

Morfología comparada de un monte submarino en el Mar Balear. Sistemas Batimétricos Monohaz Vs. Multihaz

Compared morphology of a seamount in the Balearic Sea. Single beam Vs Multibeam bathymetric systems

R.B Polglase (*), J. Acosta (*), M. Pardo de Donlebum (**), A. Muñoz (*), P. Herranz (*), C. Palomo (*), J.L Sanz (*) y E. Uchupi (***)

(*) Instituto Español de Oceanografía. C. de María nº 8 28002 Madrid

(**) Instituto Hidrográfico de la Marina. Tolosa Latour s/n Cádiz

(***) Woods Hole Oceanographic Institution. Woods Hole, Mass. 02543 USA

ABSTRACT

The applications of multibeam systems with their high resolutions and capability to eliminate "blind zones" between track lines, characteristic of single beam systems, had led to a major development in the investigation of submarine geomorphology. In this study we compare the results obtained with single and multibeam echosounders survey of a seamount east of Ibiza, Balearic islands. As illustrated by these data sets the multibeam system is better able than the single-beam system to define the configuration of this high. Multibeam systems also led themselves to the creation of computer generated physiographic diagrams displaying the information provided by the Simrad multibeam system available on the R/V Hesperides, and makes it possible for the investigator to infer the geologic processes that have molded the seamount.

Key words: Multibeam Echosounding, Seamount morphology, Balearic Islands

Geogaceta, 20 (2) (1996), 351-354
ISSN: 0213683X

Introducción

El monte submarino Norte (Palomo *et al.*, 1974) está situado a levante de las islas de Ibiza y Formentera, dos de las islas Pityusas, pertenecientes al archipiélago Balear. Las Pityusas, conforman el extremo mas occidental del Archipiélago, marcando el enlace con las Cordilleras Béticas a través del Canal de Ibiza hacia el C. de San Antonio (Fig. 1). El monte submarino que se localiza entre las coordenadas 39°01' - 38°53' N, y 1° 55' - 2° 05' E, forma parte del denominado promontorio balear (dominio Bético-Balear), perteneciendo al bloque de las Pityusas en su prolongación NE.

El hecho regional que más afecta a la morfología del monte estudiado es la marcada tendencia NE-SW, condicionada por la dirección Bética, que en esta zona está definida por una tectónica extensional, presente en los rasgos tectónicos, estructurales y de volcanismo de todo el Mar Balear (Maufrétt, 1976).

Esta dirección, probablemente estructural, marca la elongación del monte en dirección NE-SW y la abrupta pendiente de su borde oriental, controlado por fracturas en esta dirección.

La cercanía a las islas y su carácter sísmico nos hacen pensar que se trata de partes

de un primitivo conjunto de las Pityusas de una mayor extensión, y que posteriormente se han desplazado, fragmentado y hundido por fenómenos tectónicos y eustáticos.

Material y métodos

El monte Norte ha sido estudiado en dos campañas; Pityusas -I (Instituto Español de Oceanografía-IEO), en 1974 y ZEEE-95 (Zona Económica Exclusiva Española,

1995 Instituto Hidrográfico de la Marina -IEO). En la primera campaña, se utilizaron los equipos y sistemas de que disponía en aquel momento el B/O Cornide de Saavedra, que básicamente consistían en sondadores monohaz de frecuencias medias y anchura de haz 11°, contando para la situación del buque con un sistema de radioposicionamiento alta precisión (Raydist DRS-H con dos emisoras esclavas en Pta. Arabi y Pta Creu). La otra información morfo-bati-

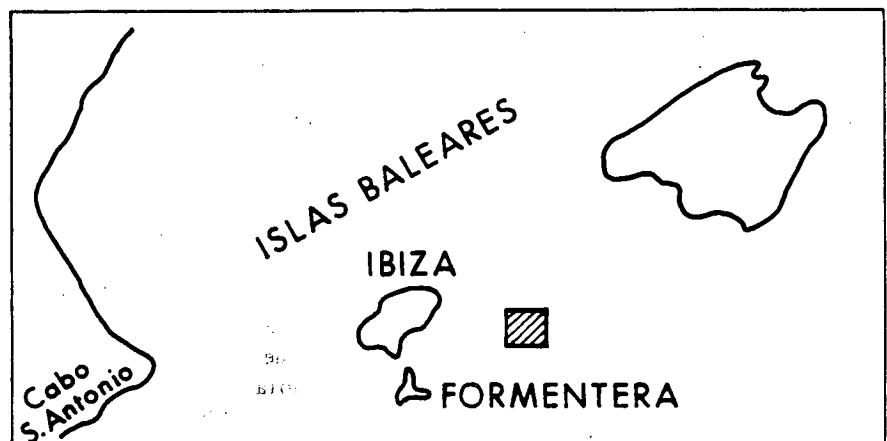


Fig. 1.- Mapa de situación de la zona investigada

Fig. 1.- Situation map of studied area

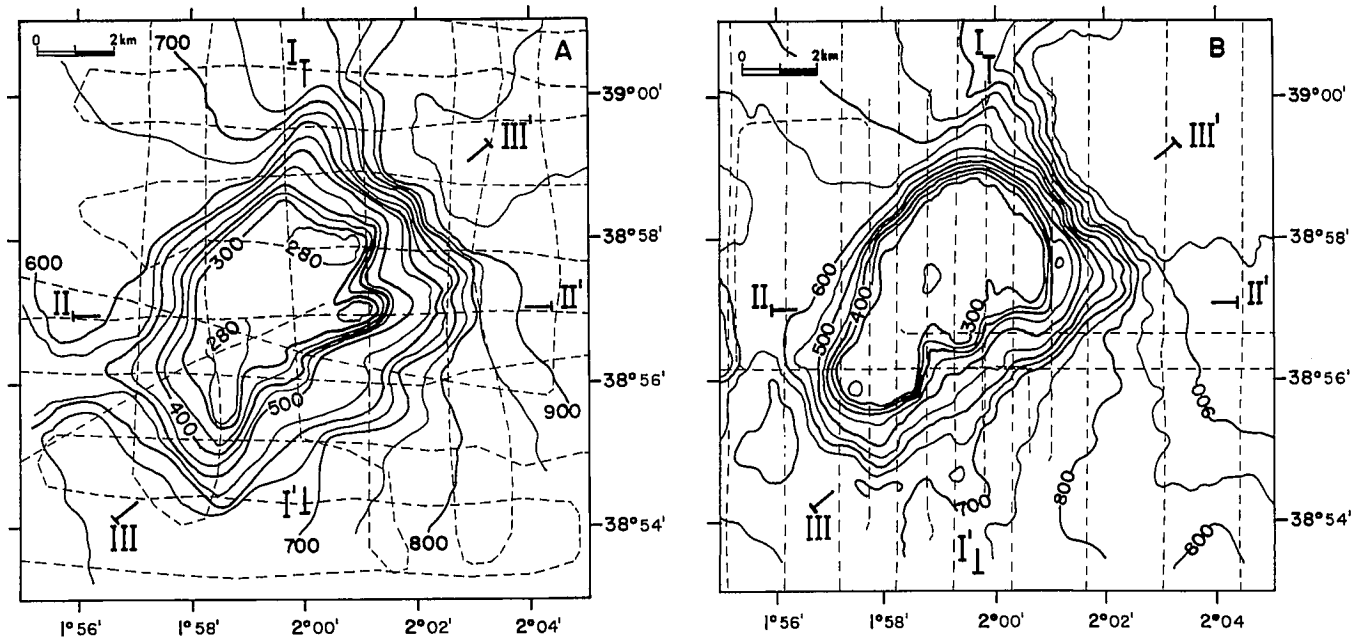


Fig.2.- Mapa batimétrico del Monte norte, A) Campaña Pityusas-I B) Campaña ZEE-95. En ambas el trazo discontinuo superpuesto representa los itinerarios recorridos por el correspondiente Buque Oceanográfico.

Fig.2.- Bathimetric map of Monte Norte, A)Pityusas-I cruise B)ZEE-95 cruise profiles.In both, the discontinuous track lines shows the profiles followed by the oceanographic ships.

métrica corresponde al levantamiento con el sondador multihaz Simrad EM-12 que posee el B/O Hespérides, utilizando un doble sistema de GPS diferencial para el posicionamiento del buque (Tabla 1A).

Las diferencias en cuanto a las tecnologías utilizadas se centran en el concepto de zona de fondo marino "insonificada". Si tomamos como referencia un ecosondador de frecuencia media (10-20 KHz) y una anchura de haz de 11°, un sencillo ejercicio geométrico nos lleva a calcular la llamada área de Fresnel, o zona del fondo marino que recibe sonido y por lo tanto lo refleja, proporcionando información de esta área. En nuestro caso, y para el techo de los montes supondría una superficie de 1677,74 m², existiendo zonas entre los itinerarios que permanecen sin información y deben ser extrapoladas.

Aunque los fundamentos y modo de operación de los sistemas multihaz han sido descritos ultimamente en la literatura (Grant, y Schreiber, 1990), se han de resaltar, las grandes ventajas frente a los convencionales en cuanto a resultados morfo-batimétricos; al tener 81 haces dispuestos en un plano normal a la trayectoria del buque, siendo el ángulo de cada haz muy estrecho (1,5°), lo que proporciona un "footprint" mucho menor, y permite obtener una mayor resolución y precisión además de la posibilidad de tratamiento digital.

En definitiva, los sistemas multihaz

instalados en el B/O Hespérides permiten el reconocimiento del fondo marino con recubrimiento al 100 % por su cualidad de «insonificar» en el plano normal a la trayectoria de 3,5 a 7,5 veces la profundidad del fondo, permitiendo el reconocimiento e información total de las zonas investigadas con muchos menos Km de líneas recorridas.

Resultados

El denominado Monte Norte (Palomo *et al.*, 1974) sitúa la base en fondos, que varían desde los 900 m al este a 500 m al oeste, por donde enlaza con el margen insular de Ibiza. El techo se presenta subhorizontal, existiendo una zona plana de 3,5 x 1,6 millas, limitada por el veril de 300 m con una profundidad mínima de 237 m (Fig 2B).

En la tabla 1B, donde se han sintetizado algunas de las características morfométricas del monte, se observa que la orientación y forma coincide en ambas investigaciones, al igual que la profundidad mínima de la cima. Sin embargo, el resto de parámetros es diferente, siendo de destacar el índice de achatamiento (ancho techo/ancho base), la superficie de la estructura (delimitada en ambos casos por la curva cerrada más profunda) y las pendientes máximas y mínimas.

Se puede apreciar por tanto, que la

medida de profundidad en el techo (haz central del Multihaz y pasada vertical con el monohaz) coincide casi exactamente (240 m frente a 237 m), en cambio la definición de las formas en las pendientes (flancos del Monte), es totalmente diferente, dado que con un haz de 11° y para profundidades de 600 m recibimos información del fondo en un área de 10.500 m² mientras que para uno de los haces del Multihaz representa 194 m², esto implica una superior definición de la forma, mucho más ajustada a la real para el sistema Multihaz.

Por esta misma razón la diferencia en área de la base es significativa (61,2 frente a 41,84 Km²), siendo este hecho perfectamente apreciable en los perfiles topográficos realizados sobre ambas batimetrías siguiendo las mismas direcciones y recorridos; I-I', II-II' y III-III', en los que se aprecia la coincidencia del techo del monte y la desviación de los taludes de ladera (Fig. 3).

Un hecho diferencial a resaltar son los Km recorridos en ambos casos, 367,32 km frente a 158,75 km, teniendo en cuenta que el reconocimiento en la campaña Pityusas se realizó con una malla de perfiles equidistantes aproximadamente 1500 m y entre los cuales al desconocerse toda información se interpoló, mientras que en un reconocimiento con recubrimiento al 100 % como el realizado en la campaña ZEE-95 no fue necesario esto.

INSTRUMENTACION			MORFOLOGIA DEL MONTE NORTE		
ECOSONDA	ELAC	SIMRAD EM	CAMPANA	PITYUSAS I (Ecosonda monohaz)	ZEE-95 (Multihaz)
CAMPANA	PITYUSAS-I	ZEE-95	ORIENTACION	NE-SW	NE-SW
FRECUENCIA	12 KHZ	13 KHZ	FORMA	ALARGADA	ALARGADA
ANCHURA DE HAZ	10°-11°	1,5°	AREA	61,200 Km ²	41,84 Km ²
SALIDAS	ANALOGICA	ANALOGICA DIGITAL	ALTURA	220 m	300m
TRATAMIENTO DE INFORMACION	CORRECCIONES: -VELOCIDAD SONIDO -PROFUNDIDAD DEL TRANSDUCTOR	NEPTUNO IRAP	PROF. CIMA	240 m	237 m
POSICIONAMIENTO	RAYDIST DRS-M MODO CIRCULAR 2 EMISORAS TIERRA	2GPS-D CORRECCIONES -SKYFIX- -INMARSAT- -EST. DIFER. MALLORCA	IND. ACHATAM	0,66	0,49
			PENDIENTE % (máx-min)	32 al NE 10 al SW	40-45 S-SE 5-10 SW
			CENTRO	38°57'16''N 1°59'56''E	38°57'48''N 1°59'17''E
			Km RECORR	367,320	158,750

Tabla 1A.- Síntesis de Instrumentación y métodos utilizados en las diferentes campañas

Tabla 1B.- Morfología del Monte Norte

Tabla 1A.- Instrumentation and methods of diferents cruises

Tabla 1B.- Monte Norte Morphology

Por otra parte, no obstante, la precisión del equipo de Radio-navegación utilizado en 1974; pionero entonces de este tipo de sistemas, situó el centro del monte desviado 725 m en Lat y 475 m en Long. respecto a la posición obtenida en ZEE-95 con GPSD, lo que implica que la situación del centro geométrico de la cima de este monte estaba erróneamente desplazado 866,5 m hacia el SE.

Tal como se aprecia en la Figura 4, la cresta del monte tiene un techo plano como

los Guyots (definición de la USBGN, 1990). Esta superficie, con profundidad menor de 300 metros aparece ligeramente inclinada hacia el SW, con al menos dos pequeños altos morfológicos que se elevan sobre este plano a profundidades menores de 280 m.

En la Figura 4, en la que se muestra un diagrama tridimensional del monte Norte, donde se observan en las laderas aspectos de detalle morfológico, se aprecia que estan cortadas por acanaladuras continuas hasta

la base, en la que se distingue un "apron" bien desarrollado. Asimismo, en la base del pequeño pico adosado por el este al monte se aprecia un fondo irregular, pudiendo interpretarse esta base irregular como producida por acumulación de sedimentos desplazados por gravedad.

Si tal como suponemos, esta superficie ha sido erosionada durante el Pleistoceno, al encontrarse próxima a la del nivel del mar y consideramos que la máxima bajada del nivel marino por eustatismo glaciario durante

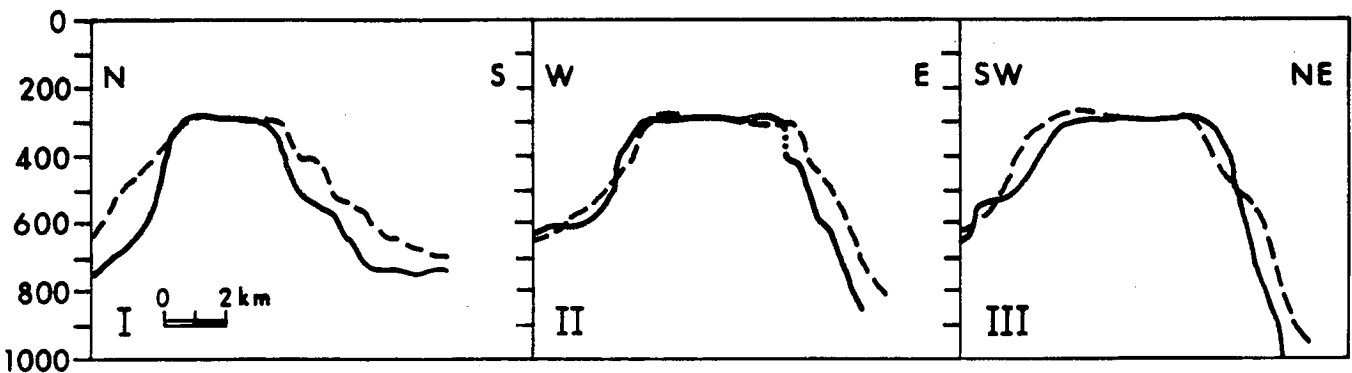


Fig.3.- Perfiles batimétricos orientados. Línea discontinua = Campaña Pytiusas (ecosonda monohaz). Línea continua = Campaña ZEE-95 (ecosonda multihaz).

Fig.3.- Bathymetric profiles. Discontinuous lines = Pityusas I cruises (single beam echosonder), continuous line = ZEE-95 (multibeam echosonder).

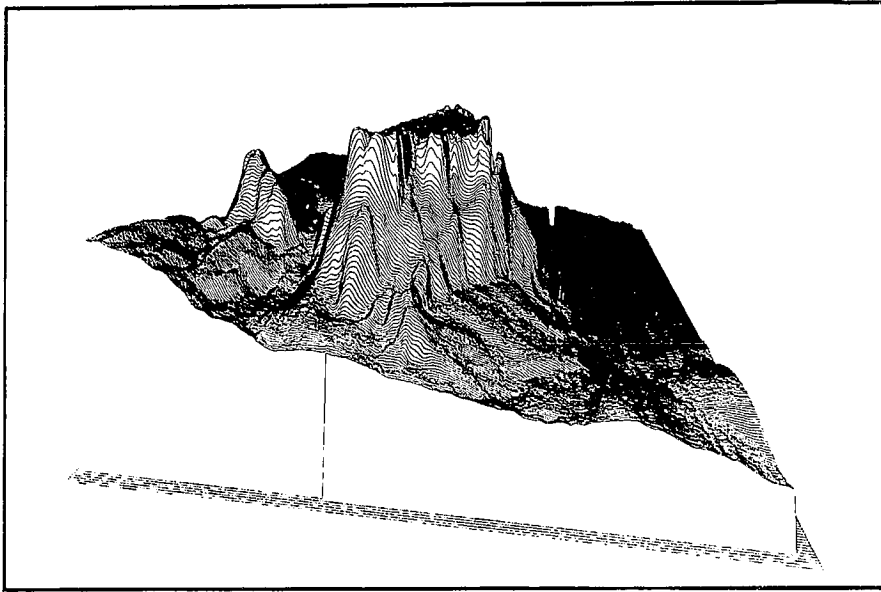


Fig. 4.- Esquema morfológico 3D visto desde SE.(procesado a partir de un grid 50 x 50 con Neptuneo e Irap

Fig 4.- 3D Morphological sketch looking from SE(processed by 50 x 50 grid with Neptune+ Irap software.

el Pleistoceno fué de alrededor de 120 m (Fairbanks, 1989), entonces su actual profundidad nos indica una subsidencia post-Pleistocena del orden de 280 m, hecho coherente con la tectónica distensiva puesta de manifiesto en perfiles sísmicos de la zona

Referencias

- Fairbanks, R.G. (1989) *Nature*, V.342 p. 637-642.
- Grant, J.A. & Schreiber, R. (1990). *Jour. Geophy. Res.* 89:11.069-11.083.
- Mauffret, A. (1976). *Etude geodynamique de la marge des Iles Baleares*. Tesis doctoral, 1-137.
- Palomo, C; De Miguel, L; Acosta, J; Sanz, J; Aranaz, F. (1974). *I Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica*, V.II p895-923.
- U.S. Board on Geographic Names, (1990). *Defense Mapping Agency. Washington DC. 4Th edition.*