Los sedimentos marinos como archivos del cambio climático (2):

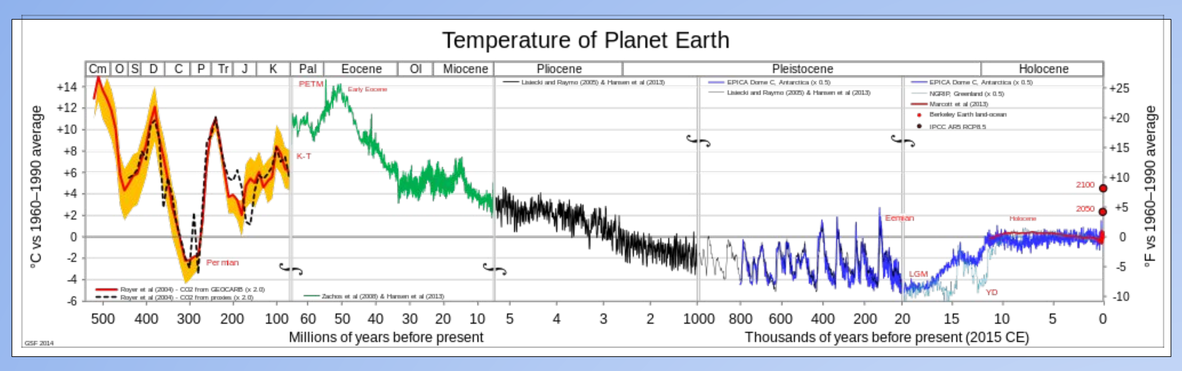
Reconstrucción de condiciones paleoceanográficas

Espín Rodríguez, Jaime[1]; Fernandez Gutierrez, Julia[1]; Perez Mendoza, Carlos[1], Rodriguez Ruiz, Antonio[1]; Roque Sáez, Andrés[1]; Soto López, Celia[1]; Trujillo Román, Rosa[1]; Muñoz Domínguez, Carlos[1]; Monedero Contreras, Ricardo[2]; Bremer Fernandez, Álvaro[2] y Martínez Ruiz, Francisca[2].

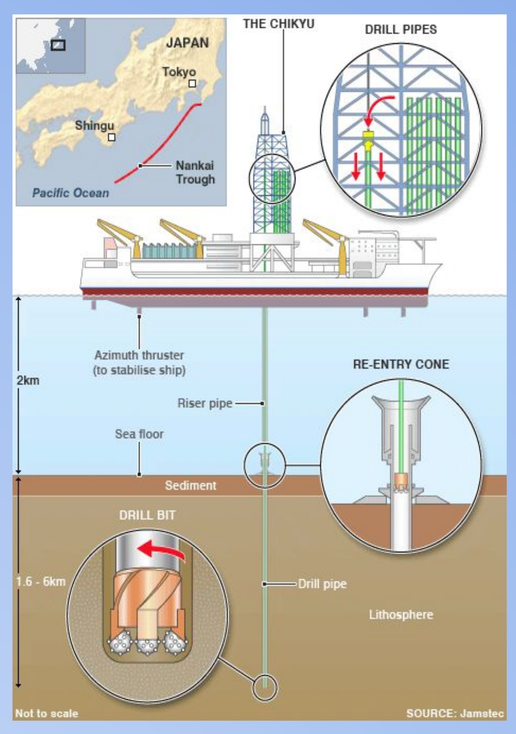
[1]IES Mariana Pineda. c/ Beethoven 4. 18006 Granada. [2]Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT). Av. de las Palmeras 4. 18100 Armilla, Granada

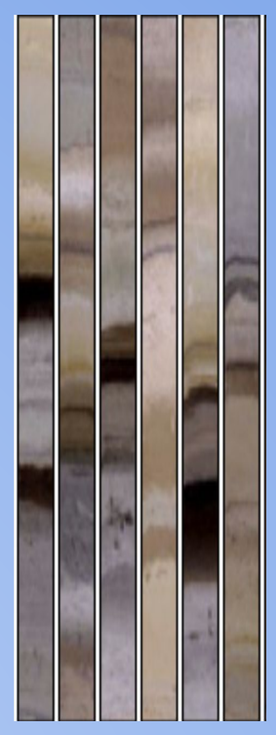
INTRODUCCIÓN

La temperatura global ha sufrido innumerables cambios a lo largo de la historia. Este cambio se ha debido a causas naturales, sin embargo nos encontramos ante un cambio climático acelerado de origen antropogénico.
Como prueba del cambio climático tenemos archivos paleoclimáticos que arrojan luz sobre la naturaleza del clima terrestre a lo largo de millones de años, como son los sedimentos marinos. Puesto que la temperatura de los mares y océanos ha ido cambiando con la de la tierra.
Los sedimentos se van depositando unos encima de otros con el paso del tiempo, lo que nos informa de su antigüedad.
Ciertos sedimentos están asociados a diferentes acontecimientos que ocurren en los mares y océanos. Por ejemplo, cambios en la cantidad de oxígeno o la temperatura del agua, como los encontrados en el Mar de Alborán pueden ser determinados gracias a cambios en la composición del sedimento. A partir de los compuestos que lo forman y los restos fósiles que pueden contener, los geólogos son capaces de conocer la velocidad de sedimentación, el clima de la época, la actividad biológica, aportes eólicos, fluvial, cercanía a un continente, oxigenación, etc.
Estos sondeos son extraídos por barcos especializados. Una vez extraídos, se congelan en la nave y son posteriormente analizados en un laboratorio en tierra. Aquí se mide su granulometría, mineralogía, análisis micropaleontologico, análisis químico, biomarcadores, isotópicos, contenido de ópalo biogénico y dataciones radiométricas. Obteniendo así una valiosa información geológica de la Tierra de hace miles o incluso millones de años.



Para obtener esta secuencia sedimentaria, se extraen directamente del suelo marino a partir de sondeos con barcos especializados. Algunas pueden perforar hasta 7 km bajo el lecho marino como es el caso del Chikyu japonés.





METODOLOGÍA

Como se ha dicho anteriormente, los sedimentos se recogen a partir de unos sondeos y después, se analizan en el laboratorio. Antes de analizar esos sedimentos recogidos del fondo marino, se tiene que elaborar el siguiente protocolo:

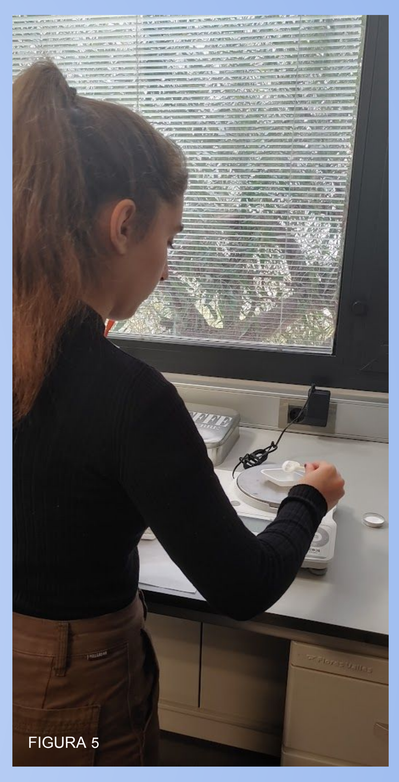
1.- Se saca un testigo de la cámara frigorífica y se cogen muestras de sedimentos de 2 cm. La muestra recogida, se divide en dos mitades, una se deja secar y la otra se pasa por un tamiz para separar los microfósiles de la parte mineral. Los microfósiles (foraminíferos) sacados del tamiz se dejan secar y la parte mineral se deja reposar (Fig. 1).

2.- Se saca el agua de la muestra que se ha dejado reposar y sus sedimentos se vierten en una placa de cristal que se deja secar para su posterior análisis (Fig. 2).

3.- Se realizan diversos análisis geoquímicos para obtener la composición química y mineralógica que tienen los sedimentos del sondeo. Estos resultados nos mostrarán las variaciones geoquímicas del sedimento durante los últimos miles o millones de años (Fig. 3).

4.- Se realizan distintos tipos de análisis dependiendo del tipo de información que se pretenda obtener. Para medir los elementos mayoritarios, se utiliza habitualmente la fluorescencia de rayos X (FRX), para lo que la muestra se prepara como perla o pastilla. Para medir elementos traza de utiliza habitualmente ICP-MS (Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente), previa digestión ácida (Fig. 4).

5.- Para conocer la composición química y mineralógica del sedimento, se han utilizado los equipos de Fluorescencia y de difracción de rayos X. Para la determinación de elementos traza se utiliza el ICP-MS. Para este tipo de análisis se realiza una digestión ácida de las muestras usando diferentes ácidos (e.g., HCl y HF). Para hacer una pastilla, ponemos una base de ácido bórico (2,5g - 3g) en una cápsula de aluminio. Luego pesamos 5g de muestra y le añadimos un 10% de cera. Mezclamos la muestra con la cera en un mortero. Por último añadimos la muestra a la cápsula con el ácido bórico (Fig. 5).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura
A lo largo de la historia, en el planeta se han producido cambios climáticos que han alterado las temperaturas en los océanos, pero el problema actual se basa en además de una aceleración de dichos cambios naturales, el aumento de la acidez debido a la absorción de $C0_2$ lo que provoca la proliferación de especies marinas. Dichas oscilaciones afectan al clima y la atmósfera, llegando a causar sequías, inundaciones, etc. Y nos encontramos en el pico superando ya el grado.

Para determinar los cambios de temperatura se usó la composición isotópica de oxígeno y la relación Mg/Ca en foraminíferos planctónicos, al igual que biomarcadores extraídos de la materia orgánica presente en el sedimento marino.

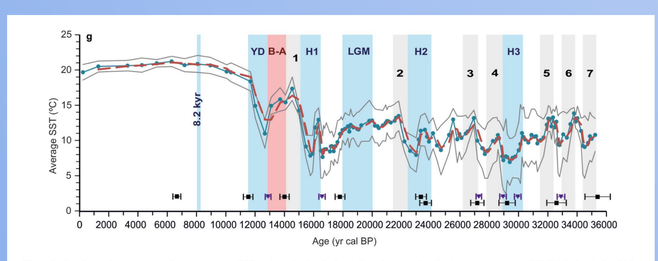
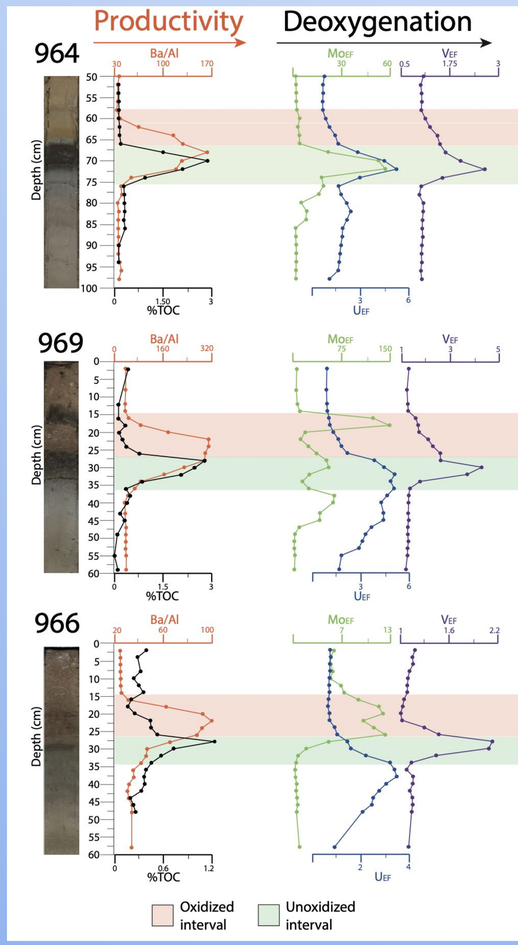
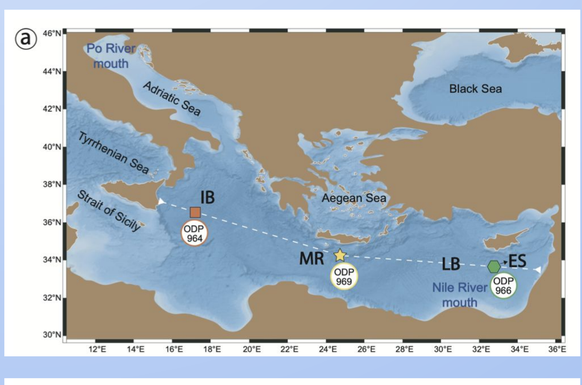
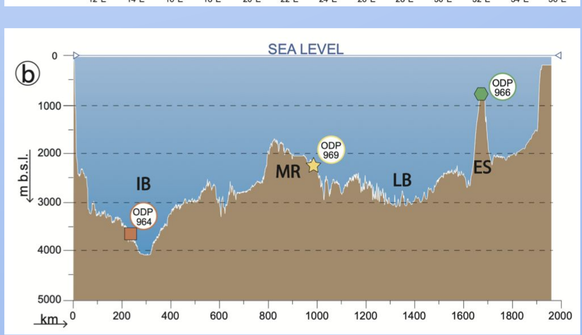


Figure 7. Correlations between sea surface temperatures (SST) estimated using the four independent organic paleothermometers in core GP04PC during the last 35.2 kyr: (a) $U^{K'}_{37}$ and TEX^{H}_{86}, (b) $U^{K'}_{37}$ and long chain diol index (LDI), (c) $U^{K'}_{37}$ and RI-OH', (d) TEX^{H}_{86} and LDI, (e) TEX^{H}_{86} and RI-OH', and (f) LDI and RI-OH'. The red line shows the linear correlation; the 1:1 line is provided as reference. (g) Age-profile of the average organic proxy-derived SST record integrating the four organic proxies ($U^{K'}_{37}$, TEX^{H}_{86}, RI-OH' and LDI). Gray lines indicate the standard deviation (+SD and -SD) of the four proxy-SST estimations. Red dashed line shows the 2-points running mean.

La productividad se refiere a la cantidad de materia orgánica que se produce en un ecosistema y esta puede variar según diversos factores.
Respecto a la acidificación de un sistema marino ,cuando aumenta, la cantidad de carbono inorgánico ya existente aumenta, haciendo que en el sistema aumente de cantidad de CO_2 y que se reduzca la cantidad de PH.La oxigenación de un sistema marino es necesaria para que los seres vivos en este puedan realizar su metabolismo correctamente. Una falta de oxígeno resulta en una actividad biológica reducida.Cuanto más estabilizados estén todos estos factores, más estabilizada estará la productividad marina. Analizando estos elementos a base de sedimentos, se pueden recrear las condiciones biológicas de la época estudiada.







Para determinar los cambios de desoxigenación y productividad en el pasado de una cuenca marina, se puede usar la composición geoquímica de los sedimentos marinos.

Desoxigenación
Se usaron cambios en las concentraciones de ciertos elementos trazas (e.g., Mo, U y V) para determinar los cambios en la oxigenación durante el depósito de una capa rica en materia orgánica. Estos elementos se enriquecen en el sedimento a medida que el oxigeno va disminuyendo en la columna de agua y en el sedimento. Por lo tanto, aumentos de sus concentraciones en el sedimento indican periodos de baja oxigenación.

Productividad
El bario (Ba) se enriquece en el sedimento debido a un aumento en la concentración de barita (mineral sulfato de bario), mineral que se conoce que precipita de forma intensa durante periodos de alta productividad primaria en el océano. Por lo tanto, aumentos en la concentración de Ba en el sedimento indican periodos de alta productividad.

CONCLUSIONES

- Entender los cambios ambientales y físico-químicos del océano ocurridos durante los cambios climáticos pasados es esencial para conocer los posibles cambios que pueden sufrir nuestros océanos debido al cambio climático actual y la presión antrópica.
- Los fondos marinos nos proporcionan mucha información sobre los cambios naturales y antropológicos en el clima. Teniendo en cuenta que el daño está producido principalmente por los humanos, debemos tomar los resultados para difundir la gravedad de esta y crear una conciencia grupal. Pudiendo conservar así la gran fuente de la tierra, los océanos.

UNIVERSIDAD DE GRANADA

CSIC
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Parque de las Ciencias
ANDALUCÍA - GRANADA

Junta de Andalucía
Consejería de Educación y Deporte
Delegación Territorial en Granada