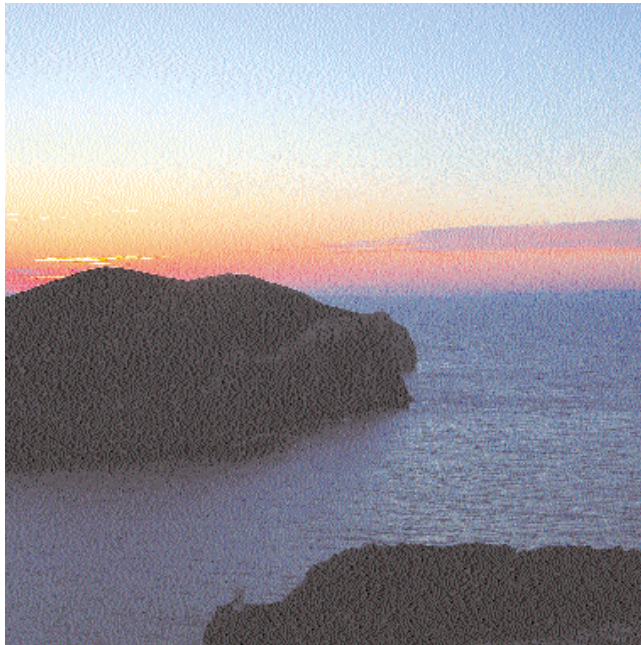
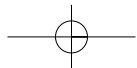
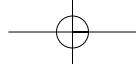


MAPA TOPOBATIMÉTRICO EN RELIEVE DE BALEARES Y EL GOLFO DE VALENCIA

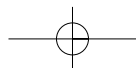


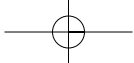
CÓMO ES EL FONDO MARINO Y SU GEOLOGÍA EN LAS ISLAS BALEARES Y EL GOLFO DE VALENCIA





Edita: Instituto Español de Oceanografía (IEO)
Texto: Juan Acosta Yepes
Diseño: Josep Lluís G. Trujillo
Proyecto Editorial: Cuerpo 8
Impresión: xxxxxxxxxxxxxx S.A
Impreso en papel ecológico





5



PRESENTACIÓN

- Qué fin tiene este mapa y para qué se hizo
- Cómo es el mapa y qué muestra
- Cómo se realizó el mapa

9



EJEMPLOS DE REPRESENTACIONES A PARTIR DE BATIMETRÍA DIGITAL

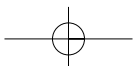
- Huellas de escape de fluidos o pockmarks
- El campo volcánico del Emile Baudot
- Deslizamientos y colapsos sedimentarios en Baleares

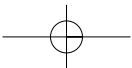
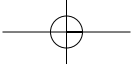
14

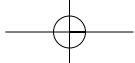


ALGUNAS PREGUNTAS Y SUS RESPUESTAS

- Aclaraciones a posibles dudas
- Breve explicación de algunos conceptos científicos de tipo oceanográfico, geográfico y geológico





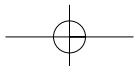


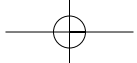
PRESENTACIÓN

Qué fin tiene este mapa y para qué se hizo

El presente Mapa Topobatimétrico en relieve de Baleares y el golfo de Valencia es un producto destinado a la divulgación científica y a la enseñanza. Ha sido realizado aprovechando el resultado de varios estudios del Instituto Español de Oceanografía (IEO) sobre los fondos marinos y su geología. Se trata, por tanto, de un producto derivado de la actividad científica y tecnológica del IEO.

El presente mapa es una de las primeras acciones de una campaña de divulgación de las ciencias del mar en general, y de su actividad científica y tecnológica en particular, que ha iniciado el IEO para contribuir a mejorar la cultura científica de la sociedad española y el conocimiento que ésta tiene del Instituto y sus actividades.





PRESENTACIÓN

Cómo es el mapa y qué muestra

Se trata de un mapa en relieve de los fondos marinos termoformado en PVC. El mapa incluye la topografía de la zona terrestre de las islas Baleares y parte del litoral de la Comunidad Valenciana.

A la topografía terrestre se le ha superpuesto información de carreteras y ciudades.

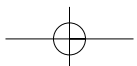
La morfología submarina se presenta codificada en color para dar sensación de altura y profundidad, según corresponda, consiguiendo una mejor visualización.

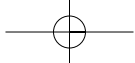
Para una mejor comprensión y ser más didáctico, el mapa está construido con tres escalas distintas. La escala horizontal es 1:500.000 en todo el mapa, en cambio, la escala vertical es 1:100.000 en tierra y 1:60.000 en el mar. Es decir, se ha exagerado cinco veces el relieve de las tierras emergidas y 8,3 veces el relieve submarino, para resaltar al máximo, sin deformar, los relieves y formas que se quieren dar a conocer.

En la parte submarina se han dibujado algunas curvas batimétricas, así como profundidades puntuales, para que se puedan identificar las profundidades reales en metros.

La toponimia en tierra se ha rotulado según la zona en castellano, valenciano o mallorquín, los relieves submarinos se han rotulado en la toponimia publicada en catalán.

Para los usuarios con más conocimientos, en el mapa se han indicado los hechos geológicos más relevantes, como zonas de escapes de fluidos (pockmarcks), muy frecuentes en el promontorio Balear; fallas activas; volcanes submarinos (el campo volcánico situado al SW de Mallorca; y los sistemas turbidíticos, (cañón submarino de Menorca). En el faldón inferior del mapa hay un esquema de la división en provincias fisiográficas, así como unos perfiles batimétricos característicos.

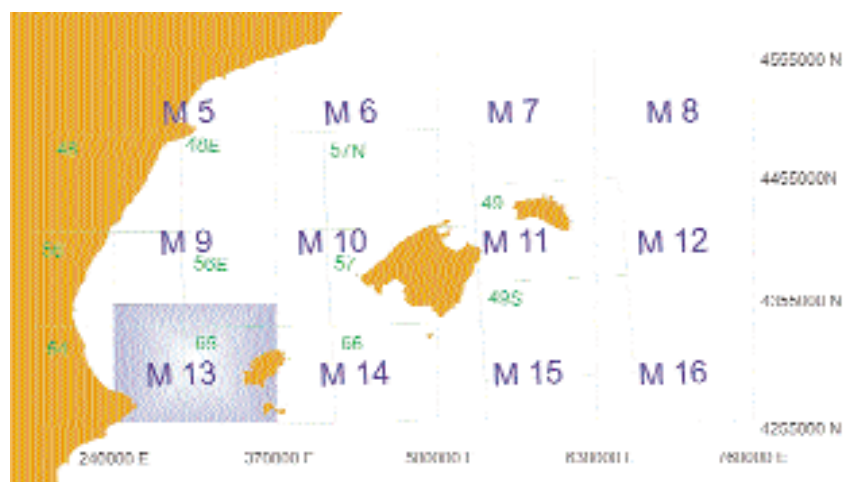




PRESENTACIÓN

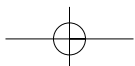
Cómo se realizó el mapa

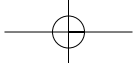
La parte terrestre procede de cartografía convencional. La submarina está basada en datos obtenidos mediante ecosondas multihaz, en campañas oceanográficas realizadas entre 1995 y 2000 a bordo de los buques oceanográficos Hespérides y Cornide de Saavedra, en el contexto del programa Zona Económica Exclusiva Española (ZEE) (www.ieo.es/zee). Dentro de dicho programa se han publicado mapas batimétricos, magnéticos y gravimétricos a escala 1:200.000 (Hojas M-9, M-10, M-11 M-13, M-14 y M-15) y tres mapas de síntesis general a escala 1:500.000 (batimétrico, magnético y gravimétrico). La toma de datos se efectuó con tecnologías de última generación, ecosondas multihaz, que proporcionan una precisión muy alta en la representación del relieve submarino.



HOJAS ESCALA 1:200 000 Mapa Topográfico Nacional
HOJAS ESCALA 1:200 000 Mapa de la ZEE

División de las hojas correspondientes al plan cartográfico de la ZEE.





PRESENTACIÓN / Cómo se realizó el mapa

La ecosonda multihaz emite 131 haces sonoros diez veces por segundo, que hacen un barrido en abanico de los distintos puntos situados bajo el buque, cubriendo la totalidad del lecho marino.



Buque Oceanográfico Hespérides.



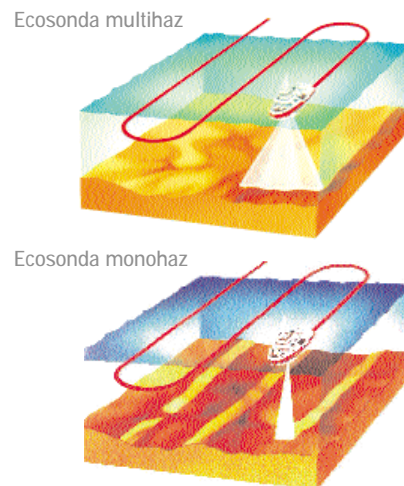
Buque Oceanográfico Cornide de Saavedra.

Los información necesaria para realizar este mapa se obtuvo con dos barcos:

EL BUQUE OCEANOGRÁFICO CORNIDE DE SAAVEDRA, del Instituto Español de Oceanografía (IEO), con base en Vigo, eslora total de 66.70 m y un tonelaje bruto de 1.113 toneladas, que habitualmente se utiliza en campañas de evaluación pesquera y oceanografía en aguas españolas y en otras donde existen intereses pesqueros de nuestra flota.

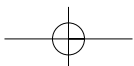
EL BUQUE OCEANOGRÁFICO HESPÉRIDES, del Ministerio de Educación y Ciencia, pero operado por el Ministerio de Defensa, con base en Cartagena, eslora total de 82,50 m y un tonelaje bruto de 2.709 Toneladas, que se utiliza principalmente en campañas de oceanografía en la Antártida, aunque también con otros fines científicos.

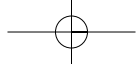
Esquema de funcionamiento de las ecosondas multihaz (arriba) frente a las ecosondas monohaz "clásicos" (abajo), con indicación de la zona cubierta sobre el fondo por ambos tipos de ecosondas. Se aprecia la diferente cobertura de las ecosondas mono y multihaz; con estos últimos, se "ilumina" con sonido todo el fondo marino, mientras que con los monohaz se dejan sin cubrir las zonas entre las líneas de derrota del buque. Además, dada la característica asociada a las sondas multihaz de una muy alta cadencia de disparo de sus 131 haces, se pueden llegar a conseguir densidades de sondas válidas de varios centenares de puntos por metro.



Esta tecnología, en unión de sistemas de posicionamiento basados en un Sistema de Posicionamiento Global, en modo diferencial, proporcionan precisiones del orden de centímetros en el estudio de la morfología submarina. El tratamiento digital de esta información permite elaborar modelos digitales del terreno -utilizando los sonidos de las ecosondas- equiparables a una foto aérea del fondo marino.

La producción y termoformado del mapa se realiza partiendo de los datos digitales reales. Primero se genera mediante ordenador un molde o maqueta de material en tres dimensiones (3D). Posteriormente, y mediante calor, se superponen el mapa en 3D en color y en PVC, que se adapta al molde tridimensional citado anteriormente.

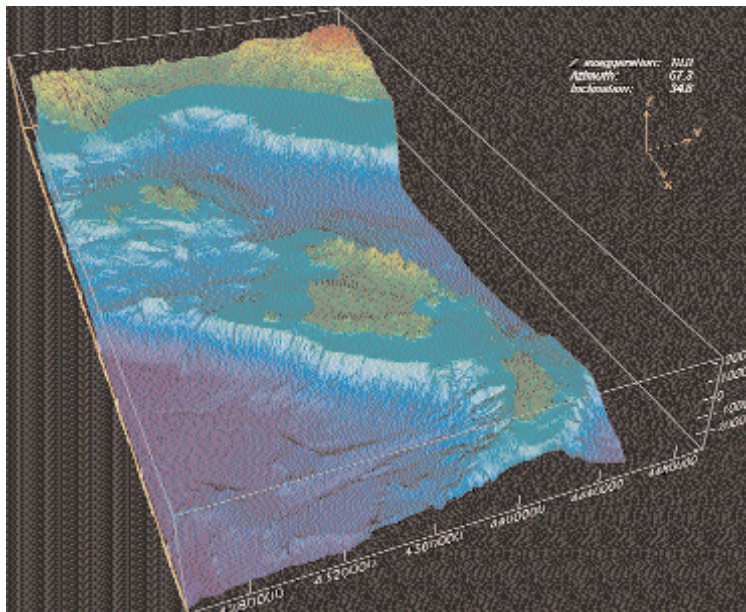




EJEMPLOS DE REPRESENTACIONES A PARTIR DE BATIMETRÍA DIGITAL

A continuación se exponen brevemente algunos ejemplos de descubrimientos científicos realizados con las técnicas y campañas que permitieron obtener, como producto divulgativo, el mapa en relieve.

Bloque diagrama del Promontorio Balear.

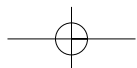


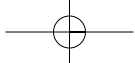
Huellas de escape de fluidos o *pockmarks*

Es conocida en la literatura científica la presencia de depresiones o cráteres en el fondo marino producidos por el escape de gases o fluidos subsuperficiales, tales como metano, CO₂, agua, petróleo, etc. Estas depresiones del fondo marino se denominan *pockmarks* en la literatura de habla inglesa.

En el mar Balear se ha constatado la existencia de extensos campos de estas formaciones, que indican la existencia de gases o fluidos en el subsuelo marino en el Canal de Ibiza, al este de las islas Pitiusas, y profusamente distribuidos, más o menos aisladamente, en el margen sur balear.

Un ejemplo característico de estas depresiones por escape de fluidos se presenta en el Canal de Ibiza, al norte de una elevación submarina que se dispone casi orientada W-E, el Monte de Xavia.



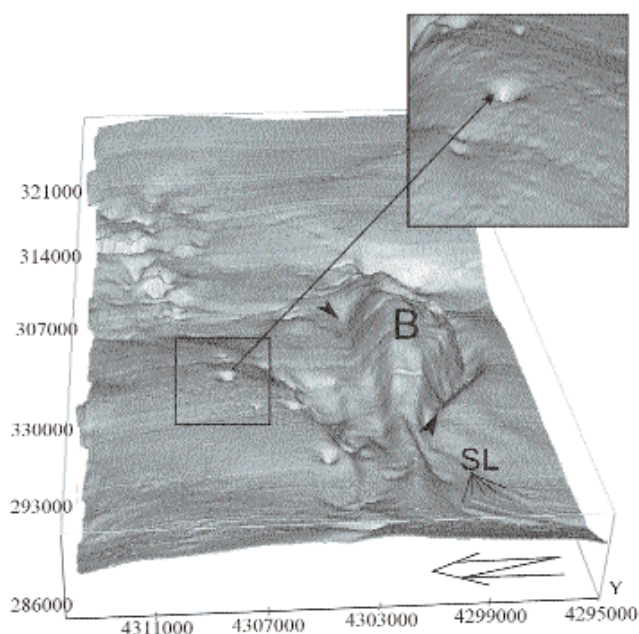


EJEMPLOS DE REPRESENTACIONES / Huellas de escape de fluidos

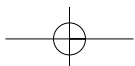
En la figura se representa un bloque diagrama de la zona afectada por estos escapes y una ampliación de la misma en la que se aprecian los diferentes tamaños de los pockmarks. Respecto al origen de los fluidos o gases subsuperficiales, estos pueden ser de origen termogénico, biogénico o hidrotermal. Los estudios y datos de que se dispone actualmente no permiten asegurar cual de éstos sea dicho origen, aunque la existencia de volcanismo reciente en las cercanías de estos lugares, así como la presencia del nuevo campo volcánico Surbalear, parecen apoyar un origen hidrotermal de los fluidos y gases, que, en su escape hacia superficie a favor de fracturas, originan, por descompresión y arrastre de los sedimentos subsuperficiales, las

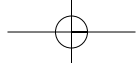
depressiones y cráteres que se detectan en la superficie del fondo marino.

Las dimensiones de las depressiones varían desde pocos metros hasta centenares de metros de diámetro y varias decenas de metros de profundidad. Cuando son pequeñas y muchas, como ocurre en el Canal de Ibiza, ofrecen un aspecto que denominamos *piel de naranja*. Pero las hay mucho mayores, por ejemplo, algunos cráteres encontrados al este de Ibiza y que consideramos se producen por acumulación y unión de depressiones más pequeñas y el posible efecto erosivo de corrientes de fondo.



Cráteres en el canal de Ibiza. El recuadro representa el tipo de fondo denominado *piel de naranja*. B es un alto estructural: el monte de Xavia. SL indica unas crestas sedimentarias y la flecha un canal erosivo.

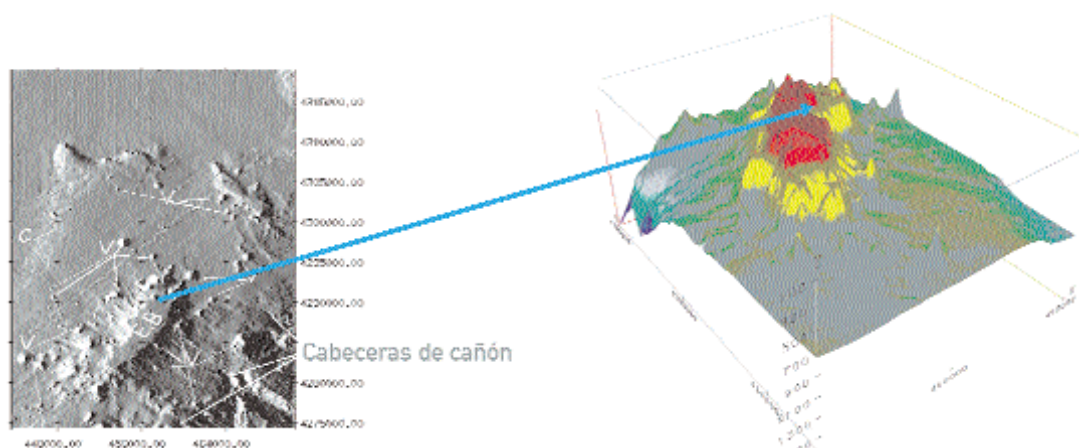




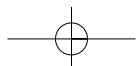
EJEMPLOS DE REPRESENTACIONES

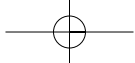
El campo volcánico del Emile Baudot

Gracias a los estudios morfológicos del monte submarino Emile Baudot se han descubierto 118 pitones volcánicos alrededor del mismo, que constituyen el Campo Volcánico Sur Balear. Dichos pitones e intrusiones volcánicas tienen forma cónica y relieves sobre el fondo marino que van desde ocho hasta varios centenares de metros, pudiendo ser los diámetros en la base superiores a los mil metros. La extensión afectada por estas intrusiones supera los 500 km² en un área al sureste de la isla de Mallorca. El establecimiento de la naturaleza volcánica de estos pitones se apoya también en datos provenientes de una técnica geofísica, llamada sísmica continua por reflexión, que permite *penetrar* bajo el fondo marino varios miles de metros. Dicha técnica ha permitido comprobar que los pitones volcánicos surgen desde el subsuelo marino, a cientos o miles de metros de profundidad, atraviesan los sedimentos más recientes y afloran sobre el fondo del mar.



Un campo volcánico de 500 km² de extensión con 118 intrusiones volcánicas. Izquierda: modelo digital del terreno del campo volcánico, con iluminación artificial desde el NO (V = pitones volcánicos; EB = monte Emile Baudot). Derecha: esquema en 3D del monte Emile Baudot con varias estructuras volcánicas alrededor.





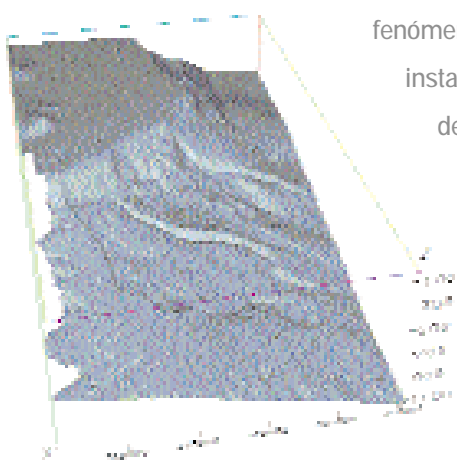
EJEMPLOS DE REPRESENTACIONES

Deslizamientos y colapsos sedimentarios en Baleares

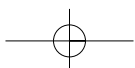
Los sedimentos marinos depositados en los márgenes continentales pueden desestabilizarse debido a terremotos, sobreexcavación, deposición muy rápida, presencia de gases subsuperficiales, volcanismo, etc. Si ésto pasa, grandes cantidades de sedimento caen pendiente abajo, pudiendo destruir cables y tuberías submarinas, así como generar grandes olas o tsunamis, dejando donde estaban los sedimentos escarpes y desniveles que permiten indentificar lo ocurrido.

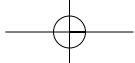
En la zona estudiada del mar Balear hay más de 2.600 km² de superficie afectada por estos deslizamientos. Los márgenes del archipiélago Balear muestran numerosos ejemplos de desestabilización gravitacional de sedimentos, perfectamente detectables por las huellas o escarpes dejados, así como por los procesos sedimentarios de arrastre y deposición de los sedimentos pendiente abajo. La figura presenta un ejemplo en la plataforma de Ibiza. Se aprecia el desplome de parte del borde de la plataforma y los escarpes, de decenas de metros de altura, dejados por el, o los, deslizamientos. La importancia de una cartografía y estudio detallado de estos procesos es

decisiva a la hora de elaborar mapas de riesgos geológicos, dado que se trata de fenómenos potencialmente catastróficos, ya que pueden desplazar de manera instantánea enormes volúmenes de sedimentos o rocas por las pendientes decenas o centenares de kilómetros.



Modelo en tres dimensiones de un sector de la plataforma occidental de la isla de Ibiza, en el que se aprecia el borde de la plataforma y los escarpes dejados por los sedimentos deslizados (iluminación desde el NO). Los números indican metros.





ALGUNAS PREGUNTAS Y SUS RESPUESTAS

¿Por qué se incluyen pueblos, carreteras, playas y no simplemente la topografía?

Se pretende que cualquier persona y, sobre todo, estudiantes de las zonas cercanas, sitúen perfectamente sus ciudades y pueblos y los puedan relacionar con las formas submarinas. Son puntos de referencia claros y cercanos al usuario.

¿Es así en realidad el fondo marino?

Sí, es exactamente así. El mapa está basado en datos obtenidos con ecosondas multihaz y GPS-D instaladas en buques oceanográficos. Los ecosondas multihaz reconocen el 100 % del fondo marino con precisiones menores del metro. El GPS-D (sistema de posicionamiento global por satélite en modo diferencial) permite situar al buque con precisiones métricas. Eso sí, se debe tener en cuenta que la escala vertical se ha exagerado para resaltar los relieves submarinos.

¿Por qué el escarpe de Emile Baudot tiene una pendiente muy fuerte ?

El escarpe está generado por una gran falla transformante que separa el Promontorio Balear formado por corteza continental de la cuenca Argelino-Balear, formada por corteza oceánica.

¿Por que se llaman el escarpe y un monte submarino cercano Emile Baudot?

Se ha bautizado así en honor del barco cablero Emile Baudot, que lo descubrió. Jean Maurice Emile Baudot (1845-1903) fue un ingeniero francés que inventó el telégrafo de impresión gráfica. Algunos pescadores locales le llaman, por eso también, el "Banco del francés".

¿Qué es un perfil batimétrico?

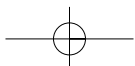
Es el perfil de profundidades del fondo marino, siguiendo una línea determinada.

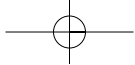
¿Qué es una provincia fisiográfica?

Son zonas del fondo marino que presentan las mismas características en cuanto a su geografía física (parte de la geografía que trata de la configuración de las tierras y los mares).

¿Qué son los abombamientos que se observan al final del cañón de Menorca?

Son el relieve que producen diapiros evaporíticos (depósitos de sal y yesos) que surgen del subsuelo y afloran sobre el fondo marino.





ALGUNAS PREGUNTAS Y SUS RESPUESTAS

¿Qué son los conos y picos que rodean el monte Emile Baudot?

Son volcanes y pitones volcánicos submarinos que surgen del subsuelo atravesando los sedimentos y sobresalen del fondo marino. Otros volcanes submarinos representados en el mapa son el Morrot de Sa Dragonera y los montes Jaume I y Colom, situados al final del cañón de Menorca.

¿Qué es una falla transformante?

Es una gran fractura de la corteza terrestre y corresponde a un límite entre las placas que la forman. El desplazamiento entre los bloques que la falla separa es horizontal.

¿Qué son los sistemas y depósitos turbidíticos?

Son el conjunto de cárcavas, cañones y canales submarinos que surcan el margen continental. Estos sistemas sirven para el transporte de los sedimentos turbidíticos, que son sedimentos inicialmente depositados cerca del borde de la plataforma continental y que, después de caer por el talud continental a través de cañones y valles submarinos, se han redepositado en el medio marino profundo, formando un tipo de material muy característico.

¿Qué son los cañones submarinos?

Son valles profundos abiertos en la plataforma y el talud continental, que discurren desde el borde continental hasta el medio marino profundo.

¿Qué es la línea de derrota?

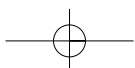
Es la trayectoria seguida por una embarcación.

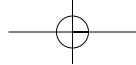
¿Qué significa que una estructura tenga origen termogénico, biogénico o hidrotermal?

Que, respectivamente, ha sido formada por efecto del calor, de la acción de seres vivos o de agua a gran temperatura.

¿Qué es la desestabilización gravitacional de sedimentos?

Es la puesta en movimiento y desplazamiento de los sedimentos por acción de la gravedad. Este proceso suele generar sistemas turbidíticos y sedimentos con el mismo nombre.





Juan Acosta Yepes

Oceanógrafo y doctor en geología, es investigador del Instituto Español de Oceanografía (IEO) en Madrid.

Fué Investigador invitado en Woods Hole Oceanographic Institution (USA) en 1978 y 1980 y ha participado en más de 70 campañas oceanográficas. Sus primeros trabajos geofísicos los realizó a bordo del B/O Cornide de Saavedra en el Mar Balear en 1978, realizando asimismo su tesis doctoral sobre la morfología y sedimentos del Promontorio Balear. Es profesor colaborador honorífico del Departamento de Geodinámica en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) desde 1991, donde es coordinador y codirector del Curso de Técnicas de Investigación Oceanográfica Aplicadas a Ingeniería Geológica y Medio Ambiente.

