables, allowing the implementation of an alert system for critical variables. Clear examples of its application are the monitoring of salinity or water temperature for marine cultures, or turbidity to evaluate environmental risks in engineering works developed in marine environments, as bridges construction.

In these cases, it is possible to establish critical values for the considered variables, so when these values are reached, an alert via e-mail or SMS is sent, allowing prevention both of environmental and economical losses.

## PRELIMINARY VALIDATION OF SMOS SALINITY PRODUCTS

Gourrion J<sup>1</sup>, Sabia R<sup>2</sup>, Gabarró C<sup>1</sup>, Talone M<sup>3</sup>, Martínez J<sup>1</sup>, Pérez F<sup>1</sup>, Ballabrera J<sup>2</sup>, Font J<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SMOS Barcelona Expert Centre (SMOS-BEC), Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

<sup>2</sup>SMOS-BEC, Unitat de Tecnologia Marina (UTM - CSIC), Barcelona

<sup>3</sup>SMOS-BEC, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona

The Soil Moisture and Ocean Salinity mission (SMOS) from the European Space Agency, launched in November 2009, has initiated the era of satellite-based salinity observations. However, because of the numerous geophysical contamination sources and the retrieval complexity, salinity products have a low signal-to-noise ratio at Level 2 (satellite swath-based observations). Averaging data in space and time is expected to allow a reduction of the observational error down to mission requirements (0.1 psu) at Level 3 (global maps with regular distribution). However, robust, geophysical consistency is expected to be reached at Level 4, when the SMOS salinity data is combined with data from other sources as, for example, satellite sea surface temperature, surface winds, estimates of evaporation and precipitation, and even remotely-sensed ocean color. At Level 3, salinity outputs are scrutinized on the basis of their temporal and spatial variability. A first objective is the detection of residual potential error patterns not detected at lower data processing levels (due to residual instrument calibration, external contributions from sun or galactic glint, and land contamination). Specific selection of environmental conditions is used to help distinguish the role of each factor. The second objective concerns the validation against average meridional distribution and global distribution maps. The results will help discerning other potential sources of bias coming from the salinity inversion algorithm and the imperfect forward empirical models and auxiliary information. The spatial patterns of departure from climatology are compared to spatial patterns of other geophysical parameters and anomalies. Other ongoing tasks include checking the consistency between the along-track salinities at level 2 and the spatio-temporal averages at level 3 provided by the operational Level 3/4 centre (CP34), and evaluating the expected variance reduction with increasing averaging windows. On the other hand, two strategies are foreseen at the SMOS-Barcelona Expert Centre (SMOS-BEC) to provide Level 4 salinity products: Data Fusion (combination of data from different sources to improve inferences for each product) and Data Assimilation (combination of data from different sources with a numerical model representing the dynamical evolution of the system). Preliminary results at Level 3 will be presented at the conference as well as the methodology planned for SSS Level 4 product development and validation.

## POTENCIAL DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE

Calero Quesada MC, Sánchez Garrido JC, García Lafuente J  
Grupo Oceanografía Física, Universidad de Málaga

Dentro del emergente campo de las energía renovables, nuestro país es pionero en la generación de energía eólica y se encuentra relativamente bien ubicado en el ranking de energía solar en sus dos facetas, fotovoltaica y termosolar. Otra fuente potencial de energía renovable que está prácticamente ignorada en nuestro país es el océano en sus diferentes variantes: la marea vertical, el oleaje, las corrientes de marea horizontales, los sistemas de corrientes marinas. El estudio que se presenta se centra en estas últimas.

Para que la extracción de energía a partir de ellas sea rentable y técnicamente realizable a coste razonable, es necesario que esas corrientes sean esencialmente unidireccionales y de cierta intensidad. A título de ejemplo, el flujo de energía de una corriente estable y permanente de  $1 \text{ ms}^{-1}$  (cifra de referencia a la hora de pensar en rentabilidad) es de unos  $500 \text{ Wm}^{-2}$ , de modo que una turbina de palas tipo molino eólico, cuya eficiencia alcanza valores por encima de 0.4 para turbinas de tres palas, puede extraer unos 60 kW de potencia en continuo, equivalente a 0.52 GWh al año. La turbina de tres palas orientada flujo arriba está considerada hoy día la más rentable para generar electricidad y cuando se diseña para trabajar inmersa en el mar, por razones técnicas y de coste, es deseable que mantenga una orientación fija. Nuestro estudio se centra en las zonas del Estrecho de Gibraltar donde se cumple esta condición, como en su parte este en que la unidireccionalidad tiene lugar en superficie para el flujo entrante en el Mediterráneo y en la oeste, en concreto en la zona de Espartel, en que el flujo unidireccional se corresponde con el flujo saliente y tiene lugar en profundidad. En otros puntos, los flujos de energía tienen cierta intensidad y unidireccionalidad pero ruido de fondo. Este trabajo se ha desarrollado a partir de un modelo hidrodinámico de alta resolución que ha permitido describir y cuantificar flujos de energía por medio de mapas de intensidad, unidireccionalidad, y cizalla vertical. Los datos numéricos han sido comparados con datos experimentales obtenidos a lo largo de una serie de campañas en diferentes zonas del Estrecho en el marco de los proyectos INGRES y FLEGER.

## ESTIMACIÓN ROBUSTA DE VELOCIDADES DE CORRIENTE CON ADCPs DE CUATRO TRANSDUCTORES BROAD-BAND

Gilcoto M<sup>1</sup>, Jones E<sup>2</sup>, Fariña-Busto L<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Marinas (CISC), Vigo, España

<sup>2</sup>CSIRO, Hobart, Australia

<sup>3</sup>Universidad de Vigo

En este trabajo se presenta una explicación en detalle de las hipótesis y ecuaciones tradicionalmente utilizadas en los ADCPs de cuatro transductores para transformar las velocidades radiales en las tres componentes de la velocidad de la corriente.

Estas explicaciones incluyen una pequeña disertación acerca del significado del denominado “error de velocidad” que los instrumentos de la casa RDI proporcionan y una descripción, en forma de mínimos cuadrados, de la transformación estándar entre componentes de las velocidades radiales y de corriente. Posteriormente, y para la solución estándar, se calcula la matriz de varianzas-covarianzas asociada a la solución por mínimos cuadrados.

A continuación, se presenta una nueva solución basada en mínimos cuadrados ponderados. También se muestra la matriz de varianzas-covarianzas para dicha solución por mínimos cuadrados y se prueba teóricamente que su módulo de sus elementos es más pequeño que los de la matriz asociada a la solución estándar.

Finalmente, las técnicas se aplican a un conjunto de datos de alta resolución medidos con un ADCP y la comparación de ambas técnicas muestra que la solución por mínimos cuadrados ponderados proporciona estimas de la varianza que son un 4% más bajas para el periodo completo de muestreo del ADCP (8 días) y un 7% cuando se elije un periodo más corto (12 horas) pero mucho más energético.

## **HIGH-PRECISION POLAR GPS BUOYS FOR ARCTIC SEA-ICE OCEANOGRAPHY**

Olsson M, Elosegui P, SATICE Project Consortium

Institute for Space Sciences (ICE/CSIC-IEEC) and Marine Technology Unit (UTM/CMIMA/CSIC), Barcelona

Sea ice in the Arctic Ocean is undergoing rapid change, with sea ice extension reduced by 50% in the last 30 years, sea ice thickness plummeted by 40%, and models significantly underrepresenting this ongoing reduction, both temporally and spatially.

To understand the processes at play and to improve models, it is essential to obtain high-precision, long-term observations of sea ice variation over pan-Arctic spatial scales. As part of the “Arctic Ocean Sea-ice and Ocean Circulation Changes Using Satellite Methods” (SATICE) Project, we are developing a polar GPS buoys capable of monitoring three-dimensional motions of the sea ice surface with cm-level accuracy and a temporal resolution of up to 1 Hz. Besides investigating sea ice dynamics, the strategic deployment of a network of these systems will allow us to improve tidal models and ocean dynamic topography in the Arctic Ocean, and to calibrate satellite missions focused on sea ice freeboard and mass balance estimates, such as Cryosat-2.

We will describe these systems and discuss how they will be used to address sea ice oceanography in the Arctic Ocean

## **TASA DE SEDIMENTACIÓN DURANTE EL ARADO SUBACUÁTICO EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DEL GASEODUCTO DE INTERCONEXIÓN PENÍNSULA-BALEARES (ATERRAJE MALLORCA)**

Llucilà P. Martínez H

Tecnoambiente S.L, Departamento de Oceanografía, Barcelona

La empresa Tecnoambiente S.L, como parte contratada para desarrollar el Plan de Vigilancia Ambiental durante la construcción del gaseoducto en el tramo de aterraje en Mallorca (islas Baleares), desarrolló un método de muestreo para conocer la tasa de sedimentación en tiempo real durante la fase de Arado subacuático. Dos embarcaciones caracterizaron el agua de mar en ambos lados de la zanja con 4 CTD (SeaBird 19plus) y sensores de turbidez (FTU y mg/l) así como sistemas de posicionamiento de alta resolución (Hypack) para la coordinación con los avances del buque Far Sovereign (SAIPEM), responsable del arado.

Los trabajos se realizaron entre la batimétrica de -13m y la de -40m, a lo largo de 4950m de longitud, enfrente de Es Carnatge, Bahía de Palma, Palma de Mallorca en el mes de Enero de 2009.

Los resultados de turbidez durante el intenso pero corto trabajo de arado demostraron que concentraciones superiores a 20mg/l tendían a decrecer hasta valores inferiores a 5mg/l con periodos inferiores a 24 horas, con ninguna o casi ninguna afectación para la fotosíntesis de las praderas de *Posidonia oceanica* de la zona.

## **BOYA INSTRUMENTADA PARA REGISTRO Y TRANSMISION DE DATOS EN TIEMPO REAL**

Fernández P, Salvador J, Juliá A

Institut de Ciencies del Mar, CSIC, Barcelona

En este trabajo se describe el diseño y la construcción de una boya instrumentada que transmite los datos registrados en tiempo real vía satélite. El diseño mecánico se adapta a los estándares WOCE (esfera de 40 cm de diámetro).

El diseño electrónico está basado en la idea de modularidad, lo que permite utilizar los cuatro sistemas satelitales disponibles en la actualidad para transmisión de datos ( Argos, Orbcmm, GlobalStar e Iridium). La boya se ha utilizado tanto en estudios Eulerianos en varias localidades (Cap de Creus, Cataluña; Las Cruces, Chile; Manzanillo, México) como Lagrangianos (Proyectos CANOA y MOC2), registrándose series temporales de datos y posición con autonomía de hasta 18 meses.

El instrumento de medida con el que se ha trabajado hasta ahora es de la casa SeaBird, modelo microcat SBE 37 SI. Adaptado en la boya puede registrar salinidad y temperatura a 50 cm por debajo de la superficie del mar. Para los estudios Lagrangianos, se ha utilizado un diseño que permite medir la temperatura y salinidad a 100 metros de profundidad.

El material en que está inyectada la boya es polipropileno cargado con fibra de vidrio lo que le proporciona unas características físico-químicas idóneas para el medio marino.

Se presentan los diferentes resultados obtenidos con las diversas boyas Lagrangianas y Eulerianas instaladas en distintas ubicaciones del planeta.

# **ÍNDICE DE CONFERENCIANTES**



<i>Autor y afiliación</i>	<i>Página</i>
Abascal AJ. IH Cantabria	137
Aguiar E. U. Vigo	59
Aguiar-González B. Dpto. de Física, ULPGC	35
Almécija A. CETMAR	175
Alonso-Muñoyerro M. Puertos del Estado	133
Álvarez Fanjul E. Puertos del Estado	113
Alzorriz N. Azti-Tecnalia	141
Arcos-Pulido M. Dpto. de Física, ULPGC	86
Aznar R. Puertos del Estado	147
Ballabrera J. UTM-CSIC	112
Barahona D. Dpto. de Geofísica, Universidad de Concepción, Chile	34
Barreiro González B. IIM-CSIC	26
Barton ED. IIM-CSIC	39,119
Benazzouz A. Institut National de Recherche Halieutique, Maroc	76
Benítez-Barrios V. ULPGC	155
Biescas B. UTM-CSIC	30
Caballero A. Azti-Tecnalia	66
Calero Quesada MC. Grupo Oceanografía Física, Univ. de Málaga	178
Candela J. CICESE	65
Cano D. Centro Oceanográfico de Santander, IEO	126
Carracedo LI. IIM-CSIC	94
Castellanos P. ICM-CSIC	92
Cencillo L. GRAFINTA S.A.	167
Claret M. ICM-CSIC	84
Cobas García M IEO	57
De La Fuente P. ICM-CSIC	88
De la Granda F. IIM-CSIC	60
Elosegui P. UTM-CMIMA-CSIC	171
Emelianov M. ICM-CSIC	83
Espejo A. IH Cantabria	135
Espino M. LIM/UPC	44
Estrada-Allis S. ULPGC & CIIMAR	109
Fernández J. SIMO	45
Fernández P. ICM-CSIC	182
Fernández V. Qualitas Remos S.A.	115

<i>Autor y afiliación</i>	<i>Página</i>
Flores T. Aanderaa Data Instruments, Gandía	172
Font J. ICM-CSIC	162
Forcén-Vázquez A. Univ. Católica de Valencia "San Vicente Mártir"	62
Fraille-Nuez E. Centro Oceanográfico de Canarias, IEO	142
Gabarró C. SMOS-BEC, ICM – CSIC	163
Garau B. SOCIB	123
García Quintana Y. Univ. Católica de Valencia "San Vicente Mártir"	55
García Sotillo M. Puertos del Estado	114
Garzoli S. Physical Oceanography Division, NOAA/AOML, Miami	91
Gasser M. ICM-CSIC	140
Gilcoto M. IIM-CISC	179
Gomis D. IMEDEA (CSIC-UIB)	145
González J. Univ. de Vigo	176
González-Pola C. IEO, Gijón	152
Gourrion J. SMOS-BEC, ICM-CSIC	177
Graña R. Univ. de Vigo	27
Grifoll M. LIM/UPC	111
Hernández F. IRD/Mercator Océan, Toulouse	107
Hernández-Arencibia M. Dpto. de Física, ULPGC	87
Herrera JL. IIM-CSIC, Vigo	168
Herrero C. ICM-CSIC	158
Isern-Fontanet J. Institut Català de Ciències del Clima	67
Izaguirre C. IH Cantabria	134
Jaramillo A. Univ. de Medellín, Colombia	58
Jordà G. IMEDEA (UIB-CSIC)	150
Jordi A. IMEDEA (UIB-CSIC)	127
Laiz I. Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía-CSIC	96
Lavín A. Centro Oceanográfico de Santander, IEO	125
Llanillo P. ICM-CSIC	98
Llucià P. Tecnoambiente S. L.	181
López L. Univ. de Cádiz	110
López Bao I. Univ. de Vigo	48
López Marco J. LIM/UPC	53
López-Castejón F. Technical University of Cartagena	52
Orbada S. Univ. de Vigo	50

<i>Autor y afiliación</i>	<i>Página</i>
Lorenzoni L. Univ. of South Florida	54
Machín F. ULPGC	99
Mader J. AZTI-Tecnalia	116
Madrigal R. LIM/UPC	169
Mancho AM. ICMAT-CSIC	69
Marrero-Díaz MA. Dpto. de Física, ULPGC	79
Martín Míguez B. CETMAR	120
Martín M. Facultad CC Físicas, UCM	103
Martínez-Ledesma M. IMEDEA-CSIC-UIB	173
Mason E. ICM-CSIC	85
Melo-Costa P. MeteoGalicia	121
Meunier T. Laboratoire de Physique de l'Océan, Univ. de Bretagne Occidentale	75
Muller-Karger FE. College of Marine Sciences, Florida	73
Muñoz Caravaca A. CEAC	40
Naranjo C. Grupo de Oceanografía Física, Univ. de Málaga	78
Ocampo-Torres FJ. Dpto. de Oceanografía Física, CICESE	29
Olsson M. IES y UTM, CSIC	180
Otero P. IEO	49
Palmer M. IMEDEA-CSIC	80
Parrilla G. IEO	71
Pascual A. IMEDEA (CSIC-UIB)	82
Pastor M. ICM-CSIC	156
Payo A. SIDMAR Estudios y Servicios Oceanográficos S. L.	170
Pelegrí JL. ICM-CSIC	101,153
Peña-Izquierdo J. ICM-CSIC	102
Pérez B. Puertos del Estado	138
Pérez-Hernández MD. Facultad de Ciencias del Mar, ULPGC	97
Pérez-Muñuzuri V. MeteoGalicia	117
Piedracoba S. IIM-CSIC	136
Plomaritis T. Dpto. CC.de la Tierra, Univ. de Cádiz	46
Ponce de León Álvarez S. IMEDEA (CSIC-UIB)	128
Portabella M. UTM- CSIC	165
Prieto Bravo E. IEO , Gijón	95
Reguero BG. Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria	139
Renault L. SOCIB- IMEDEA-CSIC	108

<i>Autor y afiliación</i>	<i>Página</i>
Rodríguez-Santana A. Dpto. de Física, ULPGC	25,31,32,33
Roget E. Grup de Física Ambiental, Univ. de Girona	28
Rosell Fieschi M. ICM-CSIC	93
Ruiz Villarreal M. IEO	74
Ruiz S. IMEDEA-CSIC-UIB	174
Salat, J. ICM-CSIC	149,161
Salinas, CA. ULPGC	154
Sánchez-Arcilla, A. LIM/UPC	47
Sánchez-Leal, RF. IEO	68
Sánchez-Román, A. Grupo de Oceanografía Física, Univ. de Málaga	61,77
Santos, F. Environmental Physics Laboratory, Univ. de Vigo	151
Solé, J. ICM-CSIC	41
Somavilla R. IEO Santander	81
Soto-Navarro, J. Grupo de Oceanografía Física, Univ. de Málaga	157
Talone, M. ICM-CSIC	100
Tintoré, J. SOCIB and IMEDEA-CSIC-UIB	118
Turiel, A. ICM-CSIC	164
Varela, R. Univ. de Vigo	166
Vidal, J. Centro Andaluz de Ciencia y Tecnologías Marinas, Univ. de Cádiz	51
Vidal-Vijande, E. IMEDEA (CSIC-UIB)	148
Vila Taboada, B. Tragsatec	122
Vilaclara i Ribas, E. Servei Meteorològic de Catalunya	131
Villacieros-Robineau, N. IIM-CSIC	36
Víúdez, A. ICM-CSIC	70
Vizoso, G. IMEDEA-CSIC	42
Zaballos, JA. Puertos del Estado	124



