

Valoración de los impactos del cambio climático en el Mediterráneo: evidencias, incertidumbres y escenarios

Climent Ramis

El Centro de Investigación para la Paz (CIP-Ecosocial) es un espacio de reflexión que analiza los retos de la sostenibilidad, la cohesión social, la calidad de la democracia y la paz en la sociedad actual, desde una perspectiva crítica y transdisciplinar.

Centro de Investigación para la Paz (CIP-Ecosocial)
C/ Duque de Sesto 40, 28009 Madrid

Tel.: 91 576 32 99 - Fax: 91 577 47 26 - cip@fuhem.es - www.cip.fuhem.es

Valoración de los impactos del cambio climático en el Mediterráneo: evidencias, incertidumbres y escenarios

Climent Ramis

Grupo de Meteorología. Departamento de Física.
Universidad de las Illes Balears. Palma de Mallorca

1. Introducción

El clima mediterráneo está caracterizado por unos inviernos relativamente húmedos con temperaturas suaves y unos veranos secos y cálidos. De este régimen climático participan todos los territorios que rodean el mar Mediterráneo, consecuencia de la influencia de los principales sistemas meteorológicos que controlan el tiempo en esta región: el anticiclón de las Azores, especialmente en su parte occidental y central, y el frente polar además de las depresiones que se forman en el propio Mediterráneo, considerado como una de las zonas más ciclogénicas del mundo. El propio mar Mediterráneo adquiere durante el verano unas temperaturas altas, con algunas excepciones muy localizadas. Todas estas características han convertido las zonas costeras del Mediterráneo en polos turísticos, algunos con un desarrollo espectacular.

Por su situación geográfica y por la sensibilidad a las variaciones latitudinales que experimentan los sistemas meteorológicos controladores indicados, la región mediterránea es especialmente sensible a los cambios climáticos. Varias son las razones que la hacen vulnerable a estos cambios, entre las cuales se pueden citar la concentración de población y de sectores como el industrial y el turístico en las zonas costeras. El propio mar también es especialmente sensible a los impactos que pueden resultar de modificaciones físicas y químicas del medio y, en consecuencia, de las condiciones en las que se desarrolla flora y fauna marinas.

En los apartados siguientes se describirán brevemente algunos de los impactos que el cambio climático puede tener sobre la región mediterránea durante este siglo, al mismo tiempo que se pondrán de manifiesto algunas incertidumbres que hacen difícil inferir conclusiones concretas. El AR4 del IPCC constituye el eje fundamental para las cuestiones que continúan.

2. Temperatura

2.1. Evidencias de cambio

El calentamiento global observado durante el siglo pasado, especialmente durante los últimos 50 años (0.13 °C/década), también se ha producido de forma más acentuada en la región mediterránea. Contrariamente a lo que sucede en el norte de Europa donde los aumentos de temperatura más notables se producen en invierno, en la región mediterránea se producen en primavera y verano. Además estos aumentos son mayores que los observados en otras regiones de la misma latitud. En concreto, en las Islas Baleares durante el período 1976-2006 se han observado aumentos de la temperatura máxima media a un ritmo de 0.67 °C/década para el verano (JJA) y de 0.79 °C/década para la primavera (MAM). La mayor tendencia se ha observado en las temperatura mínima media en verano, con un valor de 0.80 °C/década (Figura 1).

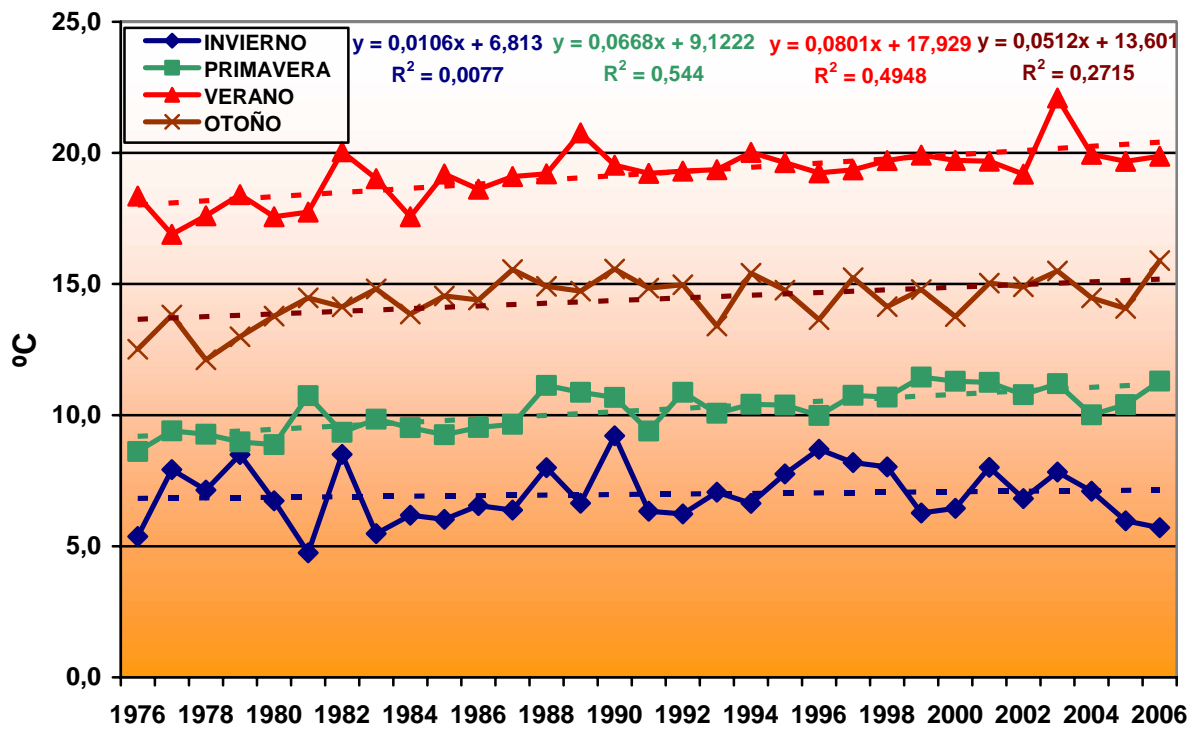


Figura 1.- Tendencias de las temperaturas mínimas medias estacionales en las Islas Baleares desde 1976 a 2006. Los correspondientes ajustes lineales y coeficientes de determinación están indicados.

La temperatura de la superficie del mar en el Mediterráneo occidental ha aumentado en los últimos décadas del orden de 0.5 °C, habiéndose observado aumentos, aunque menores, hasta los 1000 m de profundidad.

2.2. Proyecciones

Las simulaciones realizadas en el proyecto PRUDENCE con modelos climáticos regionales (RCM) indican que en la zona mediterránea, durante este siglo, las temperaturas continuarán aumentando probablemente a un ritmo superior a la media global y a la media europea de tal manera que en pocas décadas este aumento puede hacerse muy evidente (Figura 2).

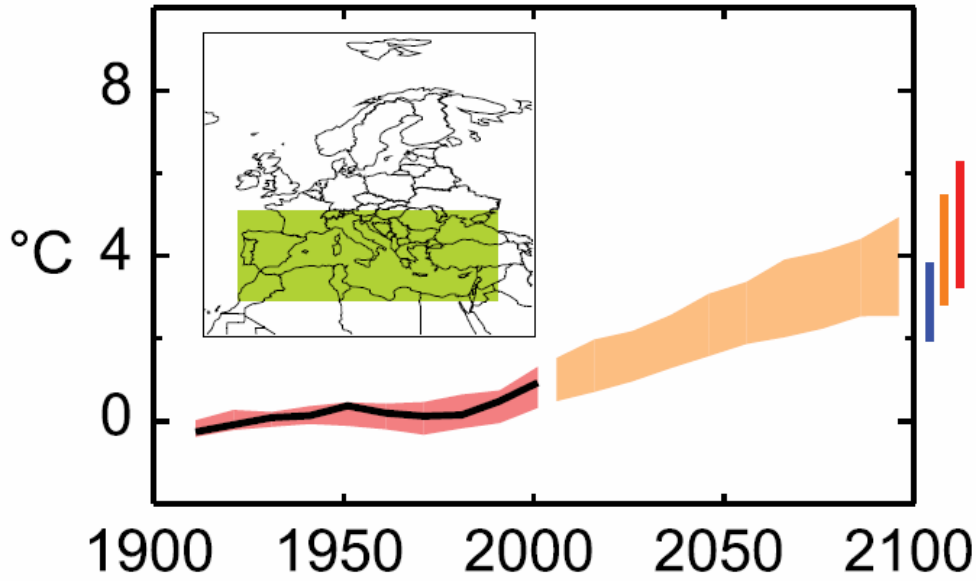


Figura 2.- Anomalías de las temperaturas observadas (negro), simuladas (banda roja) y pronosticadas con respecto al periodo 1901-1950 en la región mediterránea. Las líneas verticales representan los rangos de los cambios proyectados para el periodo 2091-2100 para el escenario B1 (azul), el escenario A1B (naranja) y el escenario A2 (rojo). (De IPCC (2007))

El calentamiento será más notable durante el verano, puede exceder los 6 °C en el sur de Francia y este de España (Figura 3).

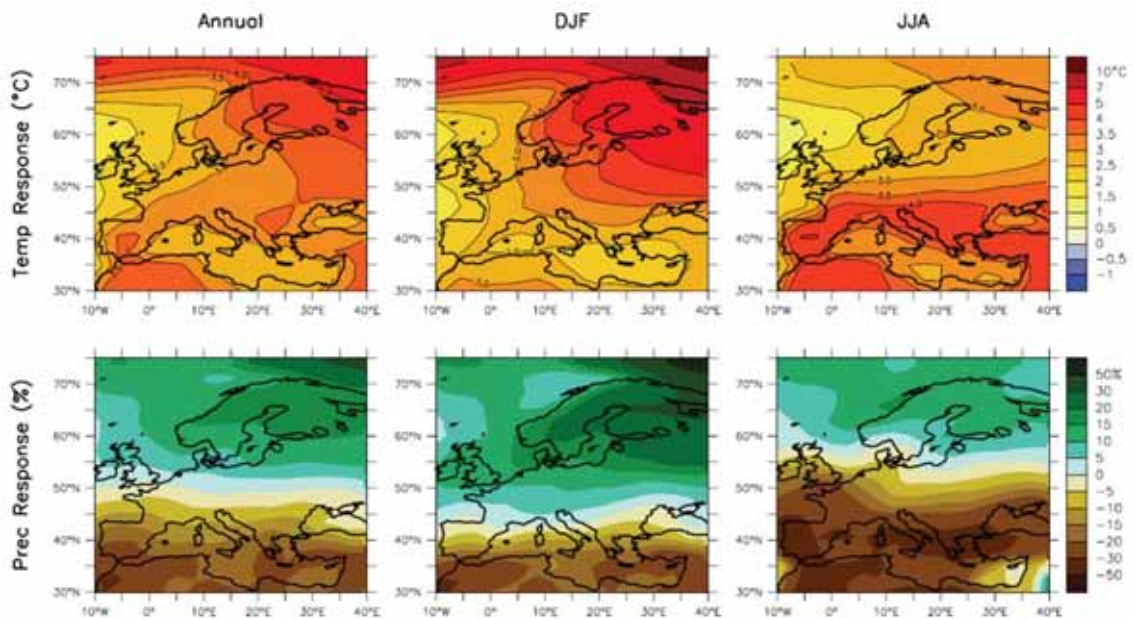


Figura 3.- Variaciones de temperatura y de precipitación en Europa según simulaciones con el escenario A1B. Línea superior: cambio de temperatura media anual, hivernal (DJF) y estival (JJA) entre 1980-1999 y 2080-2099. Línea inferior: como la superior pero para el cambio porcentual de precipitación (De IPCC (2007))

El valor medio del calentamiento hacia final de siglo para la región europea, al considerar el escenario SRES A1B (para la definición de los escenarios de emisiones, véase <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.htm>), varía desde 2.2 °C a 5.1 °C, con el B2 entre 1 °C y 4 °C, con los mayores aumentos de temperatura durante el verano. Otros experimentos, con el escenario A1FI (el menos respetuoso con el medio ambiente) indican

calentamientos tan grandes como 9 °C en el norte de África. Sin embargo existen incertidumbres importantes, ya que las anomalías de temperatura media estacional pueden diferir en un factor 3 al considerar diferentes modelos.

Se pronostican olas de calor más frecuentes y prolongadas que las observadas actualmente, especialmente con el escenario SRES A2, con los problemas de salud que conlleva la presencia de altas temperaturas durante muchos días. La ola de calor que registró Europa central y el Mediterráneo en 2003 (Figura 4) es un ejemplo de las anomalías de temperatura esperables cuyo impacto sobre la población puede traducirse en un aumento de las defunciones.

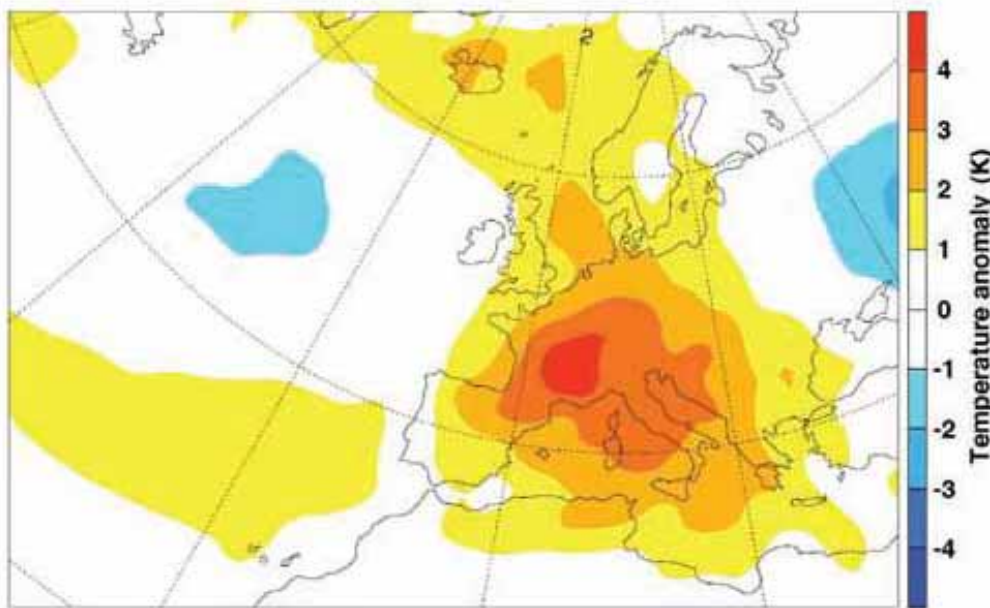


Figura 4.- Anomalías de temperatura correspondientes a la ola de calor del verano de 2003 (De IPCC (2007)).

Consecuencia de este calentamiento se espera que las demandas energéticas para calefacción disminuyan apreciablemente y, sin embargo, aumenten fuertemente las demandas para refrigeración. Es muy probable que los máximos en la demanda energética se trasladen de invierno a verano.

La zona mediterránea como polo turístico puede verse especialmente afectada con un cambio estacional en la demanda vacacional. Las zonas costeras probablemente tendrán la máxima afluencia en primavera y otoño, con una disminución en verano.

Algunos impactos pueden ser beneficiosos en ciertos aspectos. La disminución de días fríos puede resultar positiva para la salud. Ciertamente el aumento de días calurosos tendrá un impacto negativo, de tal manera que en conjunto este impacto térmico no puede considerarse positivo.

Se pronostica que el mar Mediterráneo experimentará un aumento significativo de la temperatura superficial. La Figura 5 muestra la temperatura media actual para el mes de septiembre y la temperatura media pronosticada para el mismo mes para finales de siglo. Todos los modelos muestran un pronóstico parecido. Puede observarse un aumento notable tanto en la zona occidental como la oriental. Este aumento de temperatura es superior al pronosticado para el mar Caribe, de tal manera que para finales de siglo ambos mares pueden tener temperaturas muy parecidas en verano.

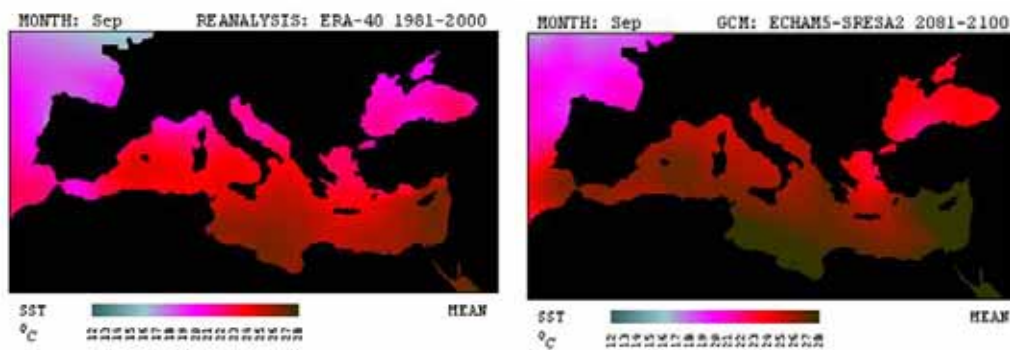


Figura 5.- Temperatura media de la superficie del mar (SST) observada el mes de Septiembre entre 1981 y 2000 según el reanálisis ERA-40 (izquierda) y la proyectada para el período 2081 a 2100 con el modelo ECHAM5 (derecha) con el escenario A2 (Cortesía de R. Romero).

Uno de los posibles impactos, obtenido con RCMs, es el aumento del número de ciclones de pequeño tamaño con características semejantes a los ciclones tropicales que se forman sobre el mar, conocidos como medicanes (Figura 6), que llevan asociados vientos fuertes. El aumento de la temperatura del aire permitirá que éste contenga más cantidad de vapor de agua y un mar más caliente favorecerá la evaporación. En estas condiciones las perturbaciones ciclónicas de pequeñas dimensiones encontrarán un ambiente favorable para profundizarse por la liberación de calor latente en las nubes convectivas que se forman en la perturbación.

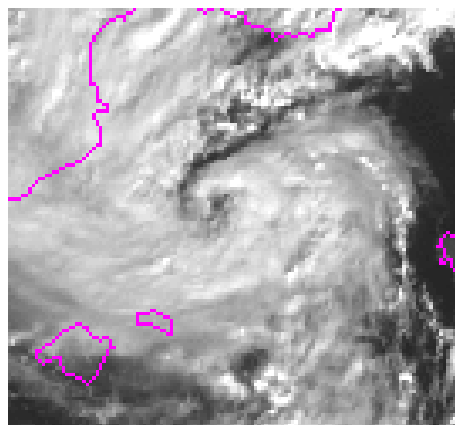


Figura 6.- Imagen IR del Meteosat de un ciclón de pequeñas dimensiones o medicane formado al norte de las Islas Baleares el 10 de diciembre de 1996.

3. Recursos hídricos

3.1 Observación

Las observaciones de precipitación en la región mediterránea demuestran que a lo largo del siglo XX se ha producido una disminución de la cantidad total anual de precipitación. Esta disminución no se ha producido de forma uniforme en todas las zonas.

Como ejemplo, en las Islas Baleares se ha observado una disminución de casi 2 mm/año en la precipitación anual durante la segunda mitad del siglo pasado. Sin embargo, hay

variaciones estacionales. Las disminuciones más notables se han producido en invierno y otoño con una disminución de casi 1 mm/año, las dos estaciones en las que se registra la mayor precipitación. Se ha observado igualmente una variación en el régimen de lluvias de tal manera que han aumentado los días con precipitaciones débiles y han disminuido los días con precipitaciones moderadas. No pudo asegurarse con fiabilidad suficiente que el número de días con precipitaciones intensas ha aumentado debido al reducido número de días en que se dan estas precipitaciones. Estas variaciones en el régimen de precipitaciones no se ha observado en el Mediterráneo oriental.

3.2 Proyecciones

Las simulaciones con modelos climáticos muestran una importante disminución de la precipitación en toda la región para final de siglo. En particular para la costa norte de África, considerando el escenario A1B, las precipitaciones medias anuales muy probablemente disminuirán alrededor del 20% (Figura 3). Esta disminución de la precipitación es consecuencia del aumento de la circulación anticiclónica en el nordeste del Atlántico y la formación de una vaguada sobre el este de Europa. Esta situación de bloqueo impide la llegada de las depresiones al Mediterráneo, con la consiguiente disminución de la precipitación que puede llegar hasta el 45% en verano. Por el contrario, otros estudios muestran un pequeño aumento de la precipitación anual para el sudeste español. Sin embargo, el aumento de temperatura de la superficie del mar constituye un importante factor, pero no único, para la formación de lluvias intensas y algunos RCM proyectan un aumento en la intensidad de las precipitaciones, prácticamente con todos los escenarios SRES. Este efecto no es incompatible con la disminución de la precipitación anual. Sin embargo, existe una cierta incertidumbre en el Mediterráneo, donde la precipitación es mayoritariamente de origen convectivo, ya que es preciso para ello que las perturbaciones ciclónicas alcancen la zona. Consecuencia de todo ello se espera que aumente la variabilidad interanual y una mayor incidencia de olas de calor y de sequías. Es muy probable que en el Mediterráneo el déficit hídrico comience antes que actualmente y se mantenga hasta más avanzado el otoño como consecuencia de un aumento de los períodos secos en la parte cálida del año.

En las zonas costeras europeas mediterráneas la disminución en la disponibilidad de agua aumentará también de forma notable hacia finales de siglo. Los caudales de agua superficial en verano pueden reducirse hasta un 80% de los valores actuales.

Las regiones más vulnerables al impacto causado por un aumento de las sequías se sitúan en el Mediterráneo occidental, con la consiguiente demanda de agua para el riego para la producción de alimentos.

Consecuencia de esta disminución de precipitación, es muy probable que los bosques se expandan hacia el norte y disminuyan en las zonas costeras como consecuencia de la muerte de árboles por stress hídrico.

El aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones a los ritmos previstos probablemente superarán la capacidad adaptativa de varias especies de plantas. Por este motivo el número de especies de árboles típicos del Mediterráneo tenderá a disminuir.

El peligro de incendios, la duración de la época de incendios y la frecuencia y severidad de los mismos probablemente aumentarán en el Mediterráneo lo cual conducirá a una progresiva sustitución de los bosques de árboles por bosques de matorrales.

El potencial hidroeléctrico de Europa se espera que disminuya un 6% en promedio pero entre un 20 y un 50% alrededor del Mediterráneo hacia 2070. Los cambios esperados en el caudal anual de los ríos del sur de Europa hacia el 2020 estarán afectados tanto por el cambio climático como por la variabilidad climática.

3. Nivel del mar

3.1. Observaciones

Aunque entre 1960 y 1990 el nivel del Mediterráneo sufrió un ligero descenso, principalmente debido a un aumento de la presión atmosférica durante el invierno y a una disminución de la temperatura, después se ha producido un rápido aumento relacionado con cambios en la temperatura, especialmente en el Mediterráneo este. Se ha determinado que el ritmo de aumento de nivel está entre los 2.5 mm/año y 10 mm/año. Parte del aumento de este nivel se atribuye a un aumento de la cantidad de agua. Al mismo tiempo se ha observado un aumento de la salinidad.

3.2. Proyecciones

El aumento del nivel del mar (Figura 7) puede tener una amplia variedad de impactos en las zonas costeras, causando inundaciones, pérdidas de tierras de labor, salinización de aguas subterráneas y la destrucción de infraestructuras. Sin embargo los resultados de diferentes modelos difieren fuertemente en la estimación del aumento del nivel del mar. Un impacto será la migración hacia el interior de playas, especialmente importante en la segunda mitad del siglo con el escenario A1FI. Algunas zonas húmedas costeras pueden desaparecer con el consiguiente efecto sobre las aves migratorias.

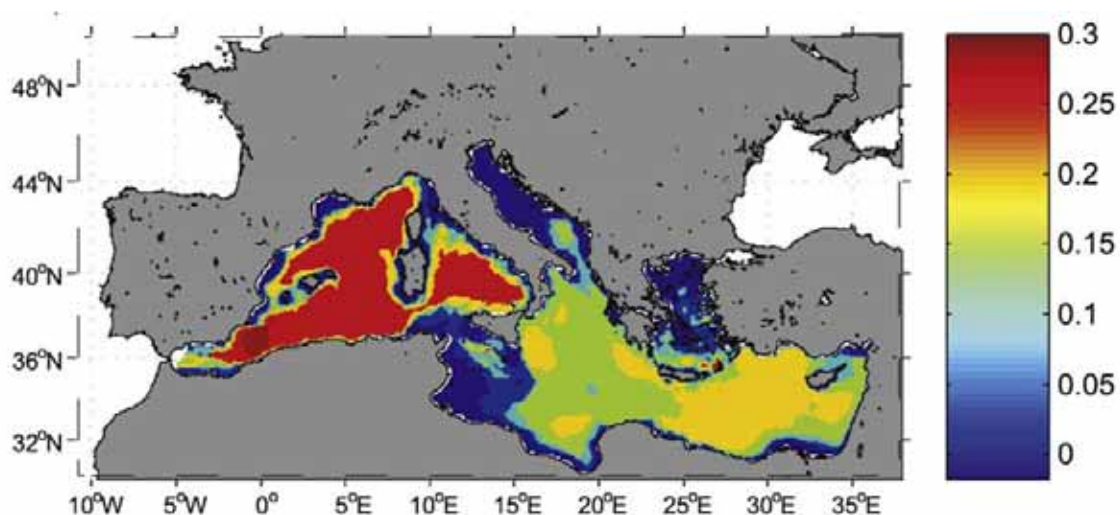


Figura 7.- Variaciones del nivel del mar (m) para final del siglo XXI correspondientes a las variaciones de temperatura y salinidad respecto al nivel medio de 1961-1990. (Tsimplis et al. 2008)

El aumento de la temperatura puede conducir a una mortalidad importante de delfines. Nuevas especies de animales marinos pueden poblar el mar, con la consiguiente desaparición del equilibrio actual por la competición que existirá con las especies autóctonas.

Bibliografía complementaria

AR4 IPCC disponible en <http://www.ipcc.ch>

IPCC, 2007: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

Tsimplis, M. N., Marcos M., Somot S., 2008: 21st century Mediterranean sea level rise: Steric and atmospheric pressure contributions from a regional model. *Global and Planetary Change* 63, 105-111

Vargas, M., M. C. García, F. Moya, E. Tel, G. Parrilla, F. Plaza y A. Lavín, 2008: *Cambio climático en el Mediterráneo español*. Instituto Español de Oceanografía, 170 pp.

Gaetner, M. A., D. Jacob. V. Gil, M. Domínguez, E. Padorno, E. Sánchez and M. Castro, 2007: Tropical ciclones over the Mediterranean sea in climate change simulations. *Geophysical Research Letters*, 34, L14711.

Sumner, G. N., R. Romero, V. Homar, C. Ramis, S. Alonso and E. Zorita, 2003: An estimate of the effects of climate change on the rainfall of Mediterranean Spain by the late 21st century. *Climate Dynamics*. 20, 789-805