

CURSO ONLINE

ANÁLISIS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MEDIO MARINO DESDE EL AULA MEDIANTE EL SISTEMA EUROPEO DE TELEDETECCIÓN *COPERNICUS*

Proyecto de Innovación Docente “MarWatching”

1. Conceptos básicos sobre cambio climático



Título: Análisis del cambio climático en el medio marino desde el aula mediante el sistema europeo de teledetección *Copernicus*. Proyecto de Innovación Docente "MarWatching".

Financiado por: Redes de Calidad, Innovación e Investigación en Docencia Universitaria. Convocatoria 2021-22. Vicerectorat de Transformació Digital. Institut de Ciències de l'Educació.

Autores y autoras: Sánchez Jerez, Pablo [1]; Fernandez-Gonzalez, Victoria [2]; Forcada Almarcha, Aitor [3]; Martínez García, Elena [4]; Yagüe de Santos, Sara [5]; Ibáñez Homedes, Sofía [6]; Ballester Berman, Josep David [7].

[1] Universidad de Alicante, psanchez@ua.es

[2] Universidad de Alicante, victoria.fernandez@ua.es

[3] Universidad de Alicante, forcada@ua.es

[4] IES Mare Nostrum, e.martinezgarcia3@edu.gva.es

[5] Universidad de Alicante, syds1@alu.ua.es

[6] Universidad de Alicante, sih5@alu.ua.es

[7] Universidad de Alicante, davidb@ua.es

Maquetación: Clara Megias Baños

Citar el documento: Sánchez Jerez, Pablo; Fernandez-Gonzalez, Victoria; Forcada Almarcha, Aitor; Martínez García, Elena; Yagüe de Santos, Sara; Ibáñez Homedes, Sofía; Ballester Berman, Josep David. 2022. Capítulo 1: Conceptos básicos sobre cambio climático. En: Análisis del cambio climático en el medio marino desde el aula mediante el sistema europeo de teledetección Copernicus. Vicerectorat de Transformació Digital. Institut de Ciències de l'Educació. Redes de Calidad, Innovación e Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



ÍNDICE

1. Conceptos básicos sobre cambio climático
2. Variables oceanográficas para entender los efectos del cambio climático
3. Base de datos de *Copernicus*
4. Tutorial para el uso de la herramienta *MyOcean*

1. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

1.1. Qué es el cambio climático y motivos del cambio climático	Página 4
1.2. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático (IPCC): análisis y predicciones	Página 7
1.3. Predicciones de evolución del cambio climático	Página 9



El cambio climático está causando cambios relevantes en el funcionamiento de la biosfera, en concreto del medio marino. El sustento de muchas personas depende de la biodiversidad y los ecosistemas marinos, por lo que es preciso actuar rápidamente para frenar el calentamiento de los océanos. Sin embargo, a pesar de los aparentes esfuerzos a nivel internacional para frenar el cambio climático, no nos encontramos ante un futuro optimista. La conclusión científica es casi unánime: si se sobrepasa el aumento de los dos grados centígrados promedio de la temperatura global con respecto a los niveles anteriores a la Revolución Industrial, el daño será irreversible. La Cumbre de París de 2015 definió que, para evitar realmente una catástrofe, deberíamos mantener el calentamiento global por debajo de 1.5°C. Los planes nacionales actuales -conocidos como contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN)- conducirían a un calentamiento de 2.4°C, según el análisis dado a conocer por *Climate Action Tracker*. En la última reunión de la COP26 en Glasgow, realizada en el año 2021, no se han logrado unos compromisos internacionales eficaces para limitar el alcance del cambio climático.

1.1. QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO Y MOTIVOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

A principios del siglo XIX, científicos como Joseph Fourier o Claude Pouillet, empezaron a establecer la relación entre la atmósfera y el aumento de la temperatura del planeta, lo que se conoce en la actualidad como el efecto invernadero, es decir, cómo los gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera son lo que aceleran el aumento de la temperatura de la superficie del planeta. Pero fue a finales del mismo siglo, en abril de 1896, cuando el premio Nobel Svante Arrhenius, en su trabajo titulado "*On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*" (Fig. 1), planteó el problema sobre un futuro cambio climático: la quema de combustibles fósiles podría ser el principal motivo que acelerara el aumento de la temperatura del planeta.



Fig. 1 - Publicación de S. Arrhenius sobre el efecto del CO₂ en la temperatura de la atmósfera. Tomado de: <https://web.archive.org/web/20141006232634/http://www.globalwarmingart.com/images/1/18/Arrhenius.pdf>

En el siglo XX, en un escenario de conflictos bélicos, a pesar de reconocerse la existencia del cambio climático, no fue hasta finales de este siglo, cuando en el año 1992, en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, los países firmantes acordaron reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero. Por tanto, ya en el siglo pasado, la comunidad científica asumió que el principal problema del cambio climático es el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, fruto mayormente de la quema de combustibles fósiles.

Si bien a lo largo de la historia del planeta ha habido otros cambios climáticos, con etapas más cálidas o más frías que la actual, la particularidad de este calentamiento global es la influencia antrópica en el proceso.

Aunque dicha influencia sigue siendo debatida en la actualidad desde un punto de vista de edad del planeta, las evidencias científicas demuestran la relación directamente proporcional entre el aumento de la quema de combustibles fósiles (y la emisión a la atmósfera de los gases de efecto invernadero) con el aumento de la temperatura media del planeta desde finales del siglo XIX. En una escala de tiempo geológico, la rapidez a la que se está produciendo este cambio global es un factor que tampoco puede pasar por alto, pues los cambios climatológicos del pasado se dieron en escalas de tiempo mayores.

Desde el año 1880, la **temperatura media** del planeta se ha incrementado aproximadamente 1.1°C, promedio que se calcula teniendo en cuenta la temperatura atmosférica, la oceánica y la de la superficie terrestre. Si bien desde el año 1880 ha habido diversos periodos de subidas y bajadas de temperatura, es a partir del año 1970 cuando la comunidad científica establece definitivamente el concepto de calentamiento global, debido a que el aumento promedio de la temperatura del planeta ha ido en aumento desde entonces. Además, considerando las variaciones estacionales, desde el año 1880 se ha visto que la temperatura de los inviernos ha aumentado con mayor rapidez que la de los veranos, de manera más acusada en el hemisferio norte que en el sur.

Al hablar de aumento de temperatura, entendiendo que el sistema planetario es un conjunto de subsistemas, es inevitable que el resto de sistemas que están en relación también sufran alteraciones. De entre ellos, uno de los fenómenos también datados ha sido el **aumento de lluvias y precipitaciones** en este último siglo. Dentro de este cambio, en el régimen pluvial no se encuentra exclusivamente una tendencia media de incremento de lluvias, también se encuentra un reparto desigual de lluvias, cambios en la intensidad y en la frecuencia de estas a nivel global.

Por otro lado, como se ha mencionado, a la hora de hablar del promedio de temperatura, entran en juego diferentes subsistemas para sacar el promedio de la variación de temperatura a lo largo del tiempo.

De ellos, los **océanos** son un sistema principal de regulación térmica del planeta, los cuales absorben en torno al 90% de los gases de efecto invernadero que se emiten, además de que la superficie del planeta está formada en un 70% por masas de agua. Si bien el aumento de temperatura, por la capacidad calorífica y térmica del agua es diferente al de la atmósfera o al de la superficie terrestre, se han tomado medidas desde el año 1860, fecha a partir de la cual se ha registrado un incremento de 0.6 °C desde entonces, y de manera más acusada desde la década de los 90 del pasado siglo. Una de las consecuencias más evidentes de este fenómeno es el **aumento del nivel del mar**, debido a la expansión térmica y al derretimiento de las masas de hielo y casquetes polares. Pero cabe recordar que ni el aumento de temperatura oceánica ni este aumento del nivel del mar es homogéneo, sino que en cada zona del planeta las variaciones son diferentes.

1.2. GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC): ANÁLISIS Y PREDICCIONES

Las siglas IPCC se corresponden con **Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático**. La creación de este panel de expertos y expertas fue impulsada en 1988 por la *World Meteorological Organization* (WMO; Organización Meteorológica Mundial) junto con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El IPCC está formado por una comunidad científica que la conforman personas expertas en distintos ámbitos, desde el científico hasta el socioeconómico.

El **objetivo del IPCC** es proporcionar a los gobiernos evidencias científicas sobre los efectos del cambio climático y facilitar el desarrollo de políticas de adaptación y mitigación. La participación en el IPCC está abierta a todos los países miembros de la organización WMO y de Naciones Unidas, con el fin de alcanzar una visión global y objetiva del fenómeno del cambio climático que afecta a nivel planetario.

El trabajo de análisis y síntesis de miles de publicaciones y trabajos científicos sobre el cambio climático por parte del IPCC se publica en una [serie de informes](#). Por ejemplo, en el informe publicado en 2020 y titulado "[El océano y la criosfera en un clima cambiante](#)", el IPCC realiza las siguientes indicaciones:

1. Es prácticamente seguro que los océanos hayan sufrido un **aumento de la temperatura** sin interrupción desde 1970 y hayan absorbido más del 90% del exceso de calor en el sistema climático. Desde 1993, el nivel de calentamiento de los océanos se ha duplicado con creces. Es muy probable que la frecuencia de las olas de calor marinas se haya duplicado desde 1982 y que su intensidad vaya en aumento. Al absorber más CO₂, los océanos han sufrido una mayor acidificación en la superficie. Se ha producido una pérdida de oxígeno desde la superficie hasta los 1.000 metros.

2. El nivel medio del mar a escala mundial está aumentando, y la aceleración observada en los últimos decenios obedece al ritmo cada vez más rápido de la **pérdida de hielo** de los mantos de hielo de Groenlandia y de la Antártida, así como a la pérdida constante de masa de los glaciares y la expansión térmica del océano. El aumento de los vientos y las precipitaciones de los ciclones tropicales, así como los incrementos de las olas extremas, combinados con el aumento del nivel del mar relativo agravan los fenómenos relacionados con el nivel del mar extremo y los peligros costeros.

3. Aproximadamente desde 1950, numerosas **especies marinas** de diversos grupos han experimentado modificaciones en su área de distribución geográfica y sus actividades estacionales en respuesta al calentamiento de los océanos, los cambios del hielo marino y los cambios biogeoquímicos, como la pérdida del oxígeno en sus hábitats. Esta situación ha generado cambios en la composición y la población de las especies, así como en la producción de biomasa de los ecosistemas, desde el ecuador hasta los polos. Las interacciones alteradas entre las especies han causado impactos en cascada en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. En algunos ecosistemas marinos, las especies sufren los efectos tanto de la pesca como del cambio climático.

4. Los **ecosistemas costeros** se ven afectados por el calentamiento de los océanos, lo que incluye la intensificación de las olas de calor marinas, la acidificación, la pérdida de oxígeno, la intrusión salina y el aumento del nivel del mar, además de los efectos adversos de las actividades humanas en el océano y en la tierra. Actualmente ya se observan impactos en los hábitats y la biodiversidad, así como en el funcionamiento y los servicios de los ecosistemas.

1.3. PREDICCIONES DE EVOLUCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En la actualidad, las predicciones a futuro se centran en establecer cuatro posibles escenarios proyectados a futuro. Al hablar del clima, se deben considerar todos los demás factores que intervienen, no solo el clima de manera aislada. Estas proyecciones (RCP o Trayectorias de concentración representativas), se establecieron en el año 2014 en el [Quinto Informe de Evaluación del IPCC](#), y son una trayectoria de concentración de gases de efecto invernadero. Mayormente se contemplan cuatro posibles escenarios para el siglo XXI (hasta el año 2100), pero aunque hay más escenarios descritos, lo habitual es encontrar estos: RCP 2.5, RCP 4.5, RCP 6 y RCP 8.5 (Fig. 2), los cuales se ordenan desde el escenario más optimista (RCP 2.5) al más pesimista (RCP 8.5). El valor de las cifras de cada RCP corresponde al forzamiento radiativo (vatios por metro cúbico) de cada uno. Para cada escenario, se puede predecir, entre otras, cómo sería la evolución de la temperatura media global del planeta, el aumento del nivel del mar o la acidificación de la superficie oceánica, por ejemplo, en relación a la cantidad de gases de efecto invernadero (GEIs) emitidos a la atmósfera.

- **RCP 2.6 (“Peak Scenario”)**: es una proyección representativa para un escenario con muy bajos niveles de concentración de GEIs. El forzamiento radiativo llega a un pico a mitad de siglo y posteriormente disminuye hasta el año 2100.
- **RCP 4.5 (“Stabilization Scenario”)**: los forzamientos radiativos se estabilizan antes del 2100, utilizando estrategias para reducir los GEIs.

1. CAMBIO CLIMÁTICO

- **RCP 6.0 ("Stabilization Scenario")**: los forzamientos radiativos se estabilizan después del 2100, utilizando estrategias para reducir los GEIs.
- **RCP 8.5 ("Increasing GHG")**: escenarios con altas concentraciones de GEIs que siguen aumentando pasado el siglo.

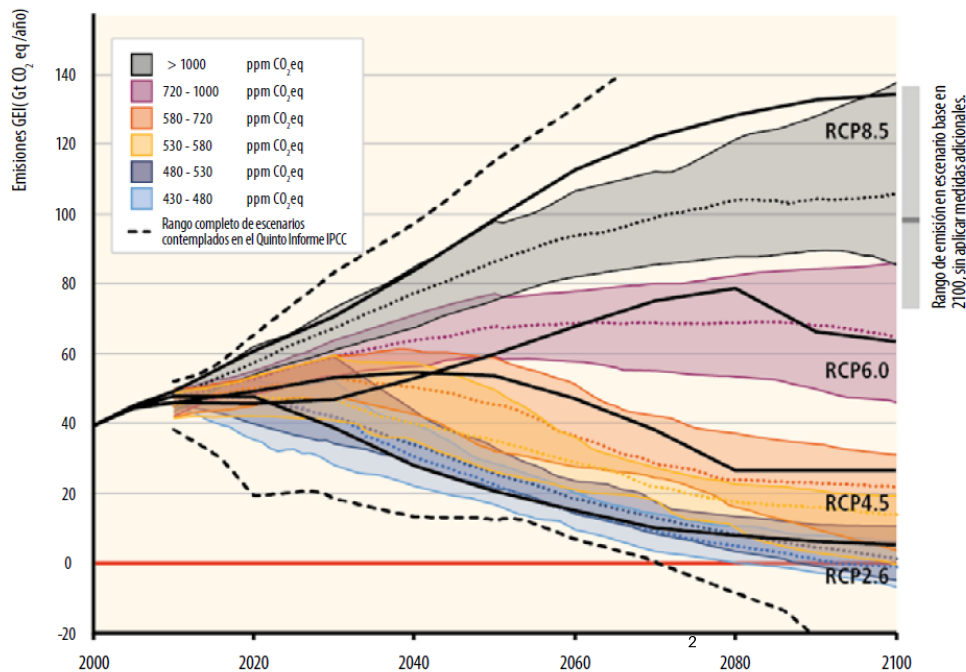


Fig. 2 - Rango de escenarios de emisión de GEI (expresados en Gt CO₂ eq/año) con diferentes niveles de concentración a largo plazo contemplados en el Quinto Informe IPCC hasta final de siglo XXI. Tomado de: Guía resumida del Quinto Informe de Evaluación IPCC, disponible en https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/guia-sintesis-resumida_tcm30-376937.pdf

Para entender mejor el concepto de las proyecciones de cambio climático, atenderemos a un ejemplo concreto, el cual se ha extraído de la [página web](#) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), relativa a las proyecciones del cambio climático. En este web, se pueden consultar las proyecciones regionalizadas del cambio climático para todo el país, así como sus gráficos de evolución. Una vez se ha entrado en esa página, se selecciona una región concreta y se puede obtener la información mencionada. En este caso, se ha seleccionado la provincia de Alicante para extraer información de los gráficos de evolución. Como se observa, de los cuatro escenarios mencionados, se trabaja con tres de ellos, omitiendo el RCP 2.5.

1. CAMBIO CLIMÁTICO

Como era de esperar, a mayor cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera, las variables analizadas, dependientes, aumentan en cada escenario (el forzamiento es mayor) (Fig. 3).

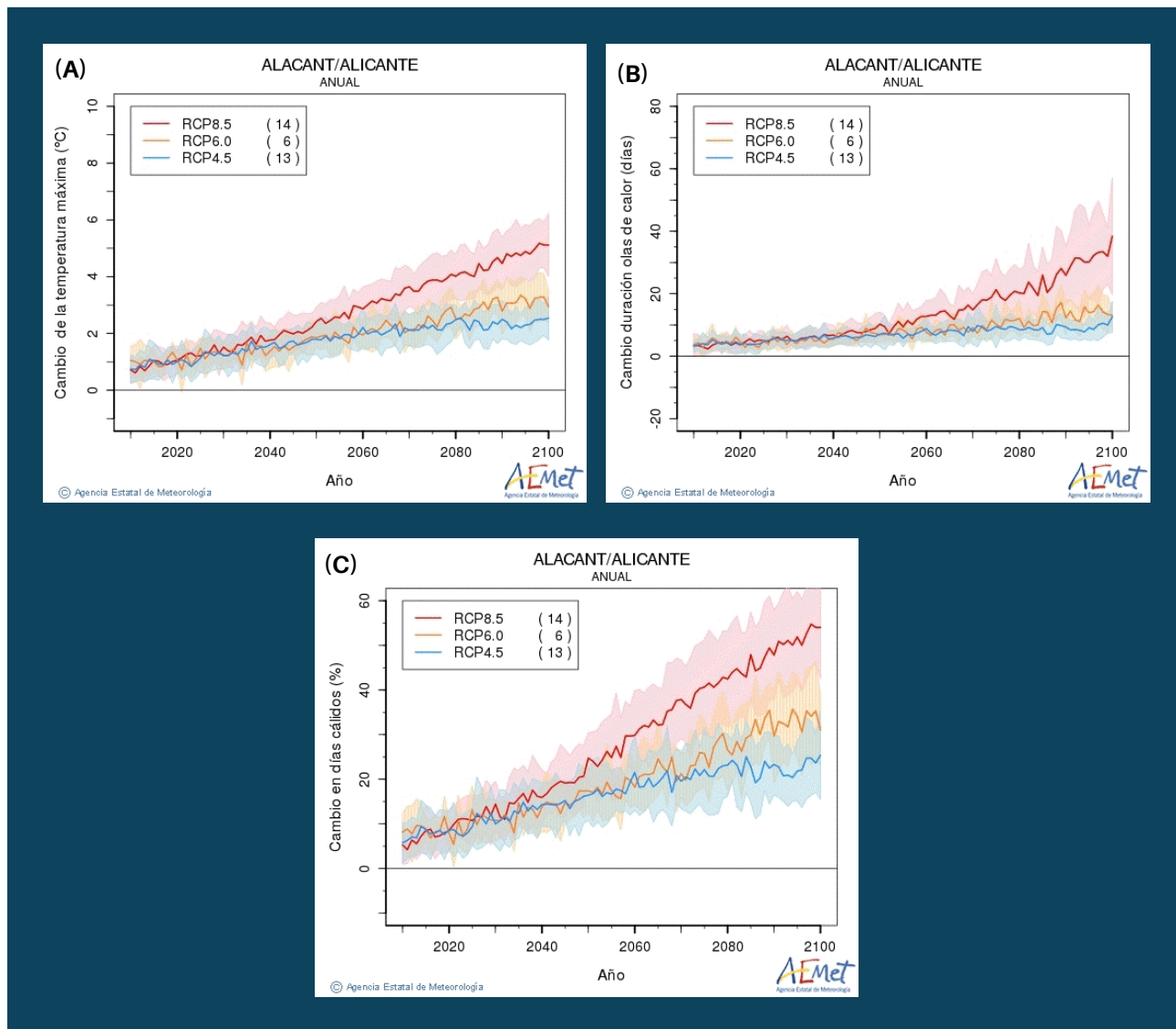


Fig. 3 - Ejemplo de variación de tres variables de temperatura relacionadas con los RCP para la provincia de Alicante hasta el año 2100. (A) Cambio de la temperatura máxima. (B) Cambio duración de las olas de calor. (C) Cambio en días cálidos. Tomado de: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat