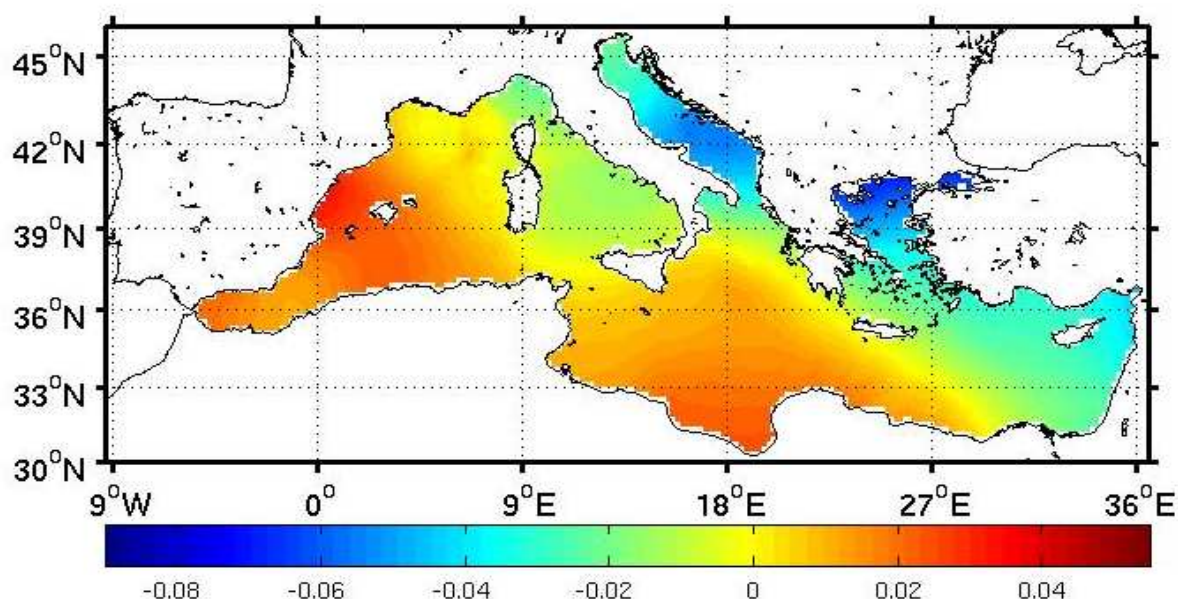




Tendència de la temperatura superficial (°C/any) calculada per al període 1945-2000 en cadascun dels punts de la climatologia MEDAR.

Projeccions marines per al segle XXI

Un grup d'investigadors de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA) analitzarà els escenaris climàtics dels pròxims cent anys per al litoral mediterrani i atlàntic de l'Estat espanyol. Estudiaran els canvis més probables en el nivell de la mar, la temperatura i la salinitat de l'aigua o l'ocurrència de tempestes a partir de diferents hipòtesis d'evolució de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera

Palma. Març de 2010

Un grup d'investigadors de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA), un centre mixt d'investigació entre la Universitat de les Illes Balears (UIB) i el Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC), està treballant en la generació de projeccions per al litoral de la Mediterrània i les costes atlàntiques ibèriques de cara al segle XXI. L'objectiu d'aquest projecte és predir quins seran els valors de les principals variables oceanogràfiques sota diferents supòsits d'emissions de gasos d'efecte hivernacle per part de la humanitat. La investigació pretén estimar com evolucionaran la temperatura, la salinitat, els corrents marítics, el nivell de la mar i l'onatge en el litoral espanyol al llarg d'aquest segle.

El grup d'investigadors està dirigit per Damià Gomis Bosch, professor del Departament de Física de la UIB adscrit a l'IMEDEA, i en fan part Marta Marcos, Gabriel Jordà, Francesc M. Calafat i Michael Tsimplis. El coneixement que generarà la seva feina és fonamental per a les regions costaneres i de manera especial per a les costes de l'Estat espanyol, ja que bona part de l'economia se sustenta en activitats que depenen del litoral. El projecte permetrà avaluar els corresponents impactes físics d'aquests canvis sobre la costa i també sobre els

Divulgació de la recerca – Universitat de les Illes Balears

ecosistemes, tant costaners com de mar oberta. Aquesta informació és essencial a l'hora d'elaborar previsions o projectes en àmbits com la gestió ambiental, l'ecologia marina o el disseny de platges i d'infraestructures costaneres.

La investigació neix de la confluència d'interessos entre l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET), Ports de l'Estat (l'organisme públic encarregat de la gestió del sistema portuari estatal) i l'IMEDEA. De fet, és la continuïtat natural de projectes anteriors com el VANIMEDAT, en els quals el centre de recerca de la UIB ja ha comptat amb la col·laboració de Ports de l'Estat. Els estudis actuals tenen vessants complementàries: una d'investigació, finançada a través d'un projecte del Pla Nacional d'Investigació Científica, Desenvolupament i Innovació Tecnològica (VANIMEDAT 2), i una vessant més aplicada i destinada a oferir productes als usuaris, finançada a través d'un conveni amb Ports de l'Estat i l'AEMET.

De l'àmbit global al regional

En l'àmbit mundial es disposa dels resultats dels models globals utilitzats pel Panel Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic (IPCC, en anglès), un organisme creat per l'Organització de les Nacions Unides (ONU) i l'Organització Meteorològica Mundial (OMM) per analitzar la informació sobre el canvi climàtic i els seus riscos. Ara bé, aquests models són fiables en l'àmbit global, però en el terreny regional esdevé necessari crear models de més alta resolució espacial. Això és especialment important a la mar Mediterrània, l'evolució de la qual depèn en bona mesura de processos de petita escala, com ara els intercanvis a través de l'estret Gibraltar, que no són resolts de manera satisfactòria pels models globals.



Els investigadors del projecte Francesc M. Calafat, Gabriel Jordà, Damià Gomis i Marta Marcos.

Se sap, per exemple, que el nivell de la mar està augmentant globalment a un ritme de 2 mil·límetres cada any, i els models climàtics prediuen que aquest ritme s'accelerarà durant aquest segle. Concretament, segons l'IPCC, cap a finals d'aquest segle el nivell de la mar podria situar-se entre 20 i 90 centímetres per sobre del nivell actual. Ara bé, no s'espera que

Divulgació de la recerca – Universitat de les Illes Balears

aquest increment sigui uniforme en tot el planeta, sinó que dependrà dels canvis que es produeixin en el forçament atmosfèric regional i en la circulació marina. Un dels aspectes prioritaris de l'estudi, a més de predir l'evolució del nivell de la mar en el cas particular de la Mediterrània, és quantificar cadascun dels processos que donen lloc a aquesta evolució: l'increment de massa derivat de la fusió dels gels continentals, les variacions de volum derivades de canvis en la temperatura i salinitat dels oceans (la denominada contribució estèrica) i la contribució atmosfèrica i els vents. Mentre el component de massa és essencialment global, les contribucions atmosfèrica i estèrica tenen un fort component regional.

Un exemple de les diferències regionals en l'evolució de les diferents variables la tenim en l'evolució del nivell de la mar observada durant les darreres dècades. Diferents estudis assenyalen que durant la segona meitat del segle XX (1960-2000) el nivell de la mar ha pujat molt menys en la zona mediterrània (0.3 ± 0.2 mm/any, és a dir, 1.2 cm en quaranta anys) que globalment (1.5 ± 0.2 mm/any, és a dir, 6 cm en quaranta anys). L'explicació resideix en dos factors: d'una banda, la pressió atmosfèrica sobre el sud d'Europa experimentà un augment significatiu entre els anys seixanta i noranta, la qual cosa provocà una contribució negativa en el nivell de la mar de -0.6 ± 0.1 mm/any; d'altra banda, la contribució estèrica també ha estat negativa, a causa de l'increment de la salinitat observada a la Mediterrània.

Si s'hagués de fer menció d'alguna qüestió fonamental que encara no hagi estat resolta en el tema del nivell de la mar, aquesta seria l'augment de massa. Aquest component es pot mesurar directament només a partir de 2002, però no es tenen dades fiables de les dècades anteriors, per a les quals l'increment de massa o bé s'ha de deduir restant els altres components del nivell de la mar total, o bé s'ha de partir de models que intenten quantificar quant de gel continental s'ha fos i ha passat a la mar.

Els efectes de la variabilitat

Les variacions de la temperatura o del nivell de la mar tenen un impacte mediambiental i socioeconòmic important per a les regions costaneres. En el cas de la temperatura, els riscos provenen de l'impacte sobre els ecosistemes (migracions de poblacions de peixos i mortalitat d'espècies que no poden migrar amb rapidesa, com ara la posidònia). Quant al nivell de la mar, els riscos provenen de dos tipus de fenòmens: la pujada lenta però continuada del nivell mitjà i la possible alteració en la distribució i naturalesa dels fenòmens extrems. Per predir millor aquests impactes i, si és possible, dissenyar estratègies de mitigació, es fa necessari un millor coneixement d'ambdós fenòmens.

Es tracta, per tant, d'un projecte amb un impacte previsible. Les implicacions socioeconòmiques de l'evolució de les variables físiques oceàniques són especialment importants per a un país com el nostre, en el qual les activitats desenvolupades en el litoral tenen un pes important. Si el projecte té èxit, es disposarà per primera vegada de prediccions regionals sota diferents supòsits d'emissions de gasos hivernacle. Els resultats es posaran a disposició del públic al final del projecte, de manera que puguin ser utilitzats lliurement tant en l'àmbit científic com de gestió. Amb aquesta finalitat, s'ha proposat sintetitzar la informació obtinguda de manera que pugui ser fàcilment assimilada per agents externs al sistema científic. Un exemple d'aquesta tramesa de resultats és l'aplicació al projecte de remodelació de la Platja de Palma, en el qual també participa el mateix grup de persones juntament amb altres investigadors de l'IMEDEA.

Divulgació de la recerca – Universitat de les Illes Balears

Un aspecte que cal remarcar és que les aplicacions climàtiques que s'obtenen estan sotmeses a incerteses importants. En primer lloc, els investigadors han de treballar amb diferents hipòtesis sobre el comportament de la humanitat durant el segle XXI en relació amb les emissions de gasos d'efecte hivernacle. El que es fa és obtenir les possibles variacions en les variables oceanogràfiques per a distints escenaris d'emissions, des dels considerats "optimistes" fins als considerats "pessimistes".

Una altra font d'incertesa són els models numèrics de predicció, cada cop més sofisticats i complexos, però que sempre són al cap i a la fi una simplificació de la realitat. En el cas de la temperatura, la salinitat i els corrents marins s'empren models en tres dimensions. Són integracions numèriques complexes i llargues: per a un model que abasti la Mediterrània i un petit sector de l'oceà Atlàntic que inclou les costes espanyoles, una projecció de 100 anys sota un escenari concret requereix de l'ordre de dos mesos de càlcul en una supercomputadora, com la Mare Nostrum, que és l'ordinador més potent de l'Estat espanyol i està ubicat al Barcelona Supercomputing Center (BSC). Les projeccions de l'onatge i de l'efecte de pressió i vent sobre el nivell de la mar són menys costoses, pel fet de ser bidimensionals. A tot això cal afegir-hi la feina d'investigació i desenvolupament per garantir que els models reproduïen els principals processos físics de la regió d'estudi.

En tots els casos, per estudiar la variabilitat de la mar s'empren resultats de models atmosfèrics, que donen valors dels intercanvis de calor atmosfera-oceà, pressió atmosfèrica, vent, etc. (obtinguts també per a cadascun dels escenaris d'emissions). La dependència respecte dels resultats atmosfèrics és crítica: si aquests no reflecteixen l'estadística real de l'atmosfera sota cada escenari, els models oceanogràfics difícilment reflectiran la variabilitat de la mar. Cal insistir de totes maneres en el fet estadístic: per posar un exemple, no es pot predir de cap manera la temperatura de dia 15 de novembre de 2097, però sí que s'espera que els valors de mitjana (espacials i temporals) reflecteixin els canvis més importants derivats de la presència de gasos d'efecte hivernacle en l'atmosfera. Allò que interessa estimar és, per exemple, quant pujarà la temperatura mitjana, el nivell mitjà de la mar o si s'espera que augmenti la freqüència i intensitat de les tempestes.

Divulgació de la recerca – Universitat de les Illes Balears

Projectes relacionats amb la recerca

Obtención de escenarios climáticos marinos para el siglo XXI en el Mediterráneo y en el Atlántico nororiental. Pla nacional, MICINN. Projecte coordinat amb un altre de Ports de l'Estat. Referència: CTM2009-10163-C02-01

Caracterización de la evolución climática de parámetros marinos trascendentes para la actividad portuaria. Conveni amb Ports de l'Estat i l'AEMET.

Equip investigador

Doctor Damià Gomis Bosch (investigador responsable)

Departament de Física

Edifici Mateu Orfila i Rotger

Campus universitari

Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA)

Esporles

Telèfon: 971 17 32 36 / 971 61 17 58

E-mail: damia.gomis@uib.cat

Col·laboradors

Marta Marcos Moreno, contractada RyC, IMEDEA.

Gabriel Jordà Sánchez, contractat projecte, IMEDEA.

Francesc M. Calafat, becari FPI, IMEDEA.

Michael Tsimplis, investigador, National Oceanographic Centre (Southampton, RU).

Publicacions relacionadas amb el tema

Calafat, F. M., D. Gomis, 2009: «Reconstruction of Mediterranean sea level fields for the period 1945-2000». *Global and Planetary Change*, 66 (3-4), 225-234

Calafat, F. M., D. Gomis, M. Marcos, 2009: «Comparison of Mediterranean Sea levels fields for the period 1961-2000 as given by a data reconstruction and a 3D model». *Global and Planetary Change*, 68 (3), 175-184.

Gomis, D., M. N. Tsimplis, B. Martín-Míguez, A. W. Ratsimandresy, J. García-Lafuente, S. A. Josey, 2006: «Mediterranean Sea level and barotropic flow through the Strait of Gibraltar for the period 1958-2001 and reconstructed since 1659». *J. Geophys. Res.* 111, C11005, doi:10.1029/2005JC003186 (2006).

Gomis, D., S. Ruiz, M. G. Sotillo, E. Álvarez-Fanjul, J. Terradas, 2008: «Low frequency Mediterranean sea level variability: the contribution of atmospheric pressure and wind». *Global and Planetary Change*, 63 (2-3), 215-229.

Marcos, M., M. Tsimplis, 2007: «Variations of the seasonal sea level cycle in Southern Europe». *J. Geophys. Res.*, 112, C12011, doi:10.1029/2006JC004049.

Marcos, M., M. Tsimplis, 2007: «Forcing of coastal sea-level rise patterns in the North Atlantic and the Mediterranean Sea». *Geophys. Res. Lett.*, 34, L18604, doi:10.1029/2007GL030641.

Divulgació de la recerca – Universitat de les Illes Balears

- Marcos, M., M. Tsimplis, 2008: «Coastal sea level trends in Southern Europe». *Geophys. J. Internat.*, 175, 70-82, doi:10.1111/j.1365-246X.2008.03892.x.
- Marcos, M., M. Tsimplis, 2008: «Comparison of results of AOGCMs in the Mediterranean Sea during the 21st century». *J. Geophys. Res.*, 113, C12028, doi:10.1029/2008JC004820.
- Marcos, M., M. Tsimplis, A. G. P. Shaw, 2009: «Sea level extremes in Southern Europe». *J. Geophys. Res.*, 114, C01007, doi:10.1029/2008JC004912.
- Pascual, A., M. Marcos, D. Gomis, 2008: «Comparing the sea level response to pressure and wind forcing of two barotropic models: validation with tide gauge and altimetry data». *J. Geophys. Res.*, 113, C07011, doi:10.1029/2007JC004459.
- Perez, F., I. Bladé, I. Cacho, Y. Castro, D. Gomis, P. Gonzalez- Samperiz, G. Miguez-Macho, B. Rodríguez-Fonseca, C. Rodríguez-Puebla, E. Sánchez, M. G. Sotillo, B. Valero-Garces, M. Vargas, 2010: *Clima en España. Pasado, presente y futuro*. Ed. Fiz F. Pérez y Roberta Boscolo.
- Ruiz, S., D. Gomis, M. G. Sotillo, S. A. Josey, 2007: «Characterization of surface heat fluxes in the Mediterranean Sea from a 44 year high-resolution atmospheric data set». *Global and Planetary Change*, doi:10.1016/j.gloplacha.2007.12.002.
- Tsimplis, M. N., M. Marcos, S. Somot, 2008: «21st century Mediterranean sea level rise: Steric and atmospheric pressure contributions from a regional model». *Global and Planetary Change*, 63, 105-111.
- Tsimplis, M. N., M. Marcos, S. Somot, B. Barnier, 2008: «Sea level forcing in the Mediterranean Sea between 1960-2000». *Global and Planetary Change*, 63, 325-332.
- Tsimplis, M., M. Marcos, J. Colin, S. Somot, A. Pascual, A.G.P. Shaw, 2009: «Sea level variability in the Mediterranean Sea during the 1990s on the basis of two 2d and one 3d model». *J. Mar. Sys.*, 78, 109-123.
- Vargas, M., M. C. García, F. Moya, E. Tel, G. Parrilla, F. Plaza, A. Lavín, M. J. García, J. Salat, J. Pascual, J. García-Lafuente, D. Gomis, E. Álvarez, M. García-Sotillo, C. González-Pola, F. Polvorinos, E. Fraile, 2008: *Cambio Climático en el Mediterráneo Español*.