

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



# INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 44, Número 2



Abril - Junio 2017  
Callao, Perú



# MORFOLOGÍA Y SEDIMENTOS SUPERFICIALES DEL FONDO MARINO DE LA ISLA LOBOS DE TIERRA, LAMBAYEQUE, PERÚ. ABRIL 2015

## MORPHOLOGY AND SURFACE SEDIMENTS FROM THE BOTTOM OF THE LOBOS DE TIERRA ISLAND, LAMBAYEQUE, PERU. APRIL 2015

Federico Velazco<sup>1</sup>

Juana Solís

Iván Calderón

### RESUMEN

VELAZCO F, SOLÍS J, CALDERÓN I. 2017. *Morfología y sedimentos superficiales del fondo marino de la isla Lobos de Tierra, Lambayeque, Perú. Abril 2015. Inf Inst Mar Perú. 44(2): 259-267.*- Por el sector oeste del Área Natural Protegida (ANP) Isla Lobos de Tierra, se presentan relieves que se enlazan con la plataforma continental externa a través de superficies de elevada pendiente y son cortados por debajo de los 50 m por canales en dirección este-oeste; en el lado este de la isla (sector abrigado) las pendientes del fondo marino son más suaves con presencia de niveles sub-horizontales que favorecen la sedimentación. Los sedimentos superficiales del fondo marino del ANP son predominantemente arenosos, compuestos por fragmentos de conchas de moluscos que generan hasta 87% de carbonatos totales; la otra fracción son partículas minerales de variado tamaño. En el extremo noroeste del ANP, los sedimentos tienen hasta 8% de materia orgánica total y están asociados a sedimentos con textura de fango (mayor contenido de limo). En el sustrato predominantemente formado por partículas calcáreas son abundantes las praderas de *Caulerpa* y de poliquetos cuyos tubos tapizan el fondo marino. En el sector submarino rocoso y somero alrededor de la isla se encontró principalmente rocas metamórficas tales como esquistos y gneises, los que en conjunto con el sector emergido de la isla, son la fuente de aporte de partículas minerales que se incorporan a los depósitos marinos a través de procesos de intemperismo subaéreos, alteración química y erosión marina y por los procesos de transporte en los cuales gravedad, viento, olas y corrientes son los principales agentes.

PALABRAS CLAVE: Sedimentos, isla Lobos de Tierra, abril 2015

### ABSTRACT

VELAZCO F, SOLÍS J, CALDERÓN I. 2017 *Morphology and surface sediments from the bottom of the Lobos de Tierra Island, Lambayeque, Peru. April 2015. Inf Inst Mar Peru. 44 (2): 259-267.*- The surface sediments of the bottom of the Natural Protected Area (NPA) Lobos de Tierra are predominantly sandy, formed by fragments of mollusk shells that generate up to 87% of total carbonate; the other fraction is composed of mineral particles of varied sizes. In the Northwest corner of the NPA, the sediments have up to 8% of total organic matter and are associated with sediment of mud texture (higher silt content). These sediments by the West sector of the NPA are reliefs which are linked with the outer continental shelf through high slope surfaces and are cut below 50 m through channels in east-west direction; while on the East side of the island (sheltered sector) slopes of the seabed are softer with sub-horizontal levels that favor the sedimentation over erosive processes; prairies of *Caulerpa* and polychaetes whose tubes cover the seabed are abundant in this area on the substrate predominantly composed of calcareous particles. The underwater shallow and rocky sector around the Lobos de Tierra island is primarily made up of metamorphic rocks such as schist and gneiss, which, in conjunction with the sector emerged from the island, are the source of supply of mineral particles which are incorporated into the marine deposits through subaerial weathering processes, chemical alteration and marine erosion and transport processes in which gravity wind, waves and currents are the main agents.

KEYWORDS: Sediments, Lobos de Tierra island, Peru, April 2015

## 1. INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto de Borde Costero de la Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático y del proyecto GEF-UNDP Hacia un manejo ecosistémico de la Corriente de Humboldt (GEMCH) – PIMS 4147, se financiaron los estudios de la morfología del fondo marino y sedimentología del ELBA en el sitio piloto Isla Lobos de Tierra.

De acuerdo a HIDRONAV (1995), la isla Lobos de Tierra tiene forma alargada, orientada en dirección norte-sur, posee 6 millas de largo por 2,2 millas en su parte más ancha, su cima más alta, ubicada en la parte sur, tiene 92 msnm, la parte más baja está al norte; en

su entorno se distinguen islotes que sirven de abrigo a las ensenadas. En relación a su geología, según descripciones de INGEMMET, la isla está conformada por rocas metamórficas de edad Paleozoico inferior formadas por fillitas y cuarcitas (CALDAS et al. 1980).

Este estudio en el Área Natural Protegida (ANP) Isla Lobos de Tierra, se efectuó en abril 2015, y tuvo como objetivo determinar características morfológicas del fondo marino, distribución del tipo y geoquímica de sedimentos superficiales tomando en cuenta los análisis de información de campo y muestras. El informe contiene caracterización del relieve del fondo marino y tipificación de sus depósitos superficiales de sedimentos que conforman parte de la componente geológica de un estudio de línea base.

1 IMARPE, Dirección General de Investigaciones Oceanográficas y Cambio Climático, Lab. Geología. fvelazco@imarpe.gob.pe

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

Las operaciones de mar para colecta de información y muestras se realizaron entre el 18 y 25 de abril 2015, teniendo como punto de embarque el muelle de la empresa AGRORURAL localizado en el lado oriental de la isla Lobos de Tierra.

Se realizaron actividades de levantamiento de información oceanográfica in situ y colecta de muestras a bordo de la embarcación Mi Marisol N° Matrícula SY-42200-BM, obteniendo información de profundidades geo referenciadas, de sedimentos y de rocas del fondo marino.

El estudio comprendió la zona submarina dentro de los límites del ANP Isla Lobos de Tierra (Fig. 1) que se encuentra ubicada frente a la Región Lambayeque. Los límites del ANP se dan en la Tabla 1.

El planeamiento de las estaciones de muestreo se realizó teniendo como mapa base la carta de navegación Isla Lobos de Tierra N° 1231, de la Dirección de Hidrografía y Navegación a escala 1:20.000.

Tabla 1.- Límites de la ANP Isla Lobos de Tierra

Punto	Latitud	Longitud
1	06°21'02,93"	80°54'26,72"
2	06°21'01,03"	80°48'37,22"
3	06°30'19,80"	80°48'37,01"
4	06°30'23,50"	80°54'21,21"

### Diseño de muestreo

La colecta de información y muestras se realizó mediante transectos perpendiculares a la línea de ribera de la isla Lobos de Tierra, ubicando estaciones de muestreo con la finalidad de caracterizar el sustrato en función de la profundidad y distancia a la isla. Se dispusieron estaciones de muestreo de fondo rocoso en las zonas de menor profundidad y cercanas a la costa (Fig. 2).

### Batimetría y muestreo del fondo marino

El trabajo de la componente acústica consistió en la colecta de información geo referenciada del fondo marino abarcando los límites del ANP Isla Lobos de Tierra. El estudio batimétrico comprendió hasta una profundidad aproximada de 121 m.

Para la obtención de información de profundidades geo referenciadas, se recorrieron transectos procurando cruzar perpendicularmente las isóbatas alrededor de la isla distribuidos en toda el área de estudio.

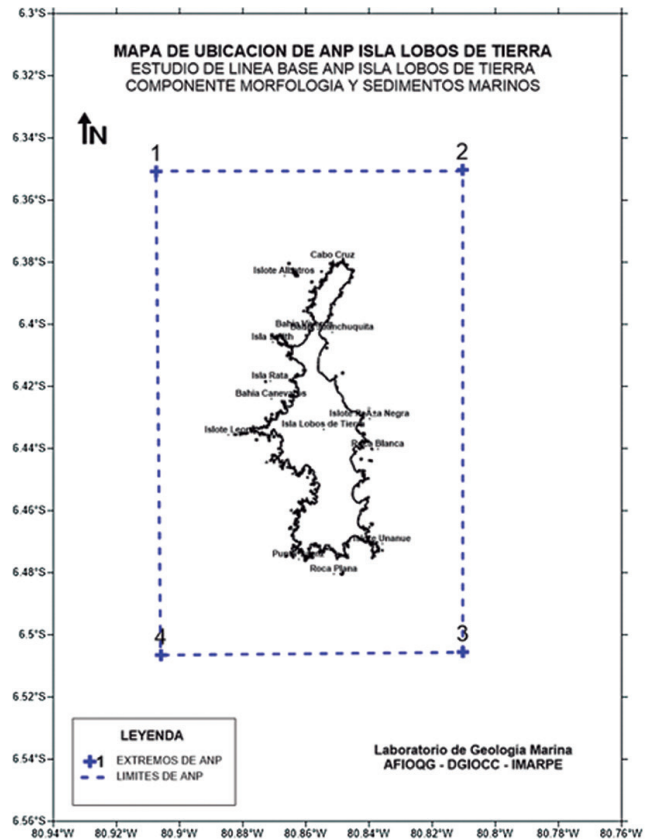


Figura 1.- Límites del ANP Isla Lobos de Tierra

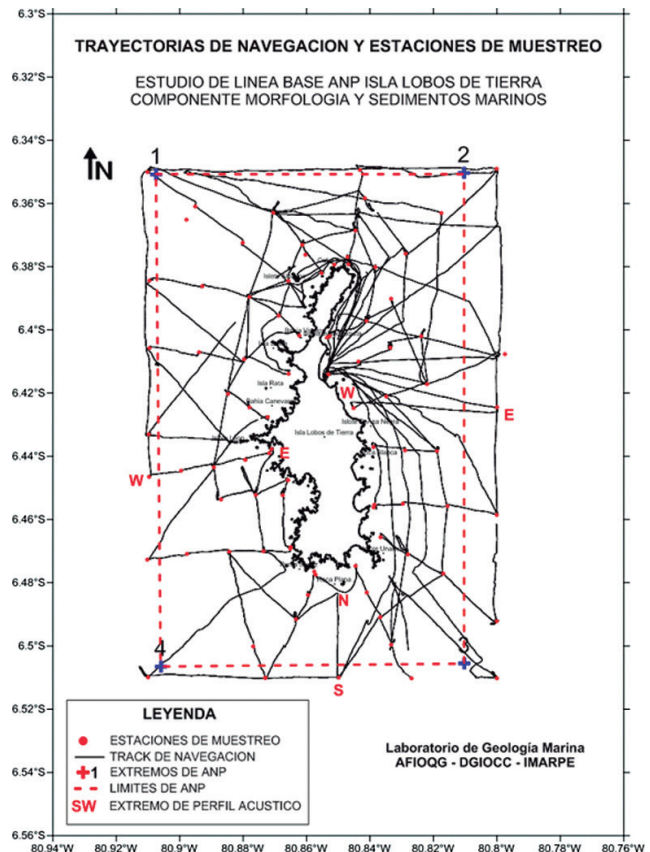


Figura 2.- Trayectorias de navegación y estaciones de muestreo en el ANP Isla Lobos de Tierra

Para localizar y registrar las profundidades del fondo marino se empleó el ecosonda científica marca SIMRAD Modelo EY 60 (Fig. 3) con un transductor de frecuencia de trabajo de 120 kHz tipo split beam, conectada a un Navegador GPS marca Garmin 12.

Para calibrar el equipo se siguió la metodología de FOOTE et al. (1987); como herramienta de análisis acústico se empleó el programa Echoview (versión 5.1.47, Miriix Software) en la detección del fondo marino y la identificación de los registros acústicos.

**Muestreo del fondo marino**

Se realizaron muestreos en 74 estaciones. El trabajo de campo comprendió muestreo de sedimentos y en algunas estaciones seleccionadas se recolectaron muestras de rocas.

En cada zona se recolectaron muestras de sedimentos marinos empleando una draga tipo Van Veen de acero de 0,05 m<sup>2</sup> de área de cobertura. El posicionamiento se realizó empleando un navegador GPS Garmin 12.

Las muestras a bordo fueron descritas por sus características de tamaño de grano y composición predominante, color, olor y algunas muestras fueron fotografiadas, para la descripción se emplearon lupas Baush & Lamb (10X, 20X). Se almacenaron en

refrigeración en una bolsa etiquetada con el número de estación, fecha y profundidad (Fig. 4).

Las muestras se trasladaron al Laboratorio de Geología Marina del IMARPE para análisis granulométrico y geoquímico. Se analizaron muestras de sedimento marino de 37 estaciones.

**Muestras de afloramientos rocosos del fondo marino**

En zonas próximas a la línea de ribera y de menor profundidad, se recolectaron muestras del fondo rocoso expuesto sobre el fondo marino. El posicionamiento se realizó empleando un navegador GPS Garmin 12 y, la profundidad fue indicada por el buzo directamente de la lectura del profundímetro de mano empleado en la inmersión.

La colecta se realizó mediante inmersiones con equipo dependiente de la superficie (compresora de aire comprimido adaptada para el buceo y mangueras de baja presión acoplada a un regulador de buceo). Las muestras se obtuvieron fracturando la roca del fondo marino con una picota de geólogo.

Esta actividad está orientada a identificar las formaciones rocosas como fuente de aporte de partículas minerales a los sedimentos teniendo como criterio su litología y mineralogía y la composición, forma y tamaño de partículas de los sedimentos.



Figura 3.- Instalación de ecosonda científica marca SIMRAD Mod. EY 500



Figura 4.- Muestras geológicas del fondo marino de las ANP Isla Lobos de Tierra



Figura 5.- Equipos de análisis en laboratorio a) Mufla eléctrica Thermolyne, b) Tamizador eléctrico Marca Tyler, c) Microscopio petrográfico Nikon E600POL

### Trabajo de laboratorio

El análisis granulométrico en las muestras de sedimentos del fondo marino se realizó con tamices (INGRAM 1971) para la fracción gruesa y mediante sedimentación por el método de la pipeta para la fracción fina (GALEHOUSE 1971) (Fig. 5).

El contenido de materia orgánica total (MOT) en los sedimentos marinos se obtuvo por el método de pérdida de peso por ignición (DEAN 1974) empleando una mufla eléctrica Thermolyne (Fig. 5).

Para los estudios petrográficos se empleó el microscopio de luz plana polarizada Nikon Eclipse serie E600 POL con una cámara Infinity Lumenera Corporation y un objetivo principal de 4X/0,10 (Fig. 5). Se tomaron fotografías de cada muestra en nicoles cruzados y paralelos considerando la escala en micras ( $1 \mu\text{m} = 0,001\text{mm}$ ) y se identificaron los aspectos mineralógicos más resaltantes, así como los minerales componentes de las rocas y composición química.

### Trabajo de gabinete y procesamiento de data

#### Digitalización de cartas base

Se obtuvo la carta de navegación Isla Lobos de Tierra N° 1231 (escala 1:20.000) en formato digital, la que se escaneó a resolución de 600 DPI y formato TIFF para digitar la línea de costa, islas y los sondajes batimétricos (metros) en base a 4 puntos de control para localizarlos en el sistema de coordenadas geográfico WGS 1984. El error total estimado para esta localización es casi nulo (0,0000653461).

#### Procesamiento de data

Los cálculos de resultados tanto de análisis en laboratorio como del trabajo en gabinete se realizaron empleando el programa EXCEL.

El procesamiento y mapeo de datos, la distribución geográfica y el diagrama de elevación digital se efectuó con el programa de interpolación y geoestadística (Surfer versión 12, Golden Software, USA); para la distribución y seguimiento del trayecto de la embarcación y mapas temáticos se utilizó el programa MapInfo versión 12.5; para el planeamiento y administración de trayectorias se utilizó el programa OpenCpn versión 4.

El tamaño de grano se identificó empleando la escala de WENTWORTH (1922). La determinación de las texturas sedimentarias se realizó graficando las proporciones relativas de las fracciones granulométricas en acuerdo al diagrama de SHEPARD (1954).

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### MORFOLOGÍA DEL FONDO MARINO

Con la carta náutica digitalizada se desarrolló la distribución de isóbatas y el modelo de elevación digital en el que se visualizó la morfología del fondo marino del área de estudio (Fig. 6). Un total de 273.348 datos se recolectaron en el presente trabajo

En el lado expuesto al océano abierto (oeste) la isla Lobos de Tierra presenta elevadas pendientes que se conectan directamente con el borde externo de la plataforma continental y con el talud continental adyacente a la plataforma; el sector de menor pendiente (este) es abrigado a la acción de las olas y favorece la sedimentación y acumulación de depósitos de sedimentos que a su vez permite la formación de relieves de superficies más suaves. Algunas isóbatas cerradas corresponderían a bajos o elevaciones sobre el fondo, presentes tanto en el lado este como en el oeste de la isla. En la imagen de elevación digital, se puede observar que estas inflexiones en las isóbatas aparentemente corresponderían a canales que surcan el sector submarino en sentido este-oeste hacia las zonas más profundas del ANP.

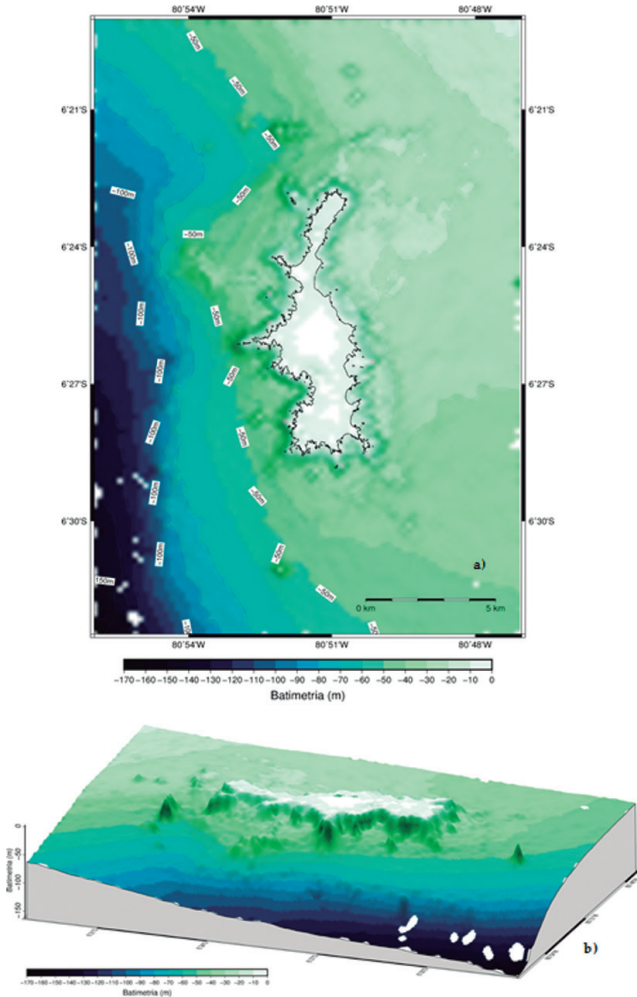


Figura 6.- Características del relieve del fondo marino en isla Lobos de Tierra. a) Distribución de isóbatas, b) Modelo de elevación digital (MED)

Las isóbatas de 10, 15 y 20 m siguen casi paralelas a los contornos de la línea de costa de la isla Lobos de Tierra, así como de las pequeñas islas, rocas y bajos que la rodean. Las divergencias de este paralelismo se presentan a partir de los 25 m en forma de cambio muy notable de rumbo desde el sector este hacia el sureste y en el sector norte; en cambio en los sectores sur, suroeste y noroeste las isóbatas son más o menos paralelas a la línea de ribera de la isla con la excepción de algunas ubicadas entre las latitudes de isla Smith e isla Rata, donde se observan alrededor de un contorno cerrado que une puntos de 30 m de profundidad. Otros cambios de rumbo, no muy frecuentes y de menor extensión a manera de pequeñas inflexiones convexas hacia zonas más profundas, están presentes alrededor de la isla.

Por el sector noroeste se aprecian varios niveles subhorizontales enlazados por áreas de relieve muy empinado; estas superficies sub-horizontales aparentemente serían antiguos niveles de abrasión cuando el nivel del mar estuvo en una posición más profunda que el actual. En estos niveles subhorizontales

también ha sido posible apreciar superficies curvadas que podrían corresponder a ondulaciones sobre el fondo ocasionadas por las corrientes. En este sector se presenta un relieve somero en comparación con los otros sectores y con profundidades menores a 30 m. Las profundidades tienden a incrementarse desde el sector mencionado hacia el este y sureste, sin llegar a los 50 m de profundidad y en mayor medida hacia el norte que sí llega a alcanzar hasta los 55 m.

Por el sector oeste y hacia el límite del ANP se alcanzan las mayores profundidades (aproximadamente 90 m) y también en el extremo suroeste (aproximadamente 80 m) hacia el exterior del ANP pero siempre cerca de los límites. En esta prospección se alcanzó profundidades de 121 m, sin embargo la tendencia es seguir profundizándose hacia el oeste y noroeste fuera de los límites del ANP (Figs. 7, 8 y 9).

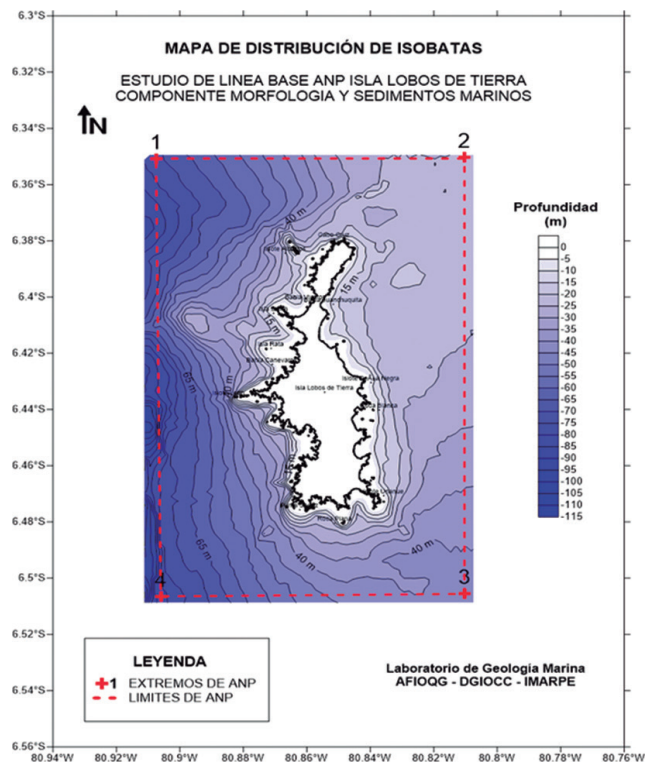


Figura 7.- Distribución de isóbatas en el fondo marino en el ANP Isla Lobos de Tierra

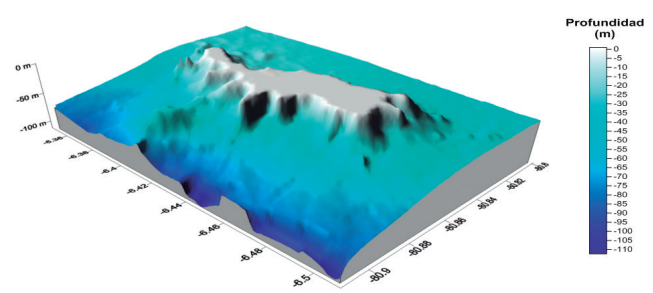
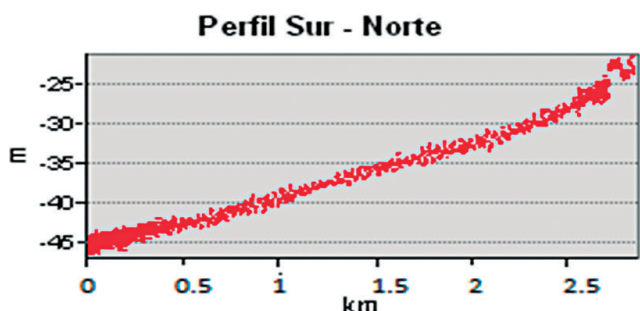


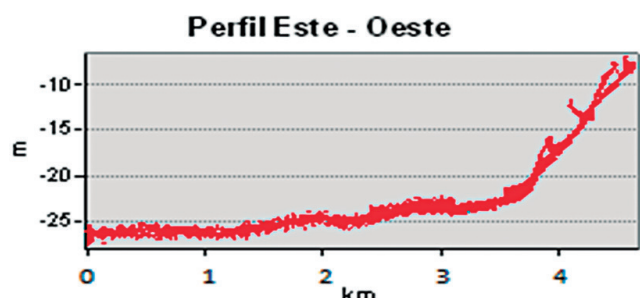
Figura 8.- Modelo de elevación digital del relieve del fondo marino en el ANP Isla Lobos de Tierra (Vista desde el SE)



Morfología Submarina

a)

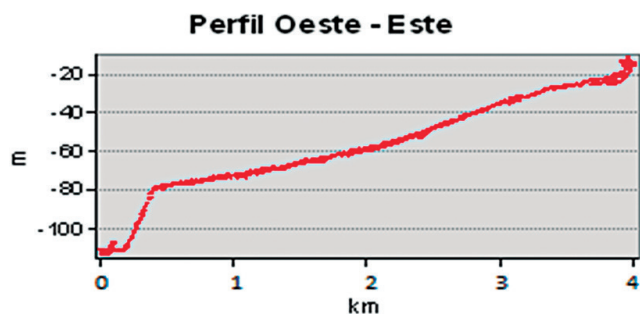
a El tramo recorrido en el extremo norte de la isla descrito de sur a norte tiene una pendiente casi continua en todo su recorrido disminuyendo las profundidades hacia el cabezo norte de la isla con una ligera elevación de  $0,43^\circ$



Morfología Submarina

b)

b El transecto ubicado en el sector central de la isla (por el sector este) descrito desde el este (zona de mayor profundidad) hacia el oeste presenta primero un sector sub-horizontal con muy suaves ondulaciones en el terreno, una pendiente promedio de  $0,04^\circ$  hasta los 3,5 km; a partir de donde se registra un cambio brusco en la pendiente incrementándose notablemente (hasta los  $0,63^\circ$ ) hacia menores profundidades en la isla



Morfología Submarina

c)

c El transecto ubicado en el sector central de la isla (por el sector oeste), descrito desde la zona de mayor profundidad, empieza con una pendiente positiva de  $5,04^\circ$ , a partir de los 0,4 km de recorrido la pendiente es de  $0,85^\circ$

Figura 9.- Perfiles batimétricos en el ANP Isla Lobos de Tierra (escala vertical exagerada para mejor visualización)

Las isóbatas de los sectores norte, noroeste y sureste presentan mayor proximidad entre sí, evidenciando relieves de mayor inclinación que en el sector abrigado de la isla (sector noroeste).

Dos perfiles batimétricos seleccionados muestran la variabilidad de la pendiente en el sector submarino del ANP, uno de rumbo sur-norte (ubicado en el

extremo sur de la isla, al sur de Roca Plana) y el otro perfil de rumbo este-oeste (ubicado en el lado este, cercano al islote Peña Negra) (Fig. 9).

### SEDIMENTOS DEL FONDO MARINO

La descripción de los sedimentos a bordo, permitió diferenciar distintos tamaños de grano de los depósitos del fondo marino (de mayor a menor): bloques, guijas, grava, arena, fango (limo y arcilla), los que en muchas estaciones se encuentran combinados en diferentes proporciones.

#### Contenido de arena

La fracción arena predomina en los sedimentos de toda el ANP. El máximo contenido de arena,  $99,77\%$  (E-38A) se encuentra frente al sector centro-oeste de la isla, en las cercanías del islote León, casi a la latitud de punta Sáenz. El mínimo contenido de arena  $22,90\%$  (E ILT1) correspondió al extremo noroeste del ANP (Fig. 10).

#### Contenido de limo

Fue más elevado en las zonas más profundas. El máximo valor  $56,47\%$  (E ILT1) se encontró en el extremo noroeste del ANP, coincidiendo en la misma estación con el mínimo contenido de arena. El menor contenido de limo  $0,07\%$  (E-38A) coincidió con el máximo contenido de arena (Fig. 11).

#### Contenido de arcilla

Los contenidos de la fracción arcilla muestran similar tendencia de distribución con el de limo. El máximo contenido de arcilla  $20,64\%$  (E ILT1) se encontró en el extremo noroeste del ANP. El mínimo contenido de arcilla  $0,11\%$  (E-40) fue ubicado por el lado central y oeste de la isla, a la latitud de bahía Canevaro (Fig. 12).

### TEXTURA DEL SEDIMENTO

Los sedimentos que rodean los fondos rocosos de la isla Lobos de Tierra, bajos y elevaciones rocosas están constituidos por depósitos de proporciones variables de bloques, guijas, gravas y arenas cuya composición es lítica y biogénica (fragmentos de caparzones de moluscos).

La textura presente en casi toda la extensión submarina que rodea la isla es arena, la que está conformada por fragmentos de conchas de moluscos y por partículas de origen mineral como el cuarzo, feldspatos, micas, que es producto de la alteración, erosión y transporte de las rocas metamórficas que conforman la isla.

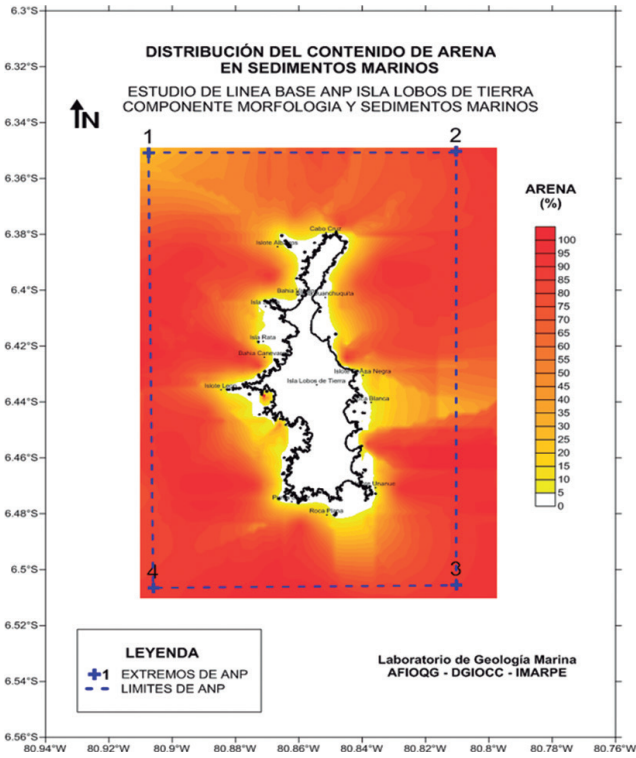


Figura 10.- Distribución de la fracción arena (%) en sedimentos marinos. ANP Isla Lobos de Tierra

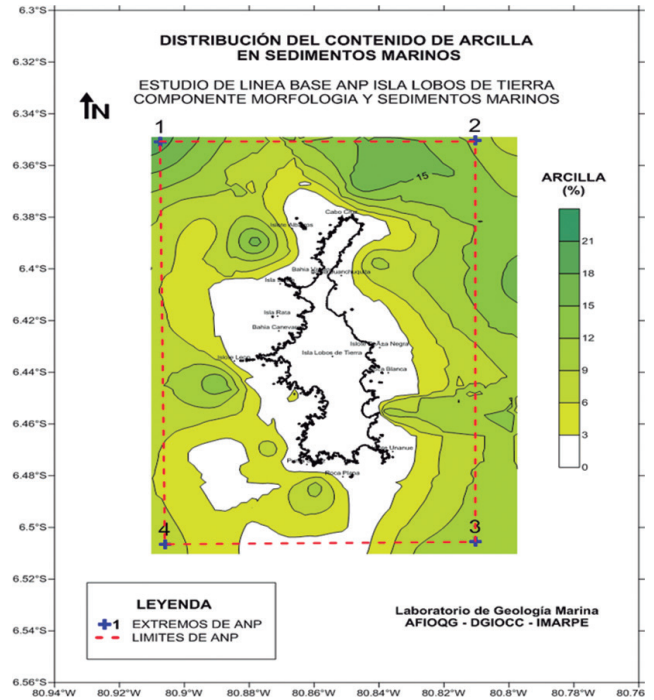


Figura 12.- Distribución de arcilla (%) en sedimentos marinos. ANP Isla Lobos de Tierra

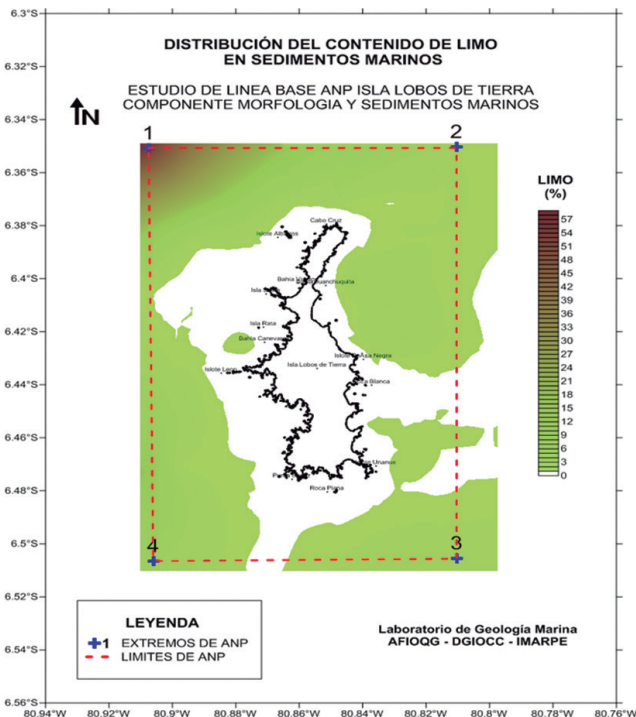


Figura 11.- Distribución de limo (%) en sedimentos marinos. ANP Isla Lobos de Tierra

En los sedimentos hay presencia del alga *Caulerpa* y también gran abundancia de tubos de poliquetos, sobre todo en el sector más somero del ANP, desde el centro-oeste hacia el noroeste del ANP (Fig. 13).

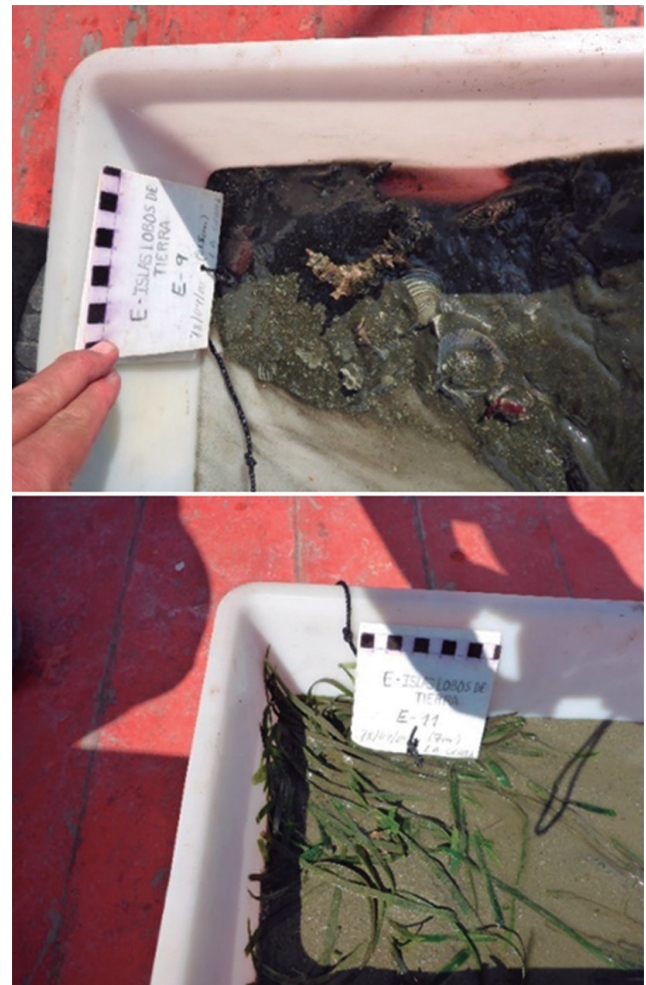


Figura 13.- Composición de sedimentos marinos en el ANP Isla Lobos de Tierra



En el extremo noroeste del ANP existe una estación (ILT1) con textura de fango con elevado contenido de limo (Fig. 14).

**Contenido de Materia Orgánica Total**

Los mayores contenidos de materia orgánica están presentes en las zonas más profundas del ANP (en el lado este de la misma), siendo su fuente de aporte, principalmente, el fitoplancton que se incorpora al fondo a través de procesos de sedimentación (y confiere a los sedimentos un color verdoso). Estos altos contenidos de materia orgánica son mejor preservados de la degradación con respecto a otras zonas de la isla debido a que en estas áreas profundas existen los menores tenores de oxígeno disuelto encontrados durante el estudio.

La estación (E-ILT1) en que se presentó el máximo contenido de materia orgánica total (8,28%) coincidió con el mínimo contenido de arena y los mayores tenores de limo y de arcilla (Fig. 15). Los contenidos que le siguieron en abundancia fueron encontrados en los sectores suroeste y sureste del ANP.

El mínimo contenido de MOT de 0,10% (E-12) se encontró en el sector central (por el lado este de la isla) al norte del islote Peña Alta.

**Contenido de Carbonatos Totales**

El máximo contenido de carbonatos totales 87,58% (E-63) fue ubicado en el sector suroeste de la isla y el mínimo contenido 3,99% (E-ILT4) fue encontrado en el extremo suroeste del ANP (Fig. 16).

**LITOLOGÍA DE MUESTRAS DE ROCA DEL FONDO MARINO**

El contenido de partículas minerales y su tamaño en los sedimentos submarinos del ANP Isla Lobos de Tierra depende de su fuente de aporte (constituida por las rocas metamórficas de la isla), de la intensidad de los procesos de intemperismo y erosión subaérea o submarina de estos afloramientos de rocas (relativamente lentos) así como de los procesos de transporte y selección (corrientes, olas), siendo los mayores tamaños de partículas minerales los más próximos a la fuente. Otro aspecto que influye en su concentración es la presencia de los componentes biodetríticos calcáreos que ejercen un efecto diluyente, pues las especies bentónicas que poseen caparazones calcáreos (por ejemplo moluscos) al cumplir su ciclo de vida (relativamente corto) aportan sus caparazones a los sedimentos, siendo desgastados mecánicamente y trasladados, enriqueciendo continuamente los depósitos de sedimentos con partículas calcáreas (reflejándose esta condición en los elevados contenidos de carbonatos totales encontrados).

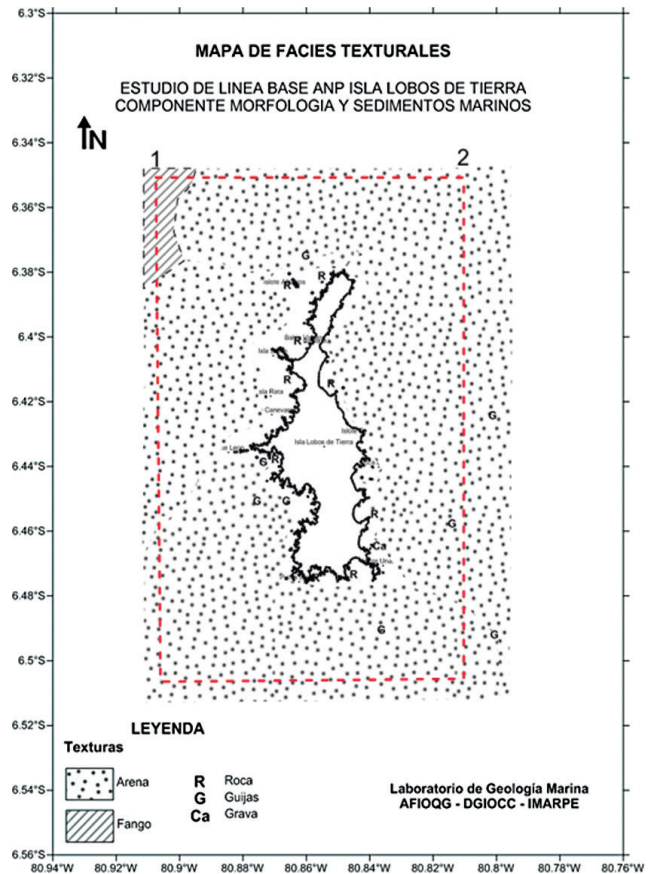


Figura 14.- Distribución de facies texturales de los sedimentos marinos. ANP Isla Lobos de Tierra

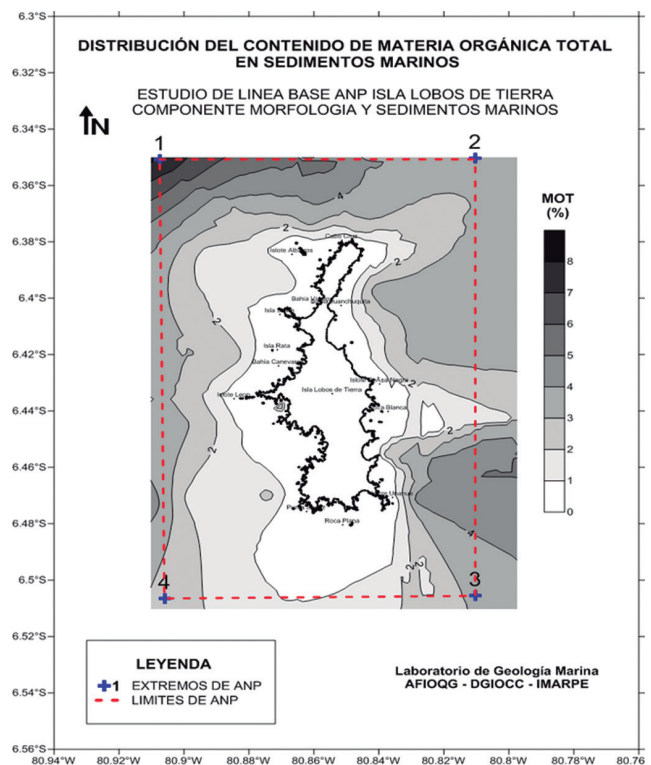


Figura 15.- Distribución de materia orgánica total (%) en los sedimentos marinos. ANP Isla Lobos de Tierra

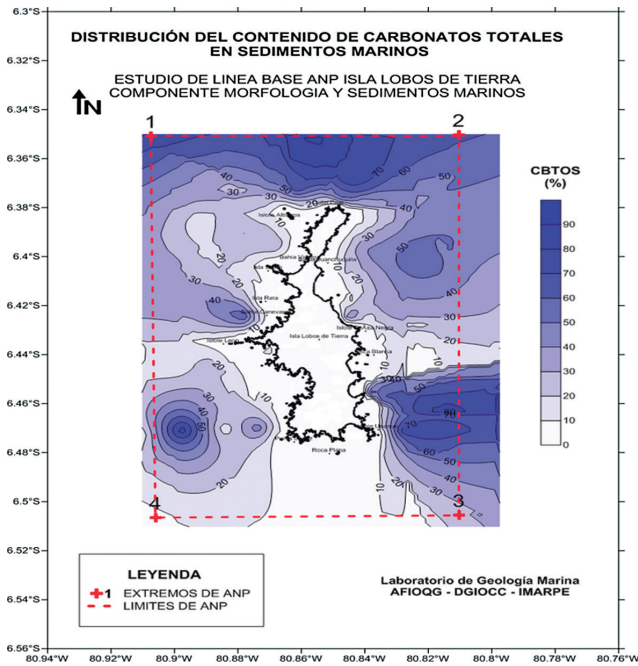


Figura 16.- Distribución de carbonatos totales (%) en los sedimentos marinos. ANP Isla Lobos de Tierra

Las rocas colectadas del fondo marino fueron principalmente rocas metamórficas presentando en todos los casos alteración superficial y en su mayoría estuvieron cubiertas por colonias de microalgas de color rosado, como ocurre en distintas zonas de la costa.

El esquistos es una roca metamórfica semicompacta, foliada y de tonalidad gris verdoso claro, constituido por micas y cuarzo. Presenta fuerte esquistosidad, densidad media y dureza baja. El gneis es una roca metamórfica foliada, se encuentra formada por gruesas bandas claras de cuarzo y feldespatos, intercaladas con finas bandas oscuras constituidas por micas (biotita). Tanto el esquistos como el gneis son parte de la antigua Cordillera de la Costa.

Estas características, como la foliación de las rocas metamórficas, constituyen un elemento importante en el proceso de intemperismo o meteorización, es así que podemos observar en sedimentos arenosos los mismos componentes de las rocas, por ejemplo un alto porcentaje de micas.

#### 4. CONCLUSIONES

Por el sector oeste del Área Natural Protegida (ANP) Isla Lobos de Tierra, se presentan relieves que se enlazan con la plataforma continental externa a través de superficies de elevada pendiente y son cortados por debajo de los 50 m por canales en dirección este-oeste; en el lado este de la isla (sector abrigado) las pendientes del fondo marino son más suaves con presencia de niveles subhorizontales que favorecen la sedimentación.

Los sedimentos superficiales del fondo marino del ANP son predominantemente arenosos, compuestos por fragmentos de conchas de moluscos que generan hasta 87% de carbonatos totales; la otra fracción son partículas minerales de variado tamaño.

En el extremo noroeste del ANP, los sedimentos tienen hasta 8% de materia orgánica total y están asociados a sedimentos con textura de fango (mayor contenido de limo).

En el sustrato predominantemente formado por partículas calcáreas son abundantes las praderas de *Caulerpa* y de poliquetos cuyos tubos tapizan el fondo marino.

En el sector submarino rocoso y somero alrededor de la isla se encontró principalmente rocas metamórficas tales como esquistos y gneises, los que en conjunto con el sector emergido de la isla, son la fuente de aporte de partículas minerales que se incorporan a los depósitos marinos a través de procesos de intemperismo subaéreos, alteración química y erosión marina y por los procesos de transporte en los cuales gravedad, viento, olas y corrientes son los principales agentes.

En los alrededores de las prolongaciones submarinas de las playas, puntas o acantilados rocosos, se encuentran bloques, guijas y grava heterométricas de la misma litología, producto de la erosión del macizo rocoso, cuyos tamaños disminuyen conforme se alejan de los afloramientos o son distribuidos en función de la energía de la corriente y oleaje.

#### 5. REFERENCIAS

CALDAS V J, PALACIOS O, PECHO V, VELA C. 1980. Geología de los Cuadrángulos de: Bayobar, Sechura, La Redonda, Pta. La Negra, Lobos de Tierra, Las Salinas y Mórrope. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Boletín serie A N° 32, Lima, Perú. 78 p.

DEAN W. 1974. Determination of Carbonate and Organic matter in calcareous sediments and rocks by loss on ignition: Comparison the others methods. In: Jour. Sed. Petrology 44 (1): 242-248.

FOOTE K, KNUDSEN H, VESTNES G, MACLENNAN D, SIMMONDS E. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES, Cooperative research Report, N 144: 69 p.

GALEHOUSE J. 1971. Sedimentation Analysis. In: Procedures in Sedimentary Petrology. Eds. Carver, RE, de. Cap. 4. New York. P. 69-94.

HIDRONAV. 1995. Derrotero de la costa del Perú. Vol. I. Golfo de Guayaquil a Callao. 160 p.

HIDRONAV. 2008. Carta de Navegación Isla Lobos de Tierra N° 1231. Dirección de Hidrografía y Navegación a escala 1:25,000.

INGRAM R. 1971. Sieve Analysis. In: Procedures in Sedimentary Petrology. Eds. Carver, RE, de. Cap. 3. New York. P. 49-67.

SHEPARD F. 1954. Nomenclature based on silt-clay ratios Jour. Sed. Petrology 24(1): 151-158.

WENTWORTH C. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments: Journal of Geology, v. 30, p. 377-392.