

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 44, Número 2



Abril - Junio 2017
Callao, Perú



PERÚ

Ministerio
de la Producción

MORFOLOGÍA Y SEDIMENTOS SUPERFICIALES DEL FONDO MARINO DE LAS ISLAS BALLESTAS Y CHINCHA. MARZO 2015

MORPHOLOGY AND SUPERFICIAL SEDIMENTS OF THE BOTTOM OF THE BALLESTAS AND CHINCHA ISLANDS. MARCH 2015

Federico Velazco¹

Juana Solís

Iván Calderón

RESUMEN

VELAZCO F, SOLÍS J, CALDERÓN I. 2017. *Morfología y sedimentos superficiales del fondo marino de las islas Ballestas y Chincha. Marzo 2015. Inf Inst Mar Perú. 44(2): 284-296.*- Los sedimentos que rodean los fondos rocosos de las islas Ballestas y Chincha, caracterizadas por la elevada pendiente de sus laderas, están constituidos por depósitos de bloques, guijas, gravas y arenas cuya composición es lítica y biogénica (fragmentos de caparazones de moluscos). Los contenidos de materia orgánica total (MOT) son mínimos (alrededor de 1%) y los carbonatos totales (CBTOS) superan el 50% en ambas islas. Los depósitos de arena presentan variada selección dependiendo de su distancia a la fuente de aporte y las corrientes marinas. Estos depósitos por ubicarse al pie de las laderas submarinas de las islas, (guijas de forma angular), se identifican como depósitos de gravedad con poco transporte. La litología corresponde a rocas ígneas intrusivas alcalinas, denominadas granitos. También se detectó guijas redondeadas, que podrían corresponder a erosión de formaciones conglomeradas presentes en la zona acantilada y muy próxima a los depósitos submarinos. Alejándose de los depósitos de partículas gruesas y en las depresiones, superficie del fondo con escasa inclinación, y en áreas protegidas de las corrientes que proporcionan los afloramientos rocosos, se encuentran sedimentos de granulometría más fina (mayores proporciones de limo y arcilla sobre arena), los contenidos de materia orgánica total (MOT) alcanzan hasta 15,04% en sedimento de textura fango en islas Ballestas y 18,52% en sedimento de textura limo arenoso en islas Chincha.

PALABRAS CLAVE: Morfología y sedimentos, Islas Chincha y Ballestas, marzo 2015

ABSTRACT

Velazco F, Solís J, Calderón I. 2017. *Morphology and superficial sediments of the bottom of the Ballestas and Chincha Islands. March 2015. Inf Inst Mar Peru. 44 (2): 284-296.*- Sediments surrounding the rocky bottoms of the Ballestas and Chincha Islands, characterized by a high inclination of the slopes, consist of deposits of blocks, pebbles, gravels and sands. Whose composition is lytic and biogenic (fragments of shells of mollusks). The content of total organic matter (TOM) are minimal (around 1%) and total carbonates are more than 50% in both islands. The deposits of sand present a variety of selection depending on the distance to the source of contribution and the ocean currents. These deposits placed at the foot of the submarine slopes of the islands, (angle-shaped pebbles), are identified as granite deposits. Rounded pebbles were also detected, which could correspond to erosion of conglomerate formations present in the cliffs and very close to the undersea deposits area. Moving away from the deposits of thick particles and in depressions, the bottom surface with low inclination, and in areas protected from the currents which provide the rocky outcrops, are sediments from finer particle size (greater proportions of silt and clay over sand). The contents of total organic matter (TOM) reach to 15.04% in mud sediment texture in Ballestas islands and 18.52% in silt sediment texture in Chincha Islands.

KEYWORDS: Morphology, superficial sediments, Ballestas and Chincha Islands, March 2015

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del trabajo fue determinar las características morfológicas del fondo marino, a partir de su batimetría y de la distribución del tipo y geoquímica de los sedimentos superficiales de las islas Ballestas y Chincha, para lo cual se caracterizó la morfología del fondo marino en los alrededores de las islas, se tipificaron los sustratos del fondo marino, y se determinaron las características sedimentológicas y geoquímicas de los sedimentos superficiales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Las operaciones se realizaron del 15 al 25 de marzo 2015. Se trabajó dentro de los límites que bordean a cada Área Natural Protegida de las islas Ballestas y Chincha y que están ubicadas al noroeste de la península de Paracas (Tabla 1, Fig. 1).

¹ Área funcional de Investigaciones en Oceanografía química y geología. fvelazco@imarpe.gob.pe

Tabla 1.- Límites geográficos de ANP de las islas Ballestas y Chincha

Punto	Islas Ballestas		Islas Chincha	
	Latitud S	Longitud W	Latitud S	Longitud W
1	13°41'51,81"	76°26'01,80"	13°35'23,06"	76°26'30,12"
2	13°41'53,42"	76°21'15,95"	13°35'24,89"	76°21'03,98"
3	13°46'26,10"	76°21'17,52"	13°40'37,30"	76°21'05,75"
4	13°46'24,48"	76°26'03,46"	13°40'35,46"	76°26'31,95"

METODOLOGÍA

A bordo de la embarcación Jesús Antonio, se obtuvo información oceanográfica *in situ* de profundidades georreferenciadas del fondo marino y muestras de sedimentos y rocas.

El planeamiento de las estaciones de muestreo, se basó en la carta de navegación Bahía de Pisco y Ensenada de Lagunillas N° 2262, de la Dirección de Hidrografía y Navegación (HIDRONAV) a escala 1:50.000.

Las estaciones se efectuaron en transectos perpendiculares a la línea de ribera de las islas, para caracterizar el sustrato en función a la profundidad y distancia de las islas. También, se determinaron estaciones de muestreo de fondo rocoso en zonas cercanas a la costa y de menor profundidad (Fig. 2).

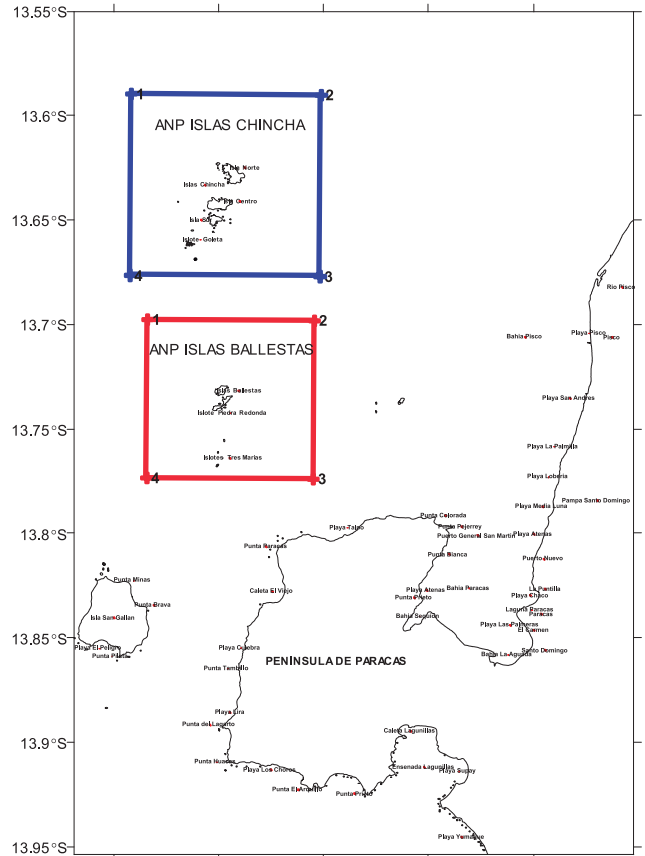


Figura 1.- Ubicación geográfica de las islas Chincha y Ballestas

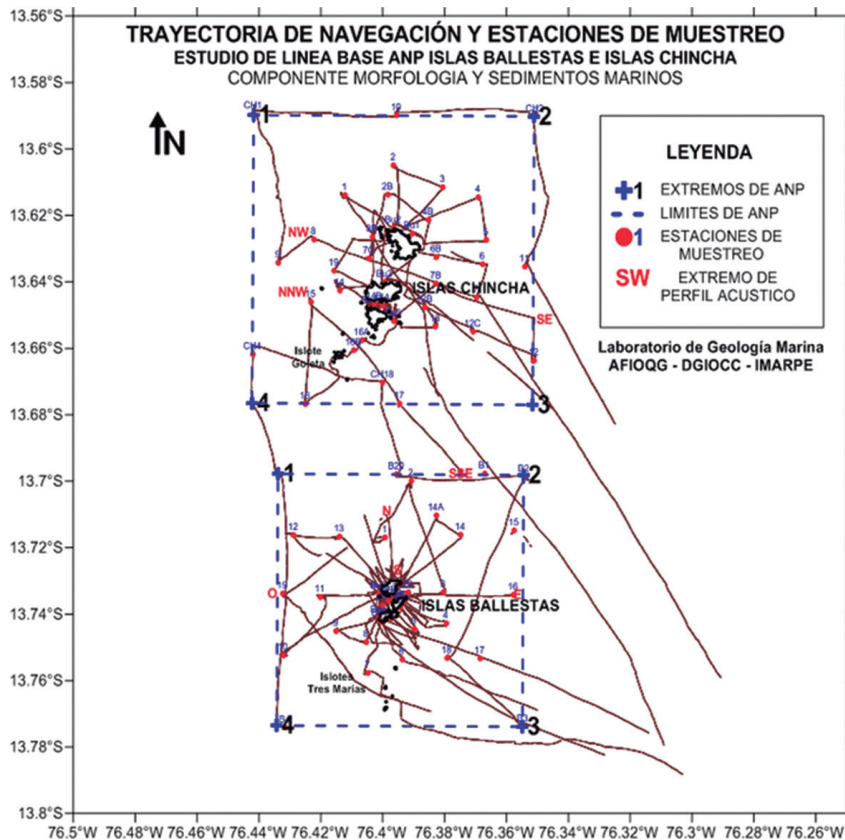


Figura 2.- Trayectorias de líneas acústicas y estaciones de muestreo en el área de estudio

Batimetría y muestreo del fondo marino.- Durante el trabajo acústico se colectó información georreferenciada del fondo marino. El estudio batimétrico alcanzó profundidades aproximadas de 95 m alrededor de las islas Ballestas y de 110 m en las islas Chincha. Se recorrieron transectos procurando cruzar perpendicularmente a las isobatas alrededor de las islas.

Se trabajó con la ecosonda científica SIMRAD modelo EY 60, con transductor de frecuencia de 120 kHz tipo "split beam", conectada a un Navegador GPS Garmin 12. Se realizó la calibración del equipo siguiendo la metodología de FOOTE et al. (1987). El análisis acústico se efectuó con el programa Echowiew (versión 5.1.47, Miriix Software).

El trabajo de campo comprendió el muestreo de sedimentos y en algunas estaciones seleccionadas se colectó muestras de rocas. Se realizaron 35 estaciones de muestreo en las islas Ballestas y 39 en las islas Chincha (Fig. 2).

Muestreo del fondo marino

Sedimentos del fondo marino.- Las muestras de sedimento se obtuvieron con una draga tipo Van Veen de acero de 0,05 m² de área de cobertura. El posicionamiento se realizó con un navegador GPS Garmin 12.

Se emplearon lupas Bausch & Lomb (10x, 20x) para describir las muestras por sus características de tamaño de grano y composición predominante, algunas fueron fotografiadas. Se almacenaron en refrigeración en una bolsa etiquetada con número de estación, fecha y profundidad y se trasladaron al Laboratorio de Geología Marina del IMARPE para el análisis granulométrico y geoquímico de 25 muestras de sedimentos de las islas Ballestas y 17 de las islas Chincha.

Muestras de afloramientos rocosos del fondo marino.- En zonas próximas a la línea de ribera y de menor profundidad, se colectaron muestras del fondo rocoso expuesto. 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. En otros casos, la colecta se realizó mediante inmersiones con equipo dependiente de la superficie (compresora de aire comprimido adaptada al buceo y mangueras de baja presión acopladas a un regulador de buceo). Las muestras se obtuvieron fracturando la roca del fondo marino con una picota de geólogo y fueron descritas a bordo, fotografiadas y seleccionadas para una posterior descripción más detallada en el Laboratorio de Geología Marina.

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

Trabajo de laboratorio

Para el análisis granulométrico de la fracción gruesa del sedimento, se usaron tamices (INGRAM 1971) y la fracción fina se analizó con el método de la pipeta (GALEHOUSE 1971) (Fig. 3).

El contenido de materia orgánica total (MOT) en sedimentos marinos, se obtuvo por el método de DEAN 1974, empleando una mufla eléctrica Thermolyne (Fig. 3).

Los estudios petrográficos se realizaron empleando el microscopio de luz polarizada Nikon Eclipse serie E600 POL con cámara Infinity Lumenera Corporation y objetivo principal de 4x/0,10 (Fig. 3). Se tomaron fotografías considerando la escala en micras de cada muestra, en filtros polarizados cruzados y paralelos; se identificaron los aspectos mineralógicos más resaltantes de cada una de las muestras, los minerales componentes de las rocas y se indicó su composición química.



Figura 3.- Equipos de análisis en laboratorio. a) Mufla eléctrica Thermolyne, b) Tamizador eléctrico Marca Tyler, c) Microscopio petrográfico Nikon E600POL

Procesamiento de datos

Digitalización de cartas base.- En gabinete se realizó la digitalización de línea de costa de la carta de navegación Bahía Pisco y Ensenada Lagunillas; se asignó 4 puntos de control a la imagen TIFF para georreferenciarla al sistema de coordenada geográfica WGS 1984. El error estimado es casi nulo (0,0000653461).

Procesamiento de datos batimétricos.- El procesamiento y mapeo de datos 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.

Procesamiento de resultados de laboratorio.- 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 según el diagrama de SHEPARD (1954).

Los cálculos tanto del análisis en laboratorio como del trabajo en gabinete se realizaron empleando la hoja de cálculo Excel.

3. RESULTADOS

MORFOLOGÍA DEL FONDO MARINO

Con la digitalización de la carta náutica, se obtuvo el mapa base del ANP, la distribución de isobatas y un modelo de elevación digital en el que se visualizó la morfología del fondo marino del área de estudio y de la bahía de Pisco (Fig. 4).

Con 219.528 datos, se determinó que las islas presentan similares rasgos en común en relación con el relieve submarino, por lo que se les describe en conjunto respecto a sus características morfológicas más relevantes.

El grupo de las islas Ballestas y Chincha ocupan el sector central de la extensión de cada ANP. Mantienen alineamientos N-S a NW-SE y se encuentran rodeadas de rocas que emergen en superficie y, de bajos que se proyectan hacia el sur y suroeste de ambos grupos de islas. Entre el grupo de las islas Ballestas y Chincha existe una depresión que alcanza entre 80 y 85 m de profundidad.

Las profundidades entre las islas de cada grupo son variables, incrementándose en las que se encuentran ubicadas al norte de toda el área de estudio. En el caso de las islas Chincha sur y centro las profundidades entre ellas varían de 25 a 30 m y entre las islas Chincha centro y norte alcanzan de 30 a 40 m. En el grupo de islas Ballestas las profundidades que las conectan bajo el mar alcanzan como máximo 10 m.

Los relieves submarinos de la prolongación de las islas Chincha norte y Ballestas norte por el norte y noroeste, presentan mayores pendientes con respecto a las otras islas (Fig. 5). Los relieves adyacentes a la parte emergida de las islas, se prolongan bajo el agua casi con la misma pendiente y muestran laderas submarinas muy empinadas; por el este (a pocos metros de distancia a la ribera) alcanzan 70 m de profundidad en las islas Chincha y de 50 a 60 m en las islas Ballestas. Por el oeste, las laderas submarinas se proyectan a mayor profundidad: hasta 95 m en las Chincha y hasta 70-75 m en las Ballestas. En las islas Chincha la pendiente cambia de 95 a 105 m para luego ser más suave hasta 110 m de profundidad, en las islas Ballestas la pendiente cambia de 75 m a 95 m.

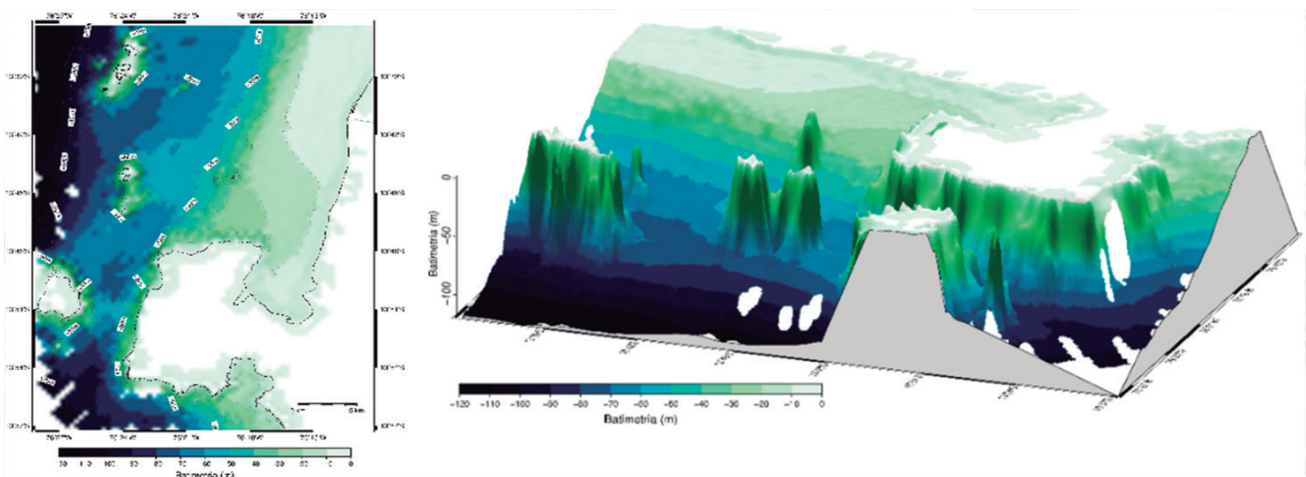


Figura 4.- Características del relieve del fondo marino en la bahía de Pisco; a) distribución de isobatas, b) Modelo de elevación digital (MED)

Las isóbatas paralelas y muy próximas entre sí que rodean las islas Ballestas y los islotes Tres Marías así como los islotes ubicados en sus proximidades, presentan una empinada prolongación submarina que alcanza profundidades de 60-70 m en el lado noroeste de las islas Chincha y Ballestas, respectivamente y de 10 m más hacia el lado oeste para ambas islas. El cambio de pendiente adyacente a este lado, con cambios de convexidad de las isóbatas representaría, de acuerdo a las muestras colectadas en algunas de estas áreas, depósitos de arena, grava y guijas de forma angular al pie de estas laderas. Cambios de rumbo en sentido contrario en las isóbatas representarían rasgos como depresiones alargadas o canales, probablemente con algún posible control estructural (fallamiento) (Fig. 5).

Perfiles batimétricos seleccionados

En la figura 6, se presentan y describen en proyección vertical algunos perfiles seleccionados con distintos rumbos, para mostrar la variabilidad del relieve en el área de estudio. En el caso de las islas Chincha, se muestra un transecto de rumbo noroeste-sureste que cruza entre las islas Chincha centro y norte y el otro al sur de las islas Chincha, desde el islote Goleta hasta el

límite noroeste del ANP de las islas Ballestas (Fig. 6). En islas Ballestas se describe un perfil de rumbo oeste-este que cruza las Ballestas norte y centro y otro perfil de rumbo norte-sur al extremo de la isla Ballestas norte.

SEDIMENTOS DEL FONDO MARINO

La descripción directa de los sedimentos a bordo permitió diferenciar los tipos de tamaño 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

En las depresiones entre las islas, a manera de canales someros hay bajos y bloques aislados desprendidos de las islas, también es posible encontrar depósitos de sedimentos arenosos o depósitos de grava o guijas que rellenan depresiones en la roca maciza o el espacio entre los bloques. Estos depósitos muestran mayor cantidad de arena; el mayor contenido de carbonatos es de origen biogénico proporcionado por fragmentos de conchas de moluscos desgastados mecánicamente

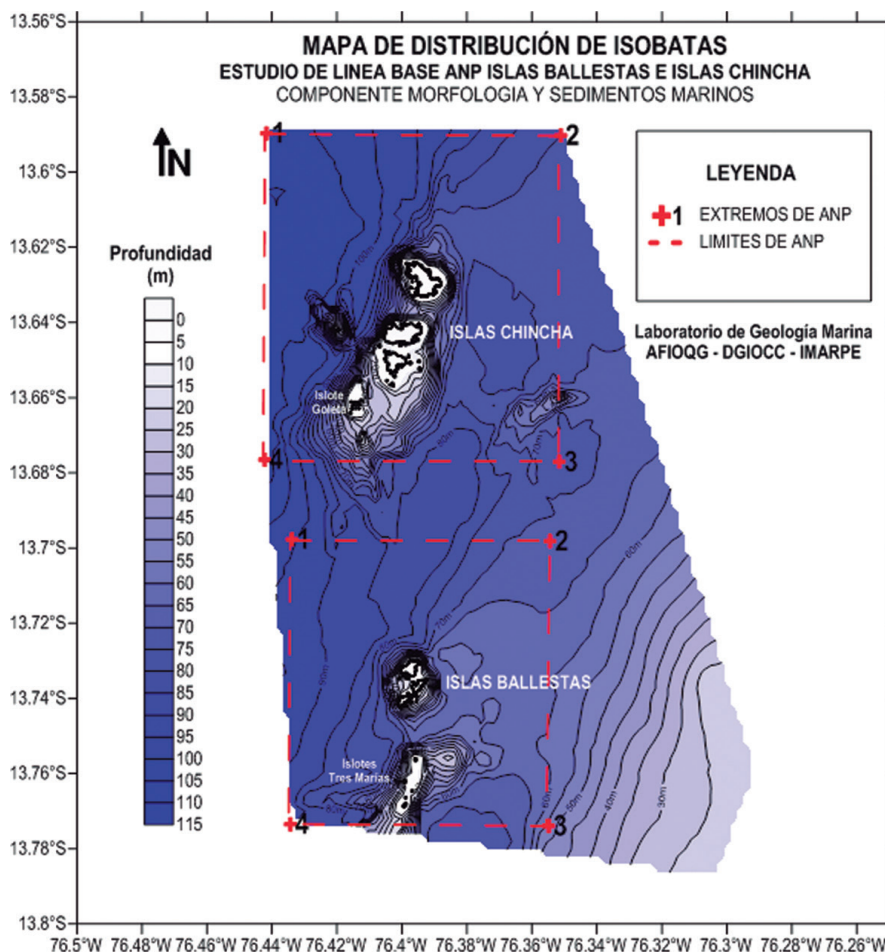


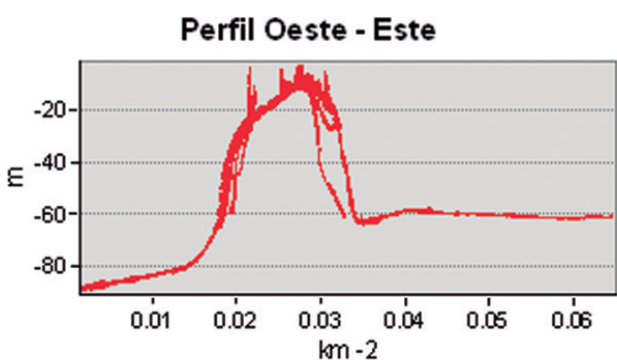
Figura 5.- Distribución de isóbatas alrededor de las islas Chincha y Ballestas

a tamaños muy similares, y los mínimos contenidos de materia orgánica se debe a la oxigenación y al lavado hidráulico de las corrientes cuya fluctuación de energía favorece una selección de partículas.

En las islas Chincha el máximo contenido de arena fue 93,78% (E-14B) de ubicación muy somera entre las islas Chincha sur y centro. Otros núcleos de contenido muy elevado se encontraron tanto al oeste ($\approx 92\%$ en la E-7C) como al este ($\approx 84\%$ en la E-7B) de este grupo de islas. El mínimo valor de la fracción arena fue de 24,73% (E-CH1) ubicado en la estación más profunda y en el extremo noroeste del ANP.

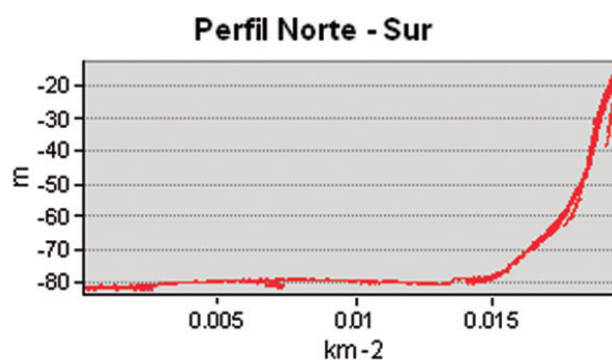
En las islas Ballestas el máximo contenido de arena fue 88,63% (E-21) que se encontró hacia el oeste de las islas Ballestas norte y centro, y estuvo compuesta de partículas calcáreas (fragmentos de conchas de moluscos). Al sureste de las islas Ballestas (E-5) y al oeste de los islotes Tres Marías (E-7) se ubicaron dos valores de alrededor de 80%. Un núcleo conteniendo hasta 58,38% de arena se encontró al oeste de las islas (E-11). El contenido mínimo de arena fue 10,59% (E-4) localizado al este de las islas junto con valores de 11% (E-2) y 12% (E-1) que las rodean como una franja por el norte y oeste, respectivamente (Fig. 7).

ANP Islas Ballestas



Morfología Submarina

a)



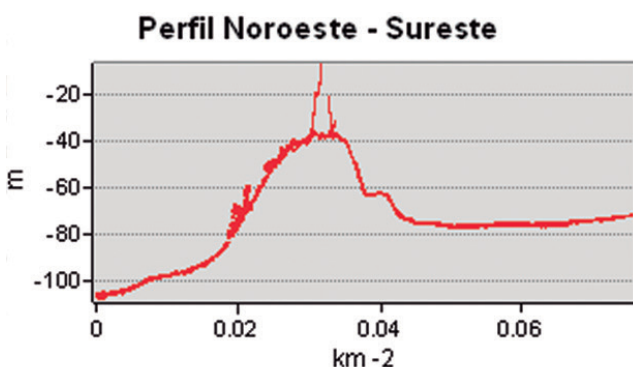
Morfología Submarina

b)

El tramo recorrido, de aproximadamente 1,5 km desde el punto más distante al oeste hacia el este, pasa entre las islas Ballestas norte y centro, mostrando una pendiente de $0,61^\circ$. A partir del 1,5 km se inicia el cambio y llega a tener hasta $33,67^\circ$ hasta los 2,5 km

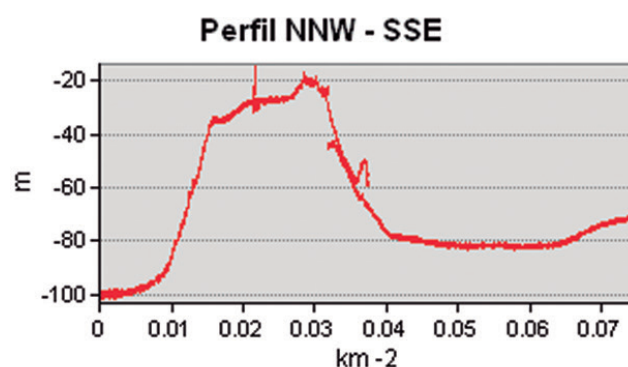
El recorrido realizado hacia el sur (termina en el norte de la isla Ballestas norte), en aproximadamente 1,5 km tiene una pendiente de $0,057^\circ$. Desde el 1,5 km la pendiente del suelo marino aumenta, llegando a tener $5,33^\circ$ hasta los 2 km

ANP Islas Ballestas



Morfología Submarina

c)



Morfología Submarina

d)

Perfil entre las islas Chincha centro y Chincha norte. El tramo diagonal recorrido es de aproximadamente 1,8 km, tiene una pendiente de $0,63^\circ$ aumentando luego a $1,54^\circ$ hasta los 3,5 km aproximadamente.

El perfil NNW-SSE cruza desde el norte del islote Goleta hasta el límite noroeste del ANP Islas Ballestas. Tiene dos pendientes principales en su recorrido, una de $1,54^\circ$ hasta los 1,5 km y otra donde disminuye su cota desde los 3 km hasta 4 km aproximadamente con una pendiente de $3,43^\circ$

Figura 6.- Perfiles batimétricos (escala vertical exagerada para mejor visualización) en el ANP islas Ballestas: a) oeste-este; b) norte-sur. En el ANP islas Chincha c) noroeste-sureste, d) noroeste-sursureste.

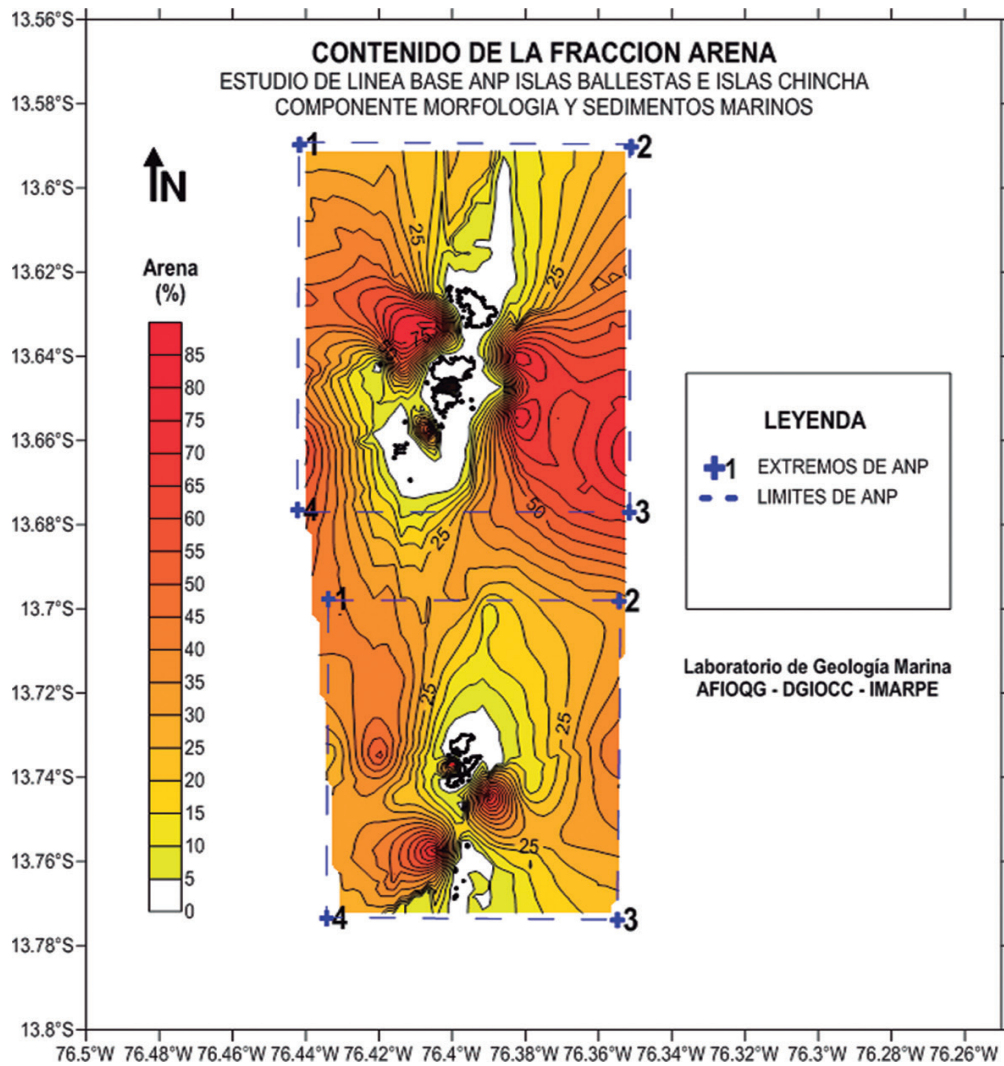


Figura 7.- Distribución de la fracción arena (%) en sedimentos marinos superficiales. Islas Chincha y Ballestas

Contenido de limo

En las dos ANPs los contenidos de limo tienden a incrementarse conforme las estaciones se alejan de las islas. Se aprecia que los mínimos valores se hallan en las mismas estaciones donde se detectaron los máximos contenidos de arena.

En las islas Chincha el máximo contenido de limo fue de 64,85% (E-1) y se ubicó al noroeste de la isla Chincha centro. El mínimo valor fue de 0,85% (E-14B) en una zona somera entre las islas Chincha centro y Chincha norte.

En las islas Ballestas los mayores contenidos de limo se hallaron en el extremo suroeste (64,62%, E-B4) y al norte del ANP (≈63%, E-2). El mínimo contenido de limo fue de 0,45% (E-21) ubicado en la zona somera entre las islas Ballestas centro y norte (Fig. 8).

Contenido de arcilla

Los contenidos de la fracción arcilla se incrementaron conforme las estaciones se alejaban de las islas en ambas ANP, sin embargo, en las islas Ballestas se encontraron los mayores contenidos de toda la zona de estudio rodeando a las islas.

En las islas Chincha la máxima concentración de arcilla (35,21%, E-CH1) se ubicó en el extremo noroeste del área. El mínimo valor (4,31%, E-1) estuvo ubicado al noroeste de la isla Chincha norte coincidiendo con el mínimo contenido de arena.

En las islas Ballestas el máximo contenido de arcilla (58,40%) (E-14) se concentró hacia el noreste del área y otros núcleos de concentración ligeramente menor (57%, E-4) estuvieron presentes en el este y al suroeste (≈53%, E-9). El mínimo contenido de arcilla 10,73% (E-B4) coincidió en la misma estación con el menor tenor de limo (Fig. 9).

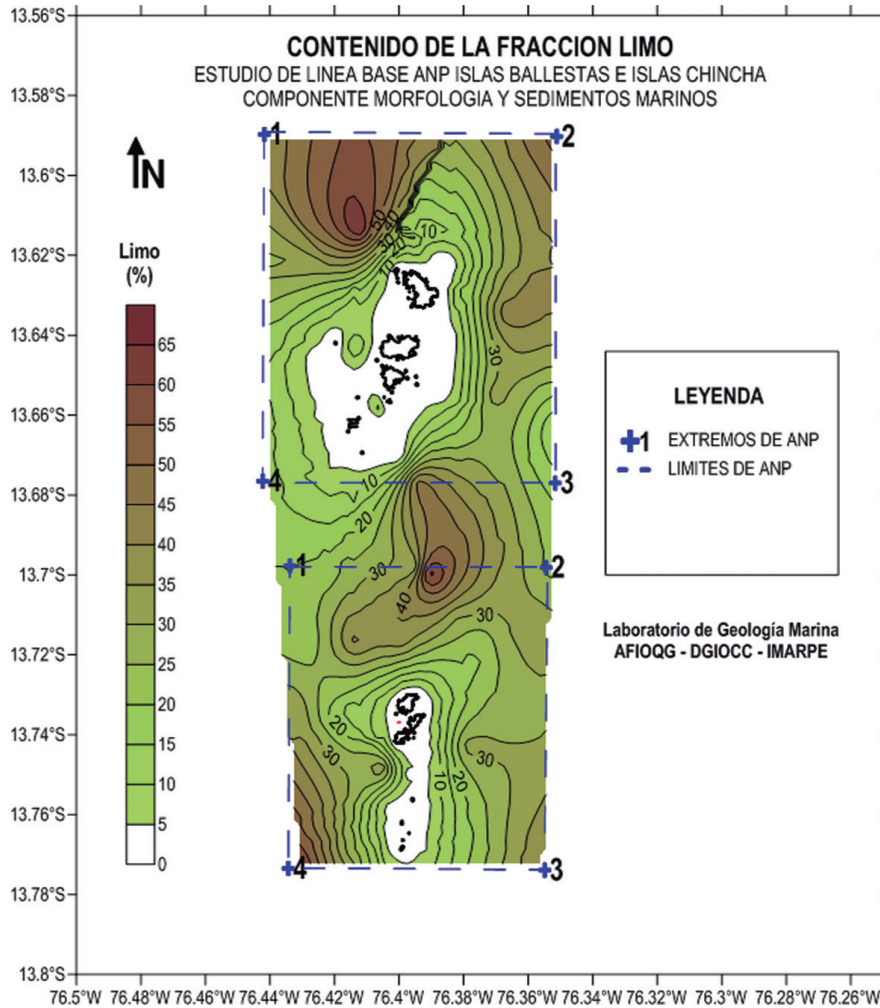


Figura 8.- Distribución de la fracción limo (%) en sedimentos marinos superficiales. Islas Chincha y Ballestas

Textura de los sedimentos

Los cambios de pendiente adquieren un papel importante en la distribución de los depósitos de bloques, guijas, gravas y arenas en los fondos más próximos al pie de las laderas submarinas de las islas, que provienen de la erosión de las rocas y son depositados por gravedad al pie de las laderas (donde hay cambio de pendiente).

Los sedimentos que rodean los fondos rocosos de las islas Chincha, Ballestas, islotes, bajos y elevaciones rocosas están constituidos por depósitos de proporciones variables de bloques, guijas, gravas y arena cuya composición es lítica y biogénica (fragmentos de caparazones de moluscos).

Las depresiones y los relieves sub-horizontales de baja inclinación, que están más alejados de afloramientos rocosos en el área de estudio, son protegidos de la acción de corrientes de fondo y se favorecen los procesos de sedimentación sobre

los de erosión y transporte lateral en el fondo marino, condicionando la acumulación continua de partículas de tamaño fino que sedimentan de la columna de agua y que son mayormente de procedencia planctónica (fitoplancton), y de sedimentos con elevados contenidos de materia orgánica (como se ha podido observar en los sedimentos estudiados) en los que se presentan procesos de sulfato reducción favoreciendo la preservación de materia orgánica. También están presentes partículas minerales transportadas por diversos agentes.

En ambas ANP se presentaron distintas texturas de sedimentos. La textura arena se encontró en las estaciones ubicadas entre las islas; también al pie de las laderas submarinas asociada a cambios de pendiente de las islas e islotes (Tres Marías); muy cercanas a los bajos detectados en el sur del ANP o cerca a elevaciones topográficas (sureste de las islas Chincha). En varias áreas también se registró sedimentos con tamaño de grava y guijas.

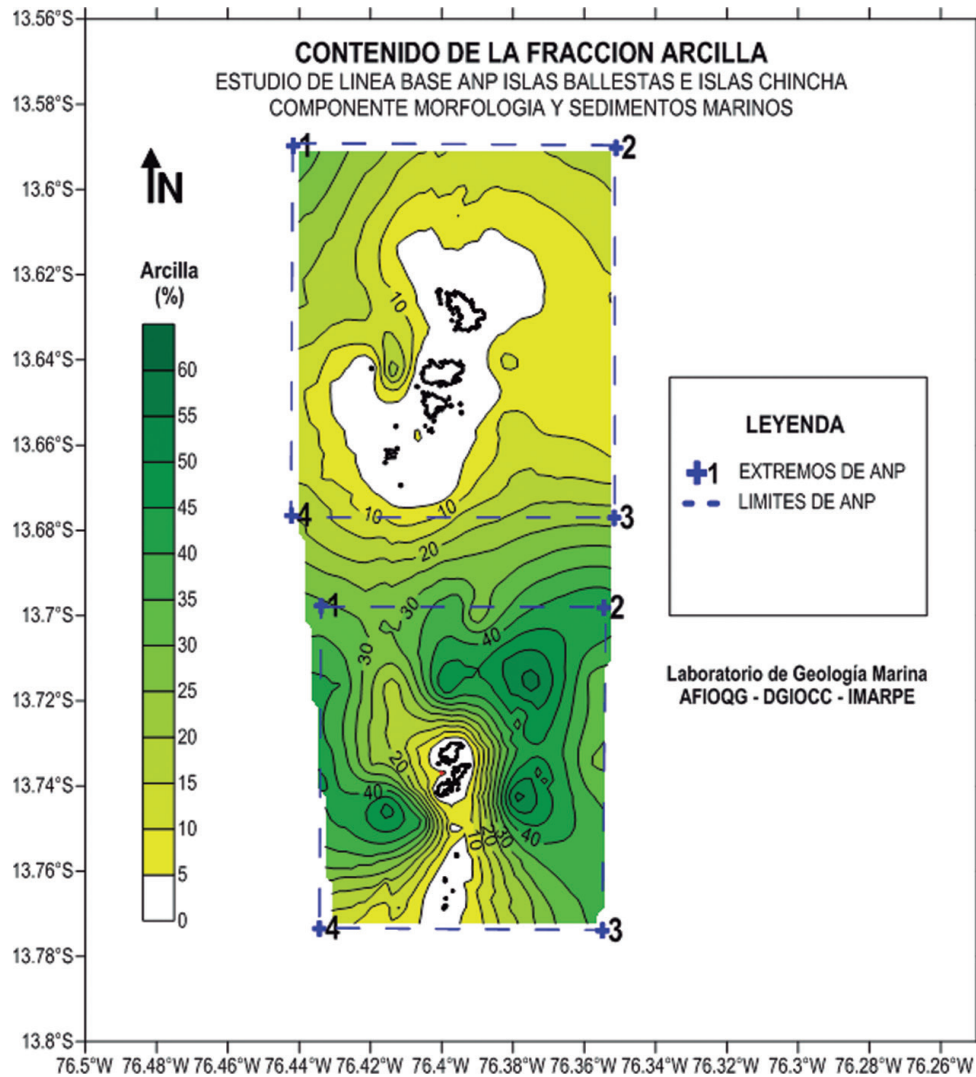


Figura 9.- Distribución del contenido de la fracción arcilla (%) en los sedimentos marinos superficiales. Islas Ballestas y Chincha

ANP Islas Chincha.- Alrededor de las islas y al pie de sus laderas submarinas, se encontró textura de arena en una estación al norte, en dos estaciones al lado oeste de todo el grupo de islas y otra estación al noroeste de la isla Chincha centro. Lo mismo fue encontrado en el sector oeste que conecta las islas Chincha norte y centro.

Hacia el lado oeste de las islas, a continuación de los depósitos de arena mencionados y hasta los límites del ANP se encuentra un área amplia de sedimentos de arena limosa, que se extiende hasta el límite suroeste y continúa un poco más al sur. Adyacente a las islas al noroeste de la Chincha centro se encontró un parche con textura de arena limosa, que limita con un espacio de textura fango y que se extiende hasta el límite noroeste del ANP (Fig. 10).

El resto de la superficie del fondo marino de las islas Chincha está cubierto por sedimentos de textura limo arenosa que cubre los sectores noreste, norte, este y sur hasta los límites del ANP. En el extremo suroeste se encuentra un parche de sedimento con textura de arena limosa.

Rodeando las áreas descritas y hasta los límites del ANP se encuentra una gran extensión de sedimentos con textura de fango que llega hasta la base de la prolongación submarina rocosa de los islotes Tres Marías, con excepción del extremo suroeste, el cual posee sedimento con textura limo arcillosa.

ANP Islas Ballestas.- En el norte, este y sureste de las islas se encontró una extensión de sedimentos de arcilla limosa; en el suroeste fue fango, y por el noroeste arena arcillosa. Entre las islas Ballestas y los extremos

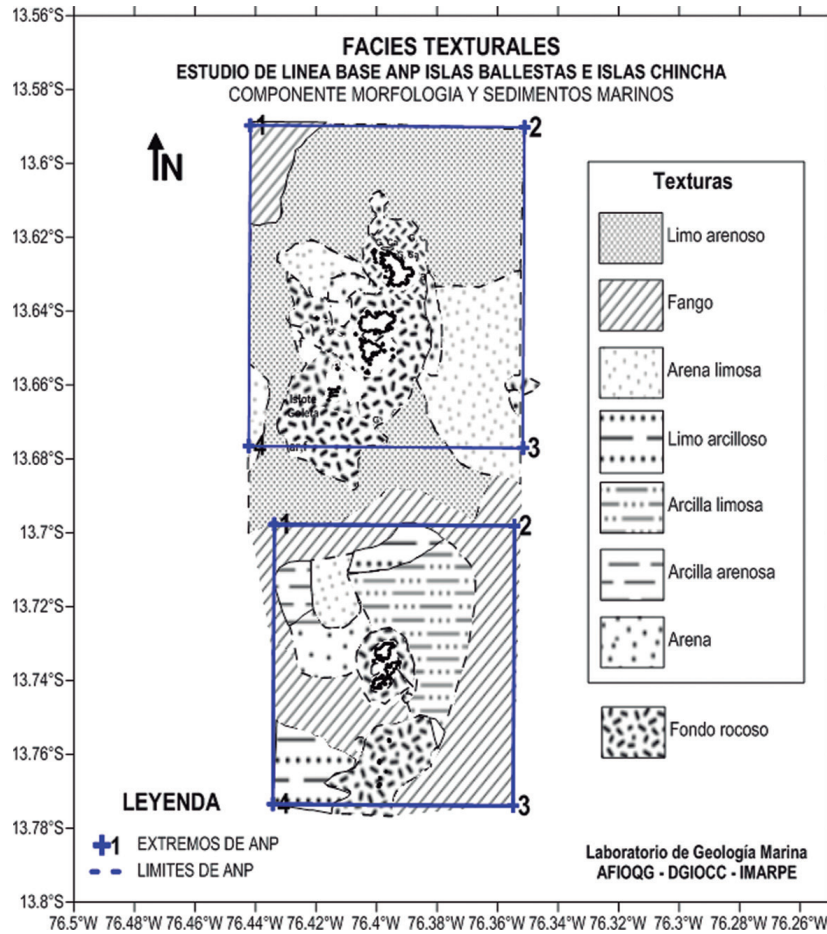


Figura 10.- Distribución de facies texturales de sedimentos marinos superficiales. Islas Chincha y Ballestas

noroeste y el norte de esta ANP se presentaron en el primer caso, parches de sedimentos con texturas de arena limosa y arcilla arenosa, en tanto que hacia el sector norte se registró un parche de sedimentos de textura limo arcilloso.

Contenido de Materia Orgánica Total

ANP Islas Chincha.- El máximo contenido de MOT (18,52%, E-17) se registró al sur seguido de valores ~16% (E-CH1) en el extremo noroeste y de ~14% (E-CH2) en el extremo noreste. También fue observada una estación cercana a la isla Chincha centro y hacia el oeste de ella en que el sedimento presentó sobre 9% de MOT a manera de un pequeño núcleo, asociado a sedimento de textura arena arcillosa (Fig. 11).

Los contenidos de materia orgánica descienden conforme se acercan al grupo de islas hasta alcanzar los menores valores y que están asociados a sedimentos con mayores concentraciones de fracción arena. El mínimo contenido de materia orgánica fue 1,67% (E-14B) y se ubicó entre las islas Chincha sur y Chincha centro por el oeste, coincidente con el máximo contenido de arena encontrado en esta área.

ANP Islas Ballestas.- El máximo contenido de MOT fue 15,04% (E-19) y se ubicó en conjunto con el valor que le precede 14,69% (E-12) cubriendo el sector oeste del ANP. Le sigue en magnitud todo el sector oeste en que los contenidos de MOT estuvieron sobre 12%.

Desde el oeste y el este del ANP así como de la estación 2 (ubicada al norte del área de estudio) y en dirección al grupo de islas Ballestas y los islotes Tres Marías, disminuyó la materia orgánica, alcanzando los menores valores en las proximidades de las islas (1,70%, E-21), asociados a sedimentos cuya granulometría es gruesa como la fracción arena.

Contenido de Carbonatos Totales

El contenido de carbonatos totales (CBTOS) estuvo constituido por carbonato de calcio (calcita) que está presente en altas proporciones en los caparzones de moluscos bivalvos, gasterópodos y otros, cuyos fragmentos han sido desgastados mecánicamente, transportados y seleccionados por las corrientes y depositados en los sedimentos.

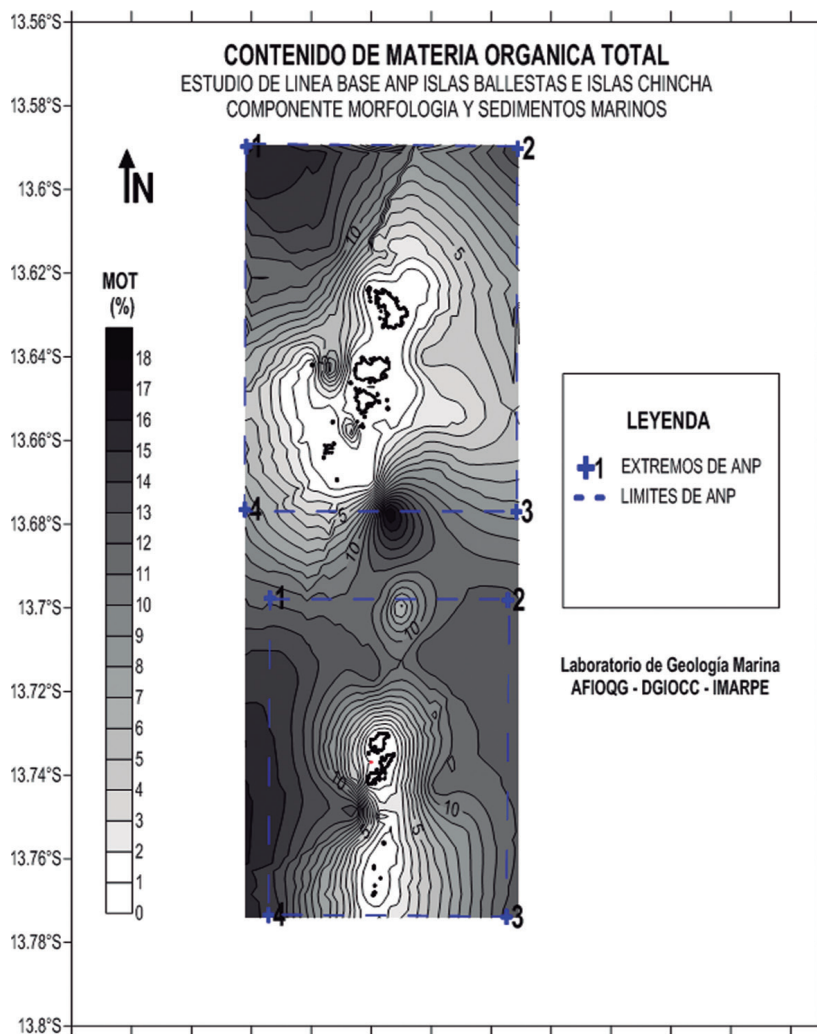


Figura 11.- Distribución de materia orgánica total (%) en sedimentos marinos superficiales. Islas Chincha y Ballestas

ANP Islas Chincha.- En las islas Chincha, el contenido de carbonatos desciende conforme se aproxima a las islas, aunque el máximo contenido 50,07% (E-14B) seguido de 40% (E-14A) se encontraron en las proximidades de estas islas (entre la Chincha sur y Chincha centro) asociados al máximo contenido de arena de composición predominantemente calcárea y el mínimo contenido de materia orgánica.

Los contenidos de carbonatos que siguen en magnitud se encuentran en los sectores noroeste con aproximadamente 12,87% (E-1) y hacia el sureste, este y noreste con valores que fluctuaron alrededor de 9 a 8% aproximadamente. El mínimo contenido de carbonatos totales fue de 1,97% (E-7B), al este de la isla Chincha centro.

ANP Islas Ballestas.- En las islas Ballestas el mayor contenido de carbonatos fue 53,08% (E-21) y se ubicó en las proximidades de las islas (por el sector oeste) coincidiendo con el máximo contenido de la fracción

arena como con la del mínimo contenido de materia orgánica obtenido en el estudio para esta ANP.

Al máximo contenido le siguieron valores de alrededor de 25% (E-14) y 18% (B2), ubicados hacia el sector noreste de las islas. Hacia el sector este los contenidos de carbonatos totales incrementaron con la profundidad, de 10 a 11% aproximadamente. Hacia las islas y los islotes Tres Marías los carbonatos totales tendieron a descender (Fig. 12).

El menor contenido de carbonatos totales fue 1,67% (E-7) encontrado en las proximidades de los islotes Tres Marías (al noroeste).

LITOLOGÍA DE MUESTRAS DE ROCA DEL FONDO MARINO

El contenido mineral de los sedimentos está en relación a la fuente de aporte (afloramientos rocosos), la que es meteorizada y erosionada en

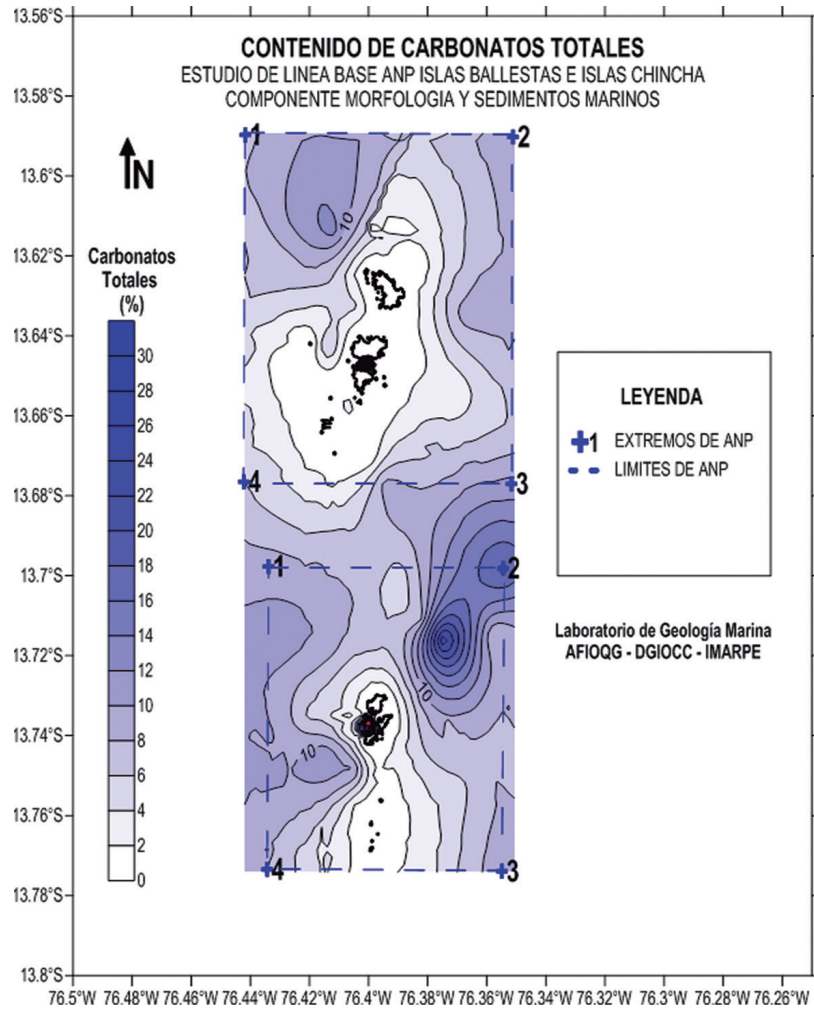


Figura 12.- Distribución del contenido de carbonatos totales (%) en sedimentos marinos superficiales. Islas Chincha y Ballestas

ambientes subaéreos como también por acción de las olas y corrientes marinas. Además, es posible encontrar sedimentos transportados por el viento, especialmente por tormentas de arena (vientos Paracas) así como partículas muy finas de arcilla y limo acarreadas por transporte fluvial.

Descripción visual.- Las muestras colectadas del fondo marino fueron principalmente rocas ígneas presentando en todos los casos alteración superficial y en su mayoría estuvieron cubiertas por colonias de microalgas de color rosado.

De acuerdo al reporte litológico, las rocas ígneas son de origen plutónico (granito y microdiorita) así como de origen volcánico (andesita porfirítica). El granito feldespato alcalino, es el más abundante en la composición de ambas islas, presentando diques de microdiorita y en otros casos de andesita.

Los granitos presentaron dominante tonalidad rosada, textura porfirítica y minerales de regular tamaño que pueden ser identificados macroscópicamente, dentro

de los cuales fueron identificados los minerales típicos formadores de roca como el cuarzo y el feldespato potásico, así como las plagioclasas y biotita.

El intercrecimiento mineralógico en la estructura de la roca, indica diferentes etapas y un proceso importante en su consolidación, habiéndose apreciado granos mineralógicos de cuarzos y feldespatos cortando otros granos de su misma especie, a los cuales se les ha dado diferente nomenclatura en la descripción al detalle para diferenciarlos adecuadamente, además de ser un aspecto clave para entender su proceso de formación.

4. CONCLUSIONES

El grupo de las islas Ballestas y Chincha ocupan el sector central de la extensión de cada ANP. Mantienen alineamientos N-S a NW-SE y se encuentran rodeadas de rocas que emergen en superficie y de bajos que se proyectan hacia el sur y suroeste de ambos grupos de islas.

Los sedimentos que rodean los fondos rocosos de las islas Ballestas y Chincha, caracterizadas por la elevada pendiente de sus laderas, están constituidos por depósitos de bloques, guijas, gravas y arenas cuya composición es lítica y biogénica (fragmentos de caparzones de moluscos), los contenidos de materia orgánica total (MOT) son mínimos (alrededor de 1%) y los carbonatos totales (CBTOS) superan el 50% en ambas islas.

La litología corresponde a rocas ígneas intrusivas alcalinas, denominadas granitos.

Se encontraron sedimentos de granulometría más fina (mayores proporciones de limo y arcilla sobre arena), los contenidos de materia orgánica total (MOT) alcanzan hasta 15,04% en sedimento de textura fango en islas Ballestas y 18,52% en sedimento de textura limo arenoso en islas Chincha.

5. REFERENCIAS

- 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. P. 69-94. New York.
- HIDRONAV. Carta de Navegación Bahía de Pisco N° 2262. Dirección de Hidrografía y Navegación a escala 1:50.000.
- INGRAM R. 1971. Sieve Analysis. In: Procedures in Sedimentary Petrology. Eds. Carver, RE, de. Cap. 3. P. 49-67. New York.
- 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.