



SGP
FUNDADA 1924

Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: www.sgp.org.pe ISSN 0079-1091

Distribución textural y granulométrica de sedimentos marinos superficiales en la Carta Náutica n°112

Jose Herrera¹, Luis Cerpa¹, Gerardo Herbozo¹, María Morales²

¹ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Programa de Geología Marina y Estudios Antárticos.

² Universidad Nacional Mayor de San Marcos

RESUMEN

Entre los meses de mayo y junio del año 2016 se realizó el crucero hidrogeológico denominado INGEMAR I en el Buque de la Armada Peruana "B.A.P. Zimic". Con esta plataforma se realizó un levantamiento batimétrico multihaz y la obtención de muestras de sedimentos marinos superficiales, lo cual permitió el cartografiado geológico y caracterización textural del fondo marino de la Carta Náutica Recalada N°112 a escala 1:100,000. Los resultados obtenidos, a partir de la respuesta acústica y granulometría de los sedimentos marinos superficiales extraídos, permiten determinar y delimitar áreas del fondo marino en base a la naturaleza del sustrato. Por ende, se discriminaron 2418 km² de zonas rocosas y gravosas y 2171,8 km² de zonas de arenas, limos y arcillas. El análisis comparativo realizado establece las bases para generar el cartografiado geológico sistemático del fondo marino del Mar Peruano mediante los cruces INGEMAR.

Palabras clave: fondo marino, sedimentos marinos superficiales, batimetría multihaz, reflectividad, hidroacústica, granulometría, caracterización textural, geología marina, margen convergente peruano, Mar de Grau, Perú

ABSTRACT

Between May and June 2016, the INGEMAR I geoscientific cruise of INGEMMET was carried out in the "B.A.P. Zimic" of the Peruvian Navy. High-resolution multibeam bathymetric survey supported by geological sampling allowed the

geological mapping and textural characterization of the seafloor in the Nautical Chart N°112, at 1:100,000-scale. Combined results allowed to determine seafloor areas based on the nature of the substrate. Therefore, 2418 km² of rock and gravel as well as 2172 km² of sand, silt and clay zones were established. The comparative analysis provides the basis to generate a systematic geological mapping of the seabed of the Peruvian Sea through the INGEMAR cruises.

Keywords: seafloor, surficial marine sediments, multi-beam bathymetry, seafloor backscattering, hydroacoustics, granulometry, seafloor textures, marine geology, Peruvian convergent margin, Peruvian Sea, Peru

INTRODUCCIÓN

El territorio marino del noroeste del Perú es conocido por sus recursos energéticos y biológicos, sin embargo, debido al difícil acceso se tiene escasa información sobre la naturaleza del fondo marino. Delgado (1987) y Velazco (2015) mencionan que en el área de estudio predominan facies texturales arcillas limosas y limos arcillosos de origen terrígeno. No obstante, esta información es puntual lo que no permite un ordenamiento territorial de los recursos situados en esta zona. Es por ello que el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) a través del Programa de Geología Marina y Estudios Antárticos y en cooperación con la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú, realizaron el crucero INGEMAR I en el Buque de la Armada Peruana "B.A.P. Zimic" en el área de la

Carta Náutica Recalada N° 112 costa afuera de Talara entre Punta Sal y Punta Pariñas (Fig. 1). El objetivo del crucero INGEMAR I fue realizar un cartografiado geológico de 4800 km² de fondo marino en esta zona norte del margen convergente peruano. El cartografiado se realizó con tecnología hidroacústica mediante un ecosonda batimétrico multihaz que permite caracterizar el fondo marino de forma eficiente (Hertzfeld, 1993, Iacono et al., 2008). Las imágenes proporcionadas por esta tecnología hidroacústica son de la morfología submarina y de reflectividad acústicas que tiene una dependencia de los tipos de sedimentos y rugosidad del terreno (Jackson et al., 1986). Para complementar y calibrar los resultados hidroacústicos se colectaron muestras de sedimentos superficiales de la plataforma continental entre los 50 y 200 m de profundidad de columna de agua con la finalidad de establecer una relación entre el tamaño y características físicas del sedimento con los valores de reflectividades acústica. El procesamiento e interpretación de los datos obtenidos permitió establecer una caracterización textural del fondo marino en el área de trabajo.

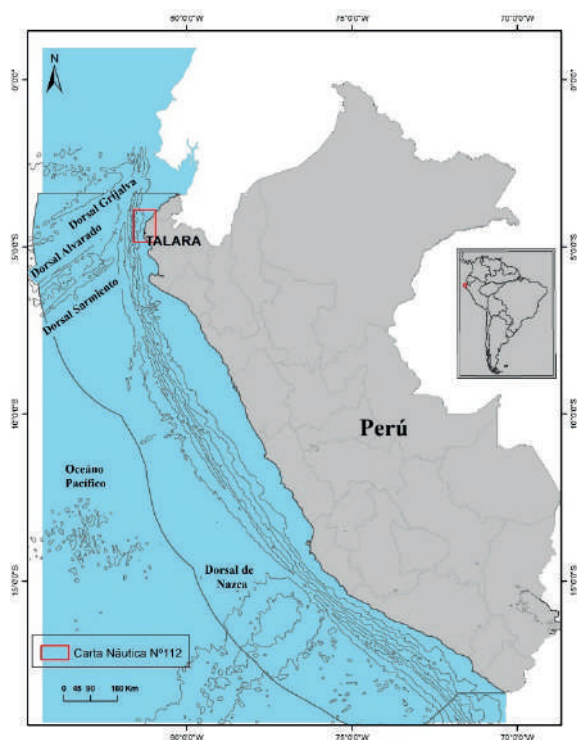


Fig. 1.- Ubicación de la Carta Náutica N° 112.

METODOLOGÍA

El procesamiento de los datos del crucero INGEMAR I se divide en tres etapas:

Análisis Granulométrico

Se colectaron 33 muestras de sedimentos superficiales marinos con una draga Van Veen con capacidad aproximada de 5 kg del sustrato marino y una penetración de 25 cm bajo la superficie del fondo marino.

En base a las técnicas de Ingram (1971) y Galehouse (1971) para trabajar con sedimentos marinos (e.g. tamizado y método de la pipeta), se realizó el análisis granulométrico para determinar el tamaño de grano predominante en las 33 muestras colectadas. La clasificación y selección de los tamaños de grano se realizó con la escala de Udden-Wentworth (1922). Esta escala permite discriminar clases granulométricas por el tamaño de su diámetro de sedimentación o phi (ϕ , escala logarítmica), tales como gravas ($\phi < -1$), arenas ($-1 < \phi < 4$), limos ($4 < \phi < 8$) y arcillas ($\phi > 8$).

Procesamiento de reflectividades

La adquisición de datos de reflectividad se realizó con un ecosonda multihaz Kongsberg EM302 con capacidad de barrido horizontal de hasta 5 veces la profundidad de columna de agua a una frecuencia de 30 kHz. El procesamiento de los datos de reflectividad se realizó con el software libre MB-System (Caress and Chayes, 1995) bajo el entorno del sistema operativo Linux. Las reflectividades resultantes fueron almacenadas en una grilla regular de 20x20 m de resolución de píxel. Esta grilla es presentada en escala de grises basado en la intensidad de la respuesta acústica, donde los sustratos "suaves" están relacionados a bajas reflectividades mientras que zonas de afloramientos de rocas generarían una alta reflectividad (Gutiérrez and Herbozo, 2004).

Análisis comparativo

Para la complementación de los resultados de granulometría y reflectividades se utilizaron dos técnicas de cartografiado de mapas texturales (O'Keeffe, 2011). En la zona de plataforma continental, se realizó una clasificación supervisada relacionando directamente las 33 muestras de sedimentos marinos superficiales con los valores de reflectividad, siendo las muestras puntos de control para validar la información hidroacústica. En la zona de talud continental, se realizó una clasificación no supervisada donde se reconocieron los afloramientos de rocas mediante un mapa de sombras y se clasificaron los valores de reflectividades de acuerdo a su intensidad.

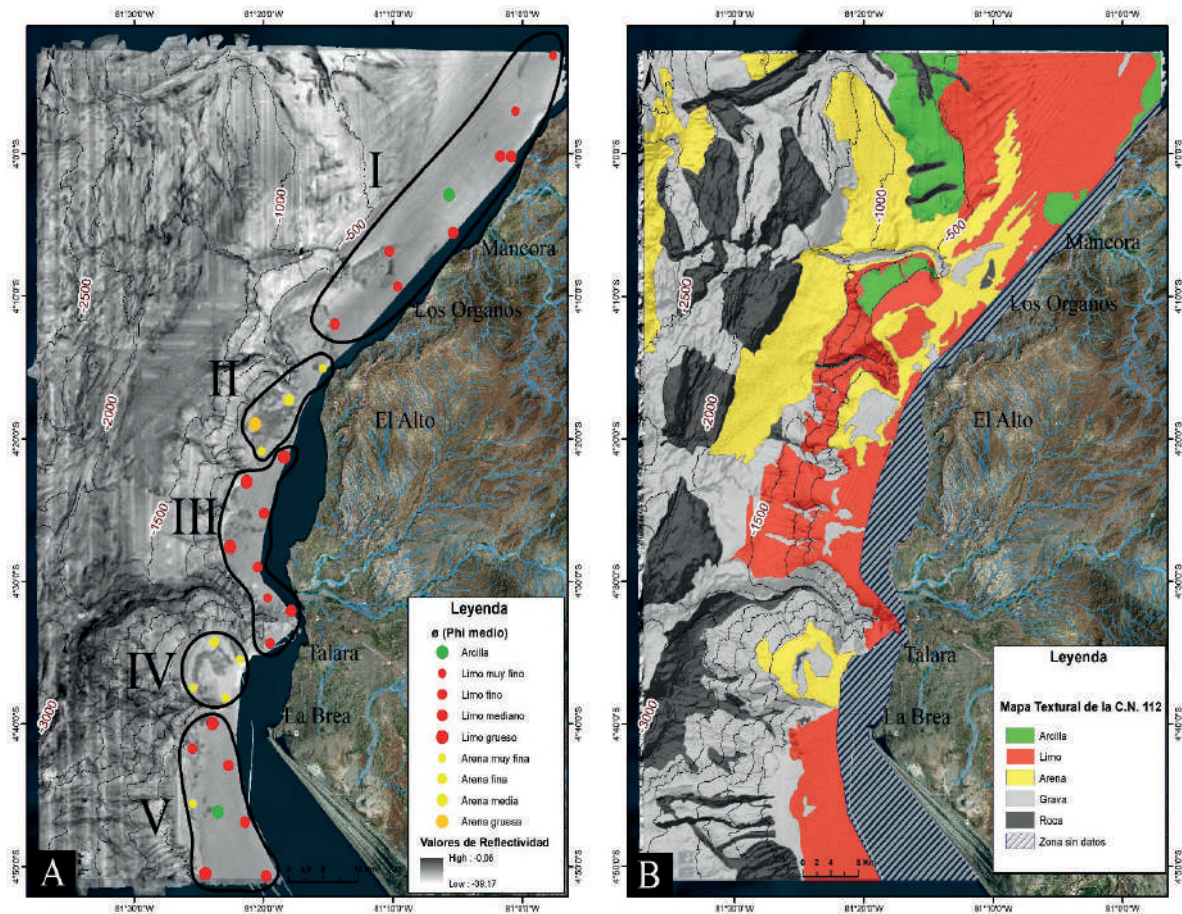


Fig.2.- (a) Distribución granulométrica de las estaciones de muestreo y (b) Mapa textural de la Carta Náutica N° 112

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución del tamaño medio de los granos de cada una de las 33 estaciones y su composición permitieron diferenciar cinco áreas mayores, a lo largo de la plataforma continental entre 50 m y 200 m de columna de agua (Fig. 2A). El área I está representada por sedimentos fangosos con un mayor predominio de limos sobre las arcillas, compuestos de cuarzo (más del 50%) y minerales ferromagnesianos. El área II está dominada por sedimentos de fracciones gruesas tales como gravas y arena gruesa a media, constituidos por fragmentos de conchas de gasterópodos y bivalvos. El área III está limitada al sur por el cañón de Talara y se caracteriza por la presencia de sedimentos limosos de tamaño grueso a medio, constituidos de cuarzo, minerales ferromagnesianos y micas. El área IV, limitado por el Cañón de Talara y su principal tributario, se caracteriza por la presencia de sedimentos arenosos de tamaño fino a muy fino constituido por conchillas fragmentadas y foraminíferos. El área V está limitada en el extremo norte por el principal tributario del cañón

de Talara y se observa una predominancia de sedimentos limosos de tamaño grueso a medio con una menor proporción de arena muy fina. La comparación entre los resultados de las estaciones de muestreo y los patrones de reflectividad permite definir y delimitar cinco tipos de clases texturales que son limos, arcillas, arenas, gravas y rocas (fig.2B). Los sustratos limosos predominan en la zona de plataforma con 1113 km² del área mapeada del fondo marino. Los sustratos arenosos comprenden un área de 855 km² y se encuentran en mayor proporción en las zonas de cuenca de talud, sin embargo en la plataforma estas arenas se localizan en parches junto a los limos. Las arcillas comprenden un área de 203 km² y se localizan al norte de la carta entre los 500 y 1000 m de columna de agua. También, se observan parches de arcilla en la plataforma continental. Los afloramientos de roca se restringen principalmente a la zona de talud inferior y cañones submarinos constituyendo un área de 930 km². Los depósitos de gravas comprenden un área de 1488 km² y se encuentran alrededor de las zonas rocosas en el talud inferior

y cañones submarinos. En la plataforma continental las gravas están relacionadas a los fragmentos de conchas de diversos organismos bentónicos.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo se concluye que (1) el análisis comparativo entre los resultados de técnicas hidroacústicas y geológicas permitieron caracterizar texturalmente un área de 4590 km² comprendido entre los 50 y 3500 m de columna de agua y representa ~90% del margen continental correspondiente a la Carta Náutica Recalada N°112, (2) en la plataforma continental predominan los sedimentos limosos y arenosos. Los limos son de tipo terrígeno y las arenas se relacionan a fragmentos de conchas de organismos marinos, (3) en la zona de talud continental los valores de reflectividad indican la presencia de afloramientos rocosos a partir de los 3000 m de columna de agua limitando las cuencas de talud que se caracterizan por ser depósitos arenosos. Las gravas rodean los afloramientos de rocas lo que indicaría erosión por corrientes submarinas.

AGRADECIMIENTOS

Los cruceros geocientíficos INGEMAR son gestionados por el Programa de Geología Marina y Estudios Antárticos de INGEMMET y la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de la Marina de Guerra del Perú (MGP).

REFERENCIAS

Caress, D. and Chayes, D. (1995), New software for processing sidescan data from sidescan-capable multibeam sonars, in 'OCEANS'95. MTS/IEEE. Challenges of Our Changing Global Environment. Conference Proceedings.', Vol. 2, IEEE, pp. 997–1000.

Delgado, C. & Gomero, R. (1987) – Sedimentos Superficiales en el Margen Continental Peruano: un mapa textural. Boletín Instituto de Mar del Perú - Callao 11(5):178-190

Galehouse, J.S., (1971). Sedimentation analysis. In: Carver, R.E. (Ed.), *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley-Interscience, New York, pp. 69–94

Gutiérrez, M. and Herbozo, G. (2004), Batimetría y clasificación exploratoria del fondo marino utilizando información de retrodispersión acústica, Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Informe Acústico 0405 Paleocanografía, Julio

2004, Unidad de Tectonología de Detección.

Hersfeld, U. C. (1993). A method for seafloor classification using directional variograms, demonstrated for data from the western flank of the MidAtlantic Ridge. *Math. Geology*, 25, 901–924.

Iacono, C., Gracia, E., Diez, S., Bozzano, G., Moreno, X., Danobeita, J. & Alonso, B. (2008). Seafloor characterization and backscatter variability of the Almería Margin (Alborán Sea, SW Mediterranean) based on high-resolution acoustic data. *Marine Geology*, 250, 1-18.

Ingram, R.L., (1971). Sieve analysis. In: Carver, R.E. (Ed.), *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley Interscience, New York, pp. 49–68.

Jackson, D. R., Winenbrenner, D. P. & Ishimaru, A. (1986). Application of the composite roughness model to high-frequency bottom scattering. *J. Acoust. Soc. am*, 79, 1410–1422.

O'Keeffe, E. (2011). Mapping european seabed habitats in the Atlantic. *Gis Workshop: Habitat mapping using arcgis tools*.

Velazco, F., Solís, J., Delgado, C., & Gomero Vásquez, R. (2015). Sedimentos superficiales y morfología de la plataforma y talud continental superior entre 3° 30'S y 15° 30'S, Perú.

Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The journal of geology*, 30(5), 377-392.