

ARTÍCULO 002 RES 12(1): 2020

Artículo 002

ANÁLISIS FÍSICO-AMBIENTAL DEL SECTOR PLAYA EL YAQUE, MUNICIPIO DÍAZ, ESTADO NUEVA ESPARTA, VENEZUELA

173

*A coastal environmental analysis: El Yaque Beach Diaz Municipality,
Nueva Esparta State, Venezuela*

LUIS J. M. BIORD E.¹ y ERNESTO L. TRUJILLO P.²

¹ Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, Venezuela.
E-mail: jmbiord@gmail.com

² Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, Venezuela.
E-mail: ernesto.trujillo@ne.udo.edu.ve

Recibido: 15/10/19. Aceptado: 24/04/20.

RESUMEN

Se realizó una evaluación granulométrica de las propiedades sedimentarias de playa El Yaque y playas aledañas, dividiendo la costa en dos zonas, Este y Oeste, por sus características particulares. Se hizo el levantamiento batimétrico en la zona Oeste de la misma, mediante transectos en sentido perpendicular y paralelo a la costa. La dinámica costera interna y externa del lugar se determinó utilizando el método clásico *Langragiano* para corrientes costeras, con un derivador pasivo por periodos de 60 min cada uno. En la zona Este hubo una preponderancia de 89,49% de arena fina, al igual que en la zona Oeste, del 88,95%. La presencia de limo-arcilla en las distintas zonas se explica por los aportes de materia orgánica de praderas de fanerógamas marinas. La batimetría de la zona Oeste mostró una variación entre 1,1 m y 1,8 m, evidenciando una disminución de la profundidad. La velocidad de la corriente superficial interna fue de $0,1158 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, dirección WNW; y la velocidad de la corriente externa de $0,1723 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, en dirección W¼NW. Al comparar la granulometría del sedimento de playa El Yaque con sus playas colindantes, se determinó que éstas son similares en constitución y textura, lo que confirma el aporte sedimentario proveniente de comunidad de La Isleta.

PALABRAS CLAVE: Sedimentos, dinámica costera, corriente, batimetría.

SUMMARY

El Yaque Beach and adjacent areas were divided into eastern and western zones for a granulometric evaluation to determine the sedimentary state of the coastline of the Diaz Municipality. A bathymetric survey was undertaken along perpendicular and parallel transects along the coastline in the western zone of El Yaque Beach. The internal and external coastal dynamics of the area were ascertained using the standard Lagrangian method for coastal currents, with a passive drifter with periods of 60 minutes each. The El Yaque Beach eastern zone exhibited 89.49% of fine sand compared to 88.95% in the western zone. The presence of silty clay in different areas was explained by the effects of organic matter from the seagrass beds. The bathymetry of the western zone of El Yaque Beach showed evidence of a decrease in depth with a variation between 1.1 m. and 1.8 m. The velocity of the internal surface current was $0.1158 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ WNW, and the external current velocity was $0.1723 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ W $\frac{1}{4}$ NW. When comparing the granulometry of El Yaque Beach with that of nearby beaches, it was determined to be similar in constitution and texture, confirming that the sediment originates from La Isleta.

KEY WORDS: Sediments, coastal dynamics, current, bathymetry.

1. INTRODUCCIÓN

Los sedimentos son definidos como los materiales que contienen acumulaciones de minerales y sustancias de origen orgánico provenientes de la destrucción de rocas que conforman la tierra, las cuales se van depositando formando agregados originados por la acción de la gravedad (Caraballo, 1970; Seguias, 2000).

Fuentes *et al.* (2009) señalan que, entre los factores que aceleran la desaparición de las playas se encuentran: obstrucción; desvío o eliminación de los aportes de arena hacia la playa provenientes de ríos, quebradas y acantilados en proceso de erosión; ocupación de las dunas por construcciones muy cerca de la costa, tales como edificios, viviendas, restaurantes, kioscos que entorpecen la dinámica de los áridos; las estructuras marino-costeras como espigones, escolleras y siembra de palmeras, las cuales se constituyen en barreras energéticas del viento y del oleaje que impiden que la arena se mueva libremente y mantenga el equilibrio sedimentario en la playa y; por último, pérdida del ecosistema de manglar y espacios vitales asociados como arrecifes o parches de corales, así como las fanerógamas marinas (praderas de *Thalassia testudinum*), que son unidades de paisaje que proporcionan abrigo a la playa, frenan la energía del oleaje y son trampas de áridos cerca de la costa.

Estas actividades, señaladas anteriormente, conllevan a la erosión de las playas, proceso según el cual se pierde material terrestre pudiendo ser removido hacia otras partes de las franjas litorales (Carranza-Edwards, 2009). Aunque las causas de erosión en el borde costero pueden ser variadas, el resultado carece de variabilidad y trae como consecuencia el retroceso de la línea de costa por pérdida de sedimentos (Ortiz, 1984; Seguias, *op.cit.*).

Por otra parte, Merletto y Bértola (2007; 2008) explican que las áreas costeras, debido a la dinámica interacción entre sus componentes naturales y sociales, constituyen uno de los ambientes más frágiles del hábitat terrestre. Esta interacción representa un problema grave, además, para las áreas semi urbanizadas y urbanizadas, sobre todo cuando la intervención del hombre sobre el medio natural forma parte del problema. Así, la erosión costera es un fenómeno natural que se manifiesta como un problema no solo ambiental de gran importancia, sino también debido a las implicancias socio-económicas que estas generan.

De acuerdo a lo señalado por Salazar (2009b), playa El Yaque es una playa de origen artificial con aptitudes eólicas, debido a que en los años 2005 y 2007 fueron construidos dos (2) espigones de madera a fin de minimizar la pérdida significativa de la costa, dada la inestabilidad sedimentaria que presentaba dicha playa. De esta manera, esta playa, como lo apuntan Hernández y Marín (2011), fue la primera en ser declarada como “artificial” de la Isla de Margarita.

Es necesario acotar, que Savelli (2003) ya había reportado que en los pasados diez (10) años se había producido cambios en el área, los cuales estaban afectando la estabilidad de playa El Yaque, a tal grado que la línea costera había retrocedido por erosión, aproximadamente, cuarenta 40 metros. También señaló, en base a la cartografía, que en el extremo Oeste de esa playa se encontraba creciendo una barra arenosa, lo cual identificaba un proceso de movimiento de sedimentos de carácter local, impidiéndosele determinar si esto era influenciado por las edificaciones a lo largo de la playa. En este sentido, este autor efectuó, con el apoyo de la Fundación Laboratorio Nacional de Hidráulica (FLNH), un informe técnico donde aportaba las especificaciones generales para el plan de recuperación de Playa El Yaque, en el cual relata que, a finales de Agosto de 2002, la Dirección Estatal Ambiental procedió a paralizar la colocación de una batería de espigones, debido a que no existía ningún proyecto que sustentara la colocación de este tipo de obra hidráulica y exigió a los propietarios de la zona la reparación de los daños causados por su colocación, motivo por el cual hicieron contacto con la FLNH.

En mayo del año 2011, a fin de concluir los trabajos de construcción del muelle espigón N° 2, la Gobernación del Estado Nueva Esparta solicitó al Ministerio del Ambiente (MINAMB) evaluar la utilización de láminas de PVC con relleno de concreto, para el cerramiento de la parte inferior del muelle, en vez de madera como fue previsto al inicio del proyecto. Tal situación fue aceptada por el MINAMB bajo ciertas consideraciones, entre las que se destacan: el cerramiento de entre 50 a 70 m contados desde la orilla, y reforzamiento interno del muelle con sacos de arena (Hernández y Marín, 2011). Seguidamente, en el mes de noviembre del año 2011 comenzó la construcción de dos espigones de piedra a fin de detener la erosión ocurrida en la zona Oeste de playa El Yaque, los cuales fueron concluidos en el año 2012 (Figura 1). Estas obras fueron permisadas y supervisadas por la Dirección Estatal Ambiental del MINAMB. Estos espigones fueron colocados en los puntos que se indican en la tabla 1, en coordenadas UTM (*Universal Transverse Mercator*), teniendo el espigón N°1 una longitud aproximada de 95 m y el espigón N° 2 una longitud de 112 m.



FIGURA 1. Posición relativa de espigones de piedra construidos en el año 2012. Fuente: Google Earth, imagen satelital 2019.

TABLA 1. Posición geográfica de espigones de piedra construidos en playa El Yaque, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta. Fuente: Elaboración propia.

POSICIÓN RELATIVA DE ESPIGONES DE PIEDRA		
Ubicación	N	E
Espigón de piedra n°1 inicio	1.204.629.00	394.659.00
Espigón de piedra n°1 final	1.204.724.54	394.640.13
Espigón de piedra n°2 inicio	1.204.660.89	394.477.71
Espigón de piedra n°2 final	1.204.783.52	394.478.23

Tomando en consideración los antecedentes antes mencionados, con base en un análisis situacional realizado en la zona por Biord (2013), se realizó un análisis físico-ambiental, a fin de actualizar el estado del conocimiento de las condiciones sedimentológicas y dinámicas del sector playa El Yaque.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se situó en la Zona de Interés Turístico (ZIT) del sector El Yaque que ocupa, política y administrativamente, el sector nororiental del país, específicamente la Región Insular, al Sureste de la Isla de Margarita, Municipio Díaz del Estado Nueva Esparta (Figura 2) (Rincón, 2006). Así mismo, se realizó una revisión de la información existente,



FIGURA 2. Ubicación relativa de la Zona de Interés Turístico El Yaque. Fuente: Rincón (2006).

sobre las condiciones sedimentológicas y dinámicas de la mencionada zona de interés.

Entre 15 y 16 de junio de 2011, siguiendo la metodología de Salazar *et al.* (2003), se tomaron muestras de sedimentos para hacer su evaluación granulométrica, seleccionando, secuencialmente, playa El Yaque, el borde costero aledaño al Parque Temático Musipán, por el lado Oeste y, por lado Este, el sector La Isleta, procediéndose a coleccionar porciones de sedimentos entre 300 y 500 g, desde el margen superior observable de la marea. Estas muestras de sedimento fueron homogeneizadas y posteriormente pesadas, tomando una porción entre 50 y 100g de cada una, utilizando una balanza analítica tipo Sartorius, modelo 8P21005, con apreciación 0,1g en beakers, y se secaron en una estufa a 80°C por 24 horas. Posteriormente, las muestras fueron separadas en fracciones mediante un equipo Ro-tap, modelo Rx-29, con una columna Taylor, compuesta por tamices de diferentes tamaños de luz en las mallas, a fin de separar los componentes arenosos: granos de Grava (>2 mm), Arena Muy Gruesa (1,00 - 2,00 mm), Arena Gruesa (0,999 - 0,589 mm), Arena Media (0,588 - 0,300 mm), Arena Fina (0,299 - 0,125 mm), Arena Muy Fina (0,124 - 0,063 mm) y Limo-Arcilla (<0,063 mm), luego se determinó el porcentaje de cada fracción.

Para comparar la granulometría de las playas que colindan con playa El Yaque, se colectó, del margen superior observable de la marea, una (1) muestra de sedimento, tres (3) muestras en la costa de la localidad La Isleta y dos (2) muestras del borde costero aledaño al Parque Temático Musipán, las cuales se evaluaron, granulométricamente, según la metodología de Salazar *et al.* (*op.cit.*). Se utilizó como criterio de referencia, para hacer la comparación de las muestras colectadas, las fracciones granulométricas presentes para cada localidad.

Así mismo, el 01 de febrero del año 2012, se realizó el estudio de la dinámica costera en las cercanías del muelle de playa El Yaque (ver Figura 11). El levantamiento batimétrico se realizó mediante transectos (radiales) rectangulares, en sentido perpendicular a la costa de, aproximadamente, 300 metros y a 30 metros paralelos a la costa, con ayuda de un compás magnético Marca Ritchie, hasta cubrir la zona de exploración en las cercanías del muelle N° 2 de playa El Yaque, siguiendo las recomendaciones de Yudovic (1974). En esta exploración se utilizó una (1) sonda manual tipo Hand Held DEPTH/FISH FINDER de 200 kHz y 24° de haz, para fondos someros, y un GPS Marca Garmin Legend etrex Modelo 200. Los resultados de los perfiles batimétricos, en coordenadas UTM, se plasmaron en un plano digitalizado del área en estudio, utilizando para ello el Programa Excel y Power Point, Versión 2010.

La velocidad y dirección de la corriente se determinó siguiendo las recomendaciones de Neshyba y Fonseca (1981). Para este efecto, se utilizó el método clásico Langragiano para corrientes costeras, que consistió en el lance de un derivador pasivo en dos oportunidades en el área descrita, por períodos de sesenta 60 min cada uno. Este derivador consistió en una boya de PVC de 0,00277 m³, de 1,9 kgf con altura de francobordo de 9 cm, de 18 cm altura total del cuerpo, con un sistema de lastre de 1 kg y un asta de señalización de la deriva. Este fue monitoreado, mediante coordenadas geográficas, con ayuda del GPS y un cronómetro digital marca Casio, tomando como referencia la data cartográfica existente y las imágenes satelitales obtenidas de la zona. Para el trazado de la trayectoria del derivador se utilizaron coordenadas geográficas en Grados y convertidas a unidades UTM (**DATUM SIRGAS- REGVEN**). Los resultados de la deriva, en coordenadas UTM, se asentaron en el mismo plano digitalizado del área de estudio, para lo cual también se utilizó el Programa Google Earth, Versión 2010.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. De la línea de costa

Para la fecha de la presente investigación, la zona Este de playa El Yaque coincidía, casi en su totalidad, con la cartografía de años previos, sin hallar exageradas variaciones en su margen costero. De acuerdo a Rincón (2006), la Zona Oeste varió, en gran medida, en el transcurso de las últimas dos décadas, lo cual se expresa de manera gráfica en la figura 3.

Este autor, al efectuar comparaciones de imágenes satelitales, logró demostrar las variaciones ocurridas en el perfil costero de la zona en cuestión, explicando que en el transcurso de este lapso de tiempo se perdieron, aproximadamente, 266.156 mts³ de material de playa, equivalentes a 1.674.070 barriles, a diferencia de lo ganado por sedimentación y posibles aportes terrígenos que correspondería a 199.511 mts³ (1.254.886 barriles). Analizando los datos antes suministrados, quedó un saldo negativo de material (a favor de la pérdida) que se ubica en 66.645 mts³ (419.184 barriles), determinándose una pérdida de material anual, para el período 1987 – 2006, de 3.507 mts³ (22.058 barriles), confirmándose con ello que la tasa de retorno de material necesaria para sostener el equilibrio de la dinámica costera del área, se encontraba en franco deterioro.

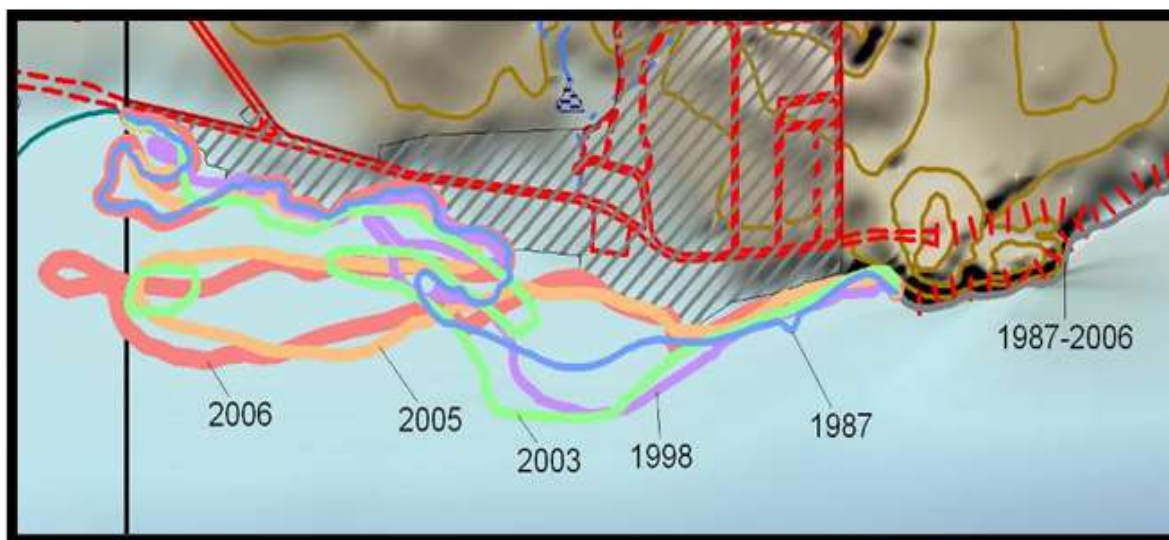


FIGURA 3. Línea de Costa de la Zona de Interés Turístico del sector El Yaque, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta para los años 1987 - 1998 - 2003 - 2005 – 2006. Fuente: Rincón (2006).

Si se toma en consideración que la pérdida de material de playa fue de 3.507 mts^3 hasta el año 2006, y si se evalúa la pérdida en base a esta cifra, en el año 2012 esta se encontraría, en el transcurso de esos seis (6) años, en 21.042 mts^3 (132.354 barriles) de material perdido. En consecuencia, el balance de la pérdida de sedimentos determinada entre los años 1987 y 2006, aunada a la pérdida entre los años 1987 y 2012, la resultante equivaldría a 87.687 mts^3 , es decir, a más de 551.551 barriles.

3.2. Evaluación granulométrica en la zona de interés

La evaluación granulométrica hecha en la Zona Este de playa El Yaque evidenció mayor presencia de arena fina, con un promedio de $89,49\%$ y un $7,40\%$ de arena media (Figura 4), con los restantes componentes granulométricos menores a 3% del material sedimentario evaluado (Tabla 2).

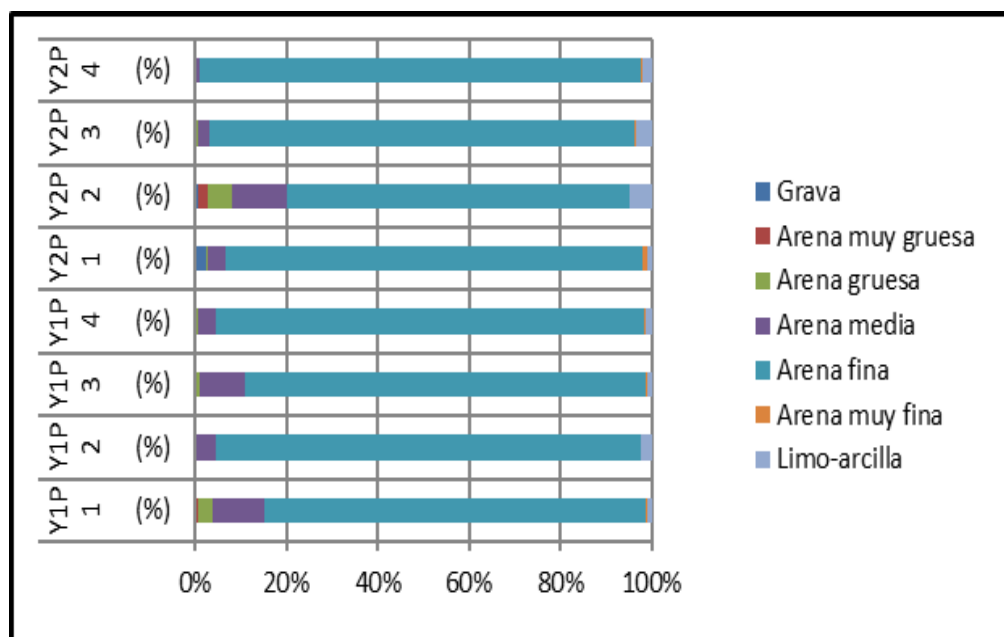


FIGURA 4. Porcentajes granulométricos de los puntos en estudio de la Zonas Este y Oeste de playa El Yaque (Muestras procesadas 15 -16 de octubre de 2011). Fuente: Elaboración propia.

TABLA 2. Granulometría de Zona Este de playa El Yaque, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta. Fuente: Elaboración propia.

Estación	Y1P1	Y1P2	Y1P3	Y1P4	Promedio
Fracciones	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Grava	0,09	0,01	0,00	0,01	0,03
Arena muy gruesa	0,74	0,05	0,10	0,14	0,26
Arena gruesa	2,85	0,29	0,78	0,39	1,08
Arena media	11,35	4,22	10,02	4,01	7,40
Arena fina	83,59	92,95	87,69	93,72	89,49
Arena muy fina	0,14	0,09	0,33	0,23	0,20
Limo-arcilla	1,24	2,40	1,07	1,49	1,55

En la Zona Oeste de playa El Yaque (Tabla 3) el predominio de la granulométrica fue arena, principalmente de textura fina en un 88,95% y de arena media un 4,80%; los restantes componentes granulométricos fueron menores a 3%. Estos resultados contrastan con lo señalado por Álvarez (1983), quien reporta la existencia de arenas gruesas en la zona Oeste; no obstante, él concuerda con la presencia de arena fina en la zona Este de playa El Yaque.

TABLA 2. Granulometría de Zona Oeste de playa El Yaque, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta. Fuente: Elaboración propia.

Estación	Y2P1	Y2P2	Y2P3	Y2P4	Promedio
Fracciones	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Grava	2,42	0,54	0,03	0,00	0,75
Arena muy gruesa	0,09	2,18	0,19	0,05	0,63
Arena gruesa	0,16	5,44	0,43	0,16	1,55
Arena media	3,94	12,01	2,46	0,80	4,80
Arena fina	91,37	74,81	93,01	96,62	88,95
Arena muy fina	1,09	0,13	0,49	0,15	0,46
Limo-arcilla	0,94	4,88	3,39	2,21	2,85

Pacheco (1991) encontró, en toda el área de estudio, que el tipo de sedimento predominante era arena. Sin embargo, en su estudio no especifica la clasificación de la misma; una situación similar fue referida por Seguias (2000), quien expresa que en la zona Este de la playa, las muestras son, casi en su totalidad, arenas.

Los resultados obtenidos en la presente investigación reportan presencia de 1,55% para la zona Este y 2,85% de limo-arcilla para la zona Oeste de playa El Yaque, lo cual no concuerda con lo reportado por Seguias (*op.cit.*), por cuanto en su estudio encontró ausencia de fracciones granulométricas correspondientes a limos y arcillas en las muestras sedimentarias obtenidas. Tal presencia de porcentajes de limo-arcilla en las estaciones muestreadas, se explican por el aporte de materia orgánica proveniente de los manglares presentes en la Laguna Las Marites (zona Este a El Yaque) y los aportes de las praderas de fanerógamas marinas aún existentes (*Thalassia testudinum*) en la zona, lo cual se basa en lo señalado por

Salazar *et al.* (2003) en su estudio realizado en la Laguna La Restinga, donde encontró que la materia orgánica está asociada al sedimento de textura fina.

Sin embargo, de acuerdo a las pocas diferencias observadas entre los distintos puntos en estudio de las Zonas Este y Oeste de playa El Yaque, como se aprecia en la Figura 4, la poca variación de los valores pudo deberse a que el Punto Y1P1 representa el inicio de la Zona Este de la playa, con mayor cercanía a un borde rocoso, donde la acción constante de las olas provocaría el transporte de una fracción de la arena fina, evidenciando con ella la presencia de un 11,35% de arena media. Esta situación se presenta de la misma manera en el punto P3Y1 de la Zona, pudiéndose ésta justificar en base a la influencia frontal de los vientos y a las construcciones cercanas a la costa, tal como lo refleja Savelli (2003) en su investigación, quien afirma que estas acciones producen un efecto pantalla sobre la interacción de los vientos con la costa.

En la zona Oeste de playa El Yaque, la presencia de, aproximadamente, 2,5% de grava en el punto Y2P1 podría haber sido un efecto inducido en virtud de que, para el momento de la toma de las muestras (16/10/2011), se encontraba en proceso de culminación la estación de bombeo de aguas servidas, lo cual provocó un movimiento terrígeno importante en dicha zona.

Por otra parte, la presencia de más de 12% de arena media en el punto Y2P2 en la zona Oeste de playa El Yaque, evidenció la existencia en la zona de un proceso sedimentario de transporte, lo cual fue catalogado por Seguias (2000) como el fenómeno preponderante en la zona, lo cual acusa una ocurrencia de procesos erosivos costeros, ya que en esta área no se presentan edificaciones de gran envergadura cercanas a la costa. También, se puede reportar la presencia de 1,55 % de limo-arcilla, en promedio, en los puntos de estudio de la Zona Este, cuyos valores se explican por la existencia de *Thalassia testudinum* en la zona. Así mismo, la presencia de, aproximadamente, 97% de arena fina en el punto Y2P4 demuestra el remanente sedimentario de la flecha arenosa presente en la zona hasta finales de 2007. De esta manera, playa El Yaque representa una playa del tipo arenosa, con predominancia de, aproximadamente, 90% de arenas finas en toda la extensión de su costa, con una pequeña porción de arena media, no mayor a 7,00% (Figura 5).

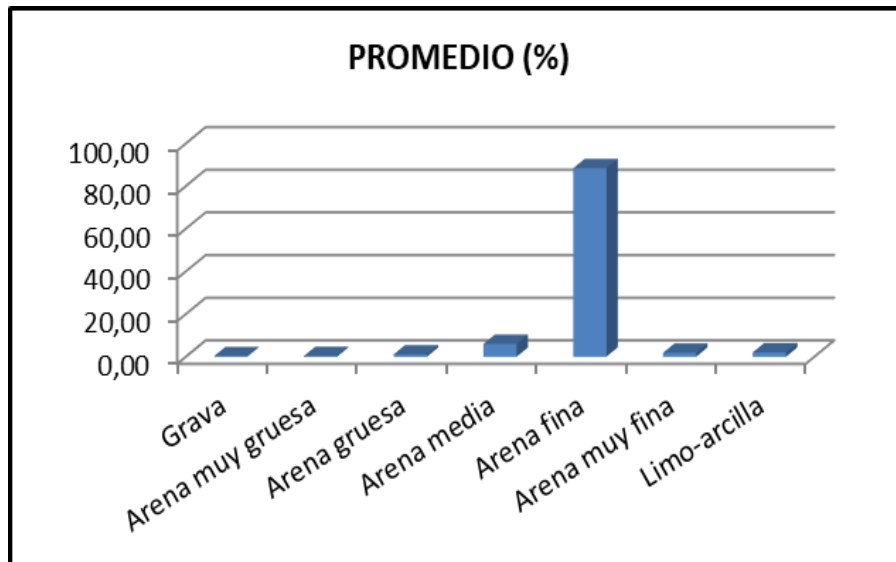


FIGURA 5. Porcentaje promedio granulométrico de playa El Yaque, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta. Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Comparación granulométrica, zona Oeste de playa El Yaque

Una vez procesado el primer muestreo de la zona Oeste de playa El Yaque (15/10/2011) y, posteriormente, un segundo muestreo (01/02/2012) en la Isleta (zona Este) y en Musipán, (zona Oeste), con diferentes puntos geográficos (Tabla 4), se logró constatar, en base a los componentes texturales, que en esta zona (Figura 6), posterior a la incorporación de los espigones, se habría modificado el proceso sedimentario de ocurrencia según lo reportado por Pacheco (1991), cambiando de la condición de “transporte” a la condición de “sedimentación”, lo cual trajo como consecuencia la incorporación de arenas finas, en el borde costero de la zona, por la reducción del oleaje en la zona media entre los espigones, permitiendo que los sedimentos más finos, que se encontraban suspendidos, sedimentaran.

Esta situación, que se observa claramente en los puntos Y2P1, Y2P2, Y2P3, y en menor medida en el punto Y2P4 (Figura 7), podría ser un indicador de incremento de la sedimentación a darse en el transcurso de los meses siguientes.

TABLA 4. Posición de muestreos de sedimentos Zona Este de playa El Yaque, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta. Fuente: Elaboración propia.

Coordenadas UTM		
Punto de Muestreo	E	N
Y2P1 (1)	394.626,8	1.203.861,4
Y2P2 (1)	394.599,4	1.204.783
Y2P3 (1)	394.538,6	1.204.752,5
Y2P4 (1)	394.477,9	1.204.752,7
Y2P1 (2)	394.629,8	1.204.782,9
Y2P2 (2)	394.599,4	1.204.783
Y2P3 (2)	394.538,6	1.204.752,5
Y2P4 (2)	394.477,9	1.204.752,7

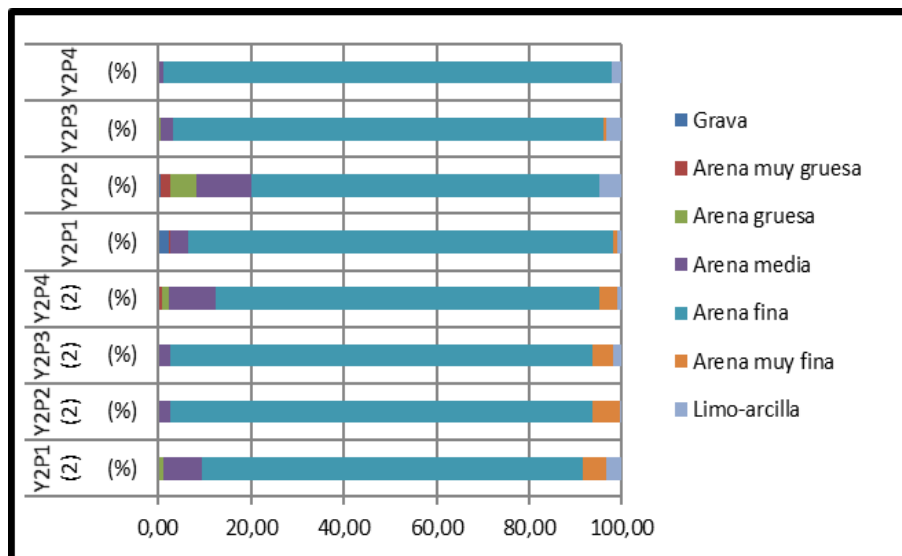


FIGURA 6. Comparación granulométrica de la Zona Oeste de playa El Yaque, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta. Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 7. Puntos geográficos de toma de sedimentos Zona Oeste de playa El Yaque.
Fuente: Google Earth, Agosto 2011.

3.2.2. Granulometría de las playas que colindan con playa El Yaque

El componente granulométrico del borde costero de la localidad La Isleta (Tabla 5) correspondió, en mayor proporción, a arenas con aproximadamente un 92% de textura fina y un 5% de componente limo-arcilla (Figura 7). Por su parte, los datos del borde costero aledaño al Parque Temático Musipán (Tabla 6) demostraron la presencia, de un promedio aproximado del 90%, de arena fina con un componente promedio de limo-arcilla del 7,8% (Figura 8). En ambos casos, la presencia de praderas de fanerógamas marinas de la especie *Thalassia testudinum* explican tal componente.

TABLA 3. Granulometría de La Isleta, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta. Fuente: Elaboración propia.

Estación	ISL1	ISL2	ISL3	Promedio
Fracciones	(%)	(%)	(%)	(%)
Grava	0,05	0,03	0,02	0,03
Arena muy gruesa	0,03	0,15	0,12	0,10
Arena gruesa	0,05	0,25	0,26	0,19
Arena media	0,50	1,04	3,08	1,54
Arena fina	90,70	92,97	91,55	91,74
Arena muy fina	1,12	1,11	1,44	1,23
Limo-arcilla	7,55	4,44	3,52	5,17

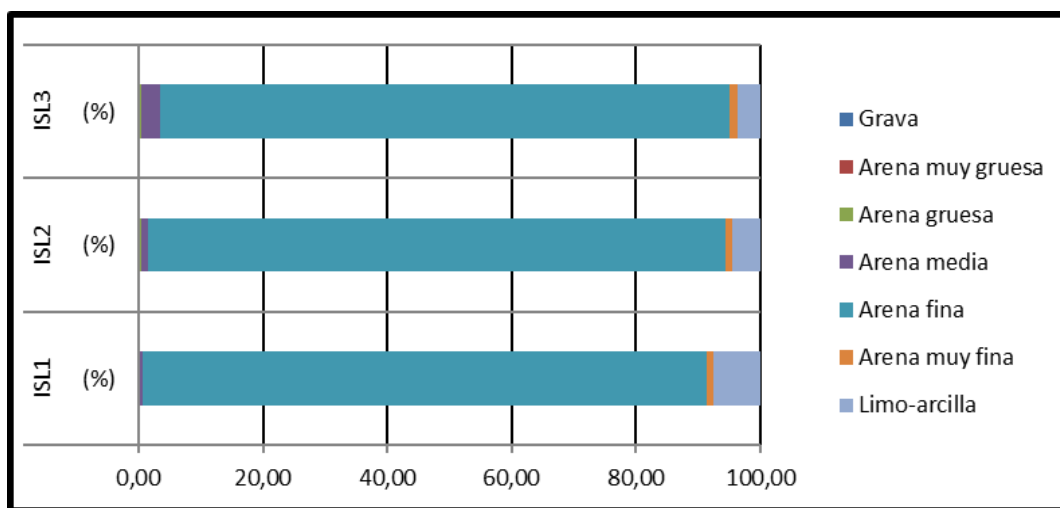


FIGURA 7. Porcentajes granulométricos de los puntos en estudio del borde costero del Sector La Isleta.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Granulometría del borde costero aledaño al Parque Temático Musipán, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta. Fuente: Elaboración propia.

Estación	PUSP1	PUSP2	Promedio
Fracciones	(%)	(%)	(%)
Grava	0,01	0,02	0,01
Arena muy gruesa	0,03	0,05	0,04
Arena gruesa	0,18	0,32	0,25
Arena media	1,83	1,77	1,80
Arena fina	95,30	83,90	89,60
Arena muy fina	0,12	0,88	0,50
Limo-arcilla	2,53	13,06	7,80

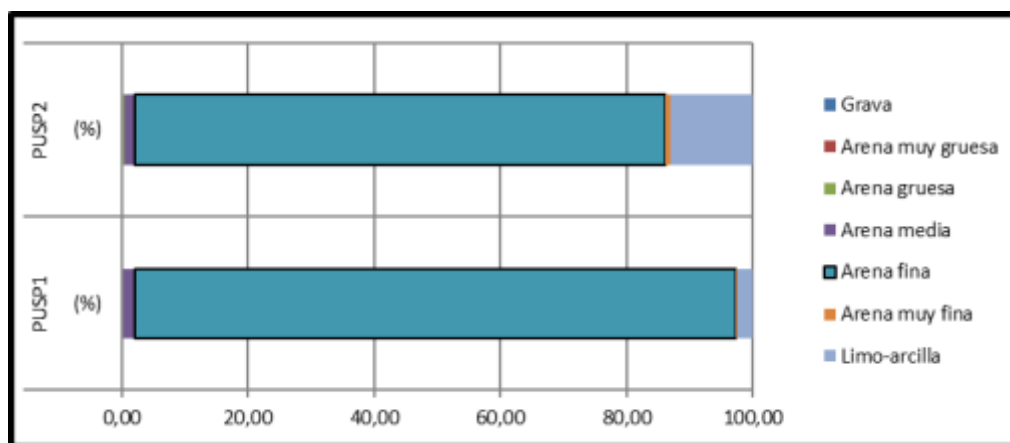


FIGURA 8. Porcentajes granulométricos de los puntos en estudio del borde costero aledaño al Parque Temático Musipán. Fuente: Elaboración propia.

No obstante lo mencionado anteriormente, las pequeñas variaciones presentes en los puntos señalados podrían deberse, en el caso del punto ISL3 que presenta un 3% de arena media, a que en esta zona, al mismo tiempo cuando se realizaba el estudio, se culminaba la remodelación del muelle de embarque de pasajeros La Isleta – Isla de Coche. Así mismo, para el punto PUSP2, en el borde costero aledaño al Parque Temático Musipán, la variación de la

presencia del componente limo-arcilla fue de, aproximadamente, un 13%, lo cual se debe a que este punto corresponde al final de una pequeña bahía donde se deposita gran parte del material orgánico proveniente de las praderas de fanerógamas cercanas.

3.2.3. Comparación granulométrica de las zonas en estudio

La comparación de los datos granulométricos obtenidos en el presente estudio, junto con los otros datos mencionados anteriormente, permite inferir que los bordes costeros de La Isleta, El Yaque y costa del Parque Temático Musipán comparten granulometría similar (Figura 9), de lo cual podría presentarse la posibilidad de que, si en estas zonas el principal proceso sedimentario fuera el transporte de sedimentos, tal como lo evidencia Pacheco (1991) para playa El Yaque, estas compartirían la secuencia del aporte sedimentario iniciándose en La Isleta, continuando hacia playa El Yaque, pasando a la costa del parque temático Musipán y, posiblemente, culminando, al Oeste, en el borde costero del sector El Guamache.

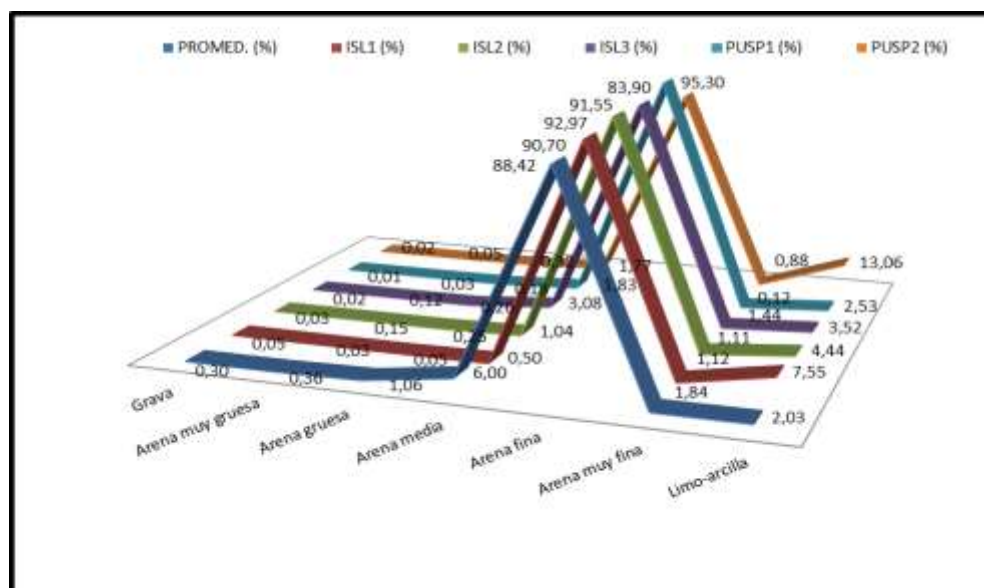


FIGURA 9. Comparación granulométrica de las zonas de la playa El Yaque (promedio), La Isleta y borde costero del Parque Temático Musipán del Estado Nueva Esparta. Fuente: Elaboración propia.

3.3. Evaluación batimétrica, velocidad y dirección de la corriente

3.3.1. De la batimetría en la zona Oeste de playa El Yaque

Los datos batimétricos fueron evaluados después de la construcción de los espigones de piedra 1 y 2, los cuales se muestran en la Tabla 7. Estos indican profundidades desde 1,1 m hasta 1,8 m (Figura 10), hasta una distancia máxima, desde el borde costero, de doscientos ochenta 280 m, observándose que entre los dos (2) espigones de piedra se presentan tres (3) zonas de importancia. En la primera zona, a barlovento del espigón de piedra N° 1 (Figura 11), las isóbatas marcan una disminución de la profundidad, por lo que esta primera zona se encontraría sedimentando positivamente.

TABLA 4. Posición de muestreos de batimetría en coordenadas UTM, zona Oeste playa El Yaque, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta. Fuente: Elaboración propia.

Puntos	Datos de batimetría		Coordenadas UTM	
	Altitud	Batimetría (m)	E	N
0Y1	17	1,3	394750,3	1204506,1
1Y1	5	1,3	394750,4	1204536,8
2Y1	5	1,2	394750,5	1204567,5
3Y1	6	1,6	394750,7	1204628,9
4Y1	4	1,3	394750,8	1204659,6
5Y1	4	1,2	394720,6	1204721,2
0Y2	16	1,5	394659,1	1204475,6
1Y2	3	1,5	394659,2	1204506,3
2Y2	4	1,2	394902,2	1204536,3
3Y2	3	1,4	394659,5	1204598,5
4Y2	3	1,1	394659,6	1204629,2
5Y2	4	1,2	394659,7	1204659,9
6Y2	4	1,1	394690,3	1204721,3
0Y3	15	1,7	394568,1	1204475,9
1Y3	6	1,3	394568,2	1204506,6
2Y3	4	1,2	394568,4	1204568,1
3Y3	5	1,3	394568,5	1204598,8
4Y3	4	1,1	394538,3	1204660,3
5Y3	4	1,2	394568,8	1204721,7
0Y4	14	1,8	394476,9	1204445,5
1Y4	10	1,5	394446,7	1204507,0
2Y4	3	1,7	394477,2	1204537,6
3Y4	4	1,6	394477,4	1204599,1
4Y4	3	1,3	394507,9	1204660,4
5Y4	3	1,2	394508,0	1204691,1

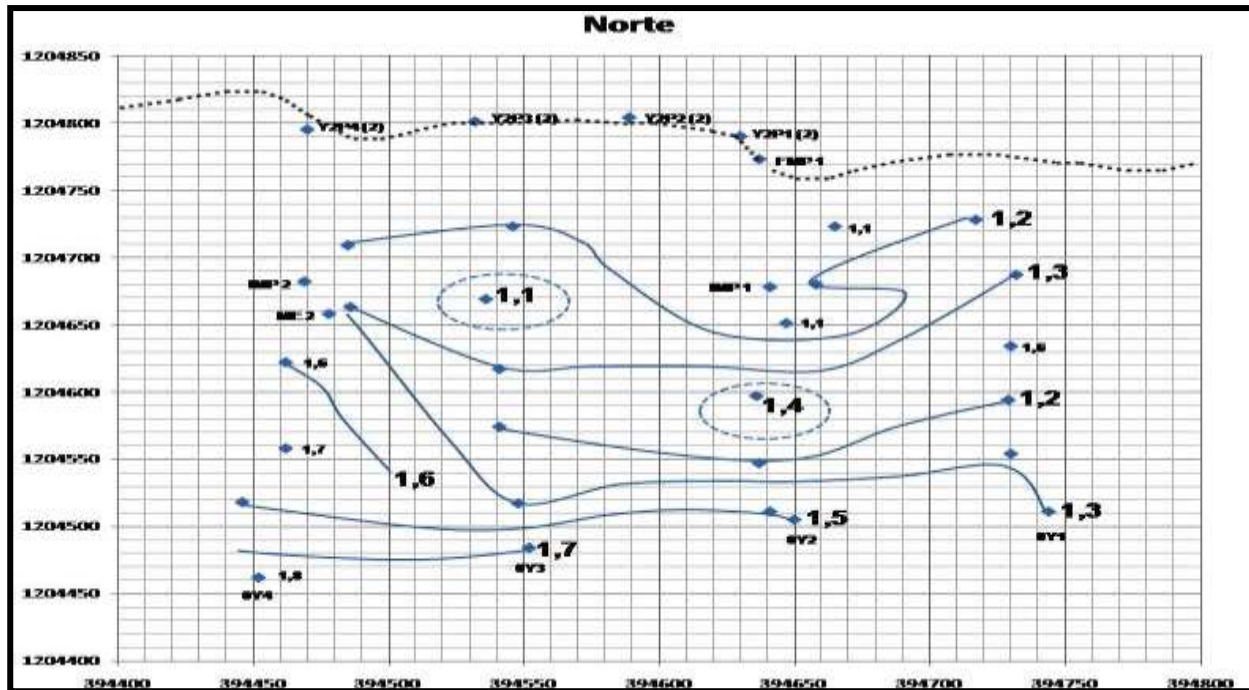


FIGURA 10. Batimetría de la zona Oeste de playa El Yaque, Municipio Díaz Estado Nueva Esparta (Representado en coordenadas UTM).



FIGURA 11. Corrientes de deriva de la Zona Oeste de playa El Yaque, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta.

Fuente: Google Earth, imagen satelital, agosto 2011.

La segunda zona, ubicada en la posición media entre los espigones de piedra N° 1 y N° 2, muestra una pequeña elevación en la profundidad, la cual podría aumentar con el tiempo por la sedimentación en este lugar. Así mismo, se podría demostrar que allí sucede una convección interna de una corriente superficial.

La tercera y última zona se encuentra frente al muelle de embarcaciones. En esta zona, donde se observó un aumento de la profundidad, la causa podría deberse al efecto de acreción que se produce en posición contraria a la corriente, por la incorporación de un espigón al borde costero.

3.3.2. De la corriente en la zona Oeste de playa El Yaque

Se evaluó la velocidad y dirección de la corriente en dos oportunidades, utilizando un derivador pasivo. El primer lance se realizó a fin de determinar la dirección de la corriente interna; y el segundo lance se realizó para determinar la corriente externa, resultando dos vectores de movimiento de la corriente superficial. El primer derivador desarrolló una velocidad de $0,1158 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (0,225 n), cuyo desplazamiento representó la corriente superficial interna, en dirección WNW. De igual manera, el segundo derivador alcanzó una velocidad de $0,1723 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (0,335 n), cuyo desplazamiento representó la corriente superficial externa, en dirección W¼NW (Figura 11).

Así mismo, las batimetrías de inicio y término del derivador fueron registrados en ambos desplazamientos. Para el primer derivador, la profundidad de inicio fue de 1,7 m y el término de 1,2 m. Para el segundo derivador, la profundidad de inicio fue 2,5 m y el término de 2,5 m. No se estableció una comparación con los datos aportados por Seguias (2000) debido a la diferencia del Datum empleado, como fueron las coordenadas UTM en base al *Datum Horizontal La Canoa*. Así mismo, este autor en su investigación no reportó las coordenadas geográficas de los puntos exactos del comienzo y término de las derivas, lo cual impidió comparar sus datos con los obtenidos en la presente investigación.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El constituyente sedimentario principal de playa El Yaque es arena. Se compone, aproximadamente, de un 89 % de textura fina, de un 7% de arena media y el restante material constitutivo se encuentra entre arenas gruesas y componente limo-arcilla; siendo, por lo tanto, esta playa, del tipo arenosa.

La aparición de porcentajes menores de limo-arcilla en las muestras de playa El Yaque, se debe a la presencia de praderas de fanerógamas marinas en la zona en estudio.

Se detectó la presencia de dos puntos donde se produce, posiblemente, la mayor pérdida de sedimentos; aunque los distintos cambios ocurridos por la construcción de espigones de piedra pudieron haber modificado estos puntos o trasladados hacia zonas más al Oeste de playa El Yaque. La aparición de arenas finas en la zona Oeste de playa El Yaque demuestra un cambio del principal proceso sedimentario de la zona, desde una condición de “transporte” a una condición de “sedimentación”, gracias a la construcción de los espigones de piedra.

La Isleta, playa El Yaque y el borde costero del Parque Temático Musipán comparten granulometría muy similar, presentando principalmente sedimentos del tipo arenas, con al menos 85% de textura fina (arenas finas), lo que corrobora la teoría de que estas compartirían la secuencia del aporte sedimentario iniciándose en La Isleta, continuando hacia Playa El Yaque y pasando a la costa del Parque Temático Musipán.

Playa El Yaque presenta dos corrientes superficiales, una corriente interna que procede del lado Este y continúa hacia lado Oeste de la playa, con dirección WNW, y termina cercana al muelle espigón de piedra N° 2; y una corriente externa que se inicia, de igual manera, del lado Este y continúa hacia el lado Oeste de la playa, con dirección W¼NW.

Se recomienda actualizar la data físico-ambiental, mediante un plan de monitoreo estructurado y sostenible en el tiempo, en el sector playa El Yaque y sus adyacencias, con énfasis en estudios de dinámica costera, sedimentología, biota y calidad de agua, que permita estructurar una la línea base ambiental que coadyuve a la toma de decisiones.

5. AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a la BA Sarah M. Cooper por la traducción, al inglés, del resumen en el presente artículo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, R. 1983. *Geomorfología, geología histórica y sedimentología de la zona sur-occidental de la plataforma Margarita – Los Testigos. Estudios de factibilidad del enlace vial Margarita – Coche – Tierra Firme*. Fundación La Salle de Ciencias naturales. Punta de Piedras, Isla de Margarita, Venezuela. Informe Técnico. 47 p.
- BIORD, L. 2013. Evaluación situacional de la erosión costera de playa El Yaque, Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta. ECAM - UDONE. Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Ciencias Marinas. 105 p.
- CARABALLO, L. 1970. Los materiales sedimentarios. Generalidades de su estudio. *Lagena* 25-26: 23-26.
- CARRANZA-EDWARDS, A. 2009. *Causas y consecuencias de la erosión de playas*. Memorias Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Autónoma de México. Ciudad de México, México. 13 p.
- FUENTES, J., P. FONTAINE, J. SALAZAR, J. LÓPEZ y P. LÓPEZ. 2009. Condición ambiental de la Laguna de los Mártires, Isla de Margarita, Venezuela. En *EcoCria* (ed.) N° IV/Octubre-Diciembre. pp. 12-14.
- HERNÁNDEZ, G. y F. MARÍN. 2011. Informe Técnico N° UESA – ZC: 17-05-11. Dirección Estatal Ambiental Nueva Esparta, Ministerio del Poder Popular Para el Ambiente. pp. 6.
- MERLETTO, A. y G. BÉRTOLA. 2007. Consecuencias socio-económicas asociadas a la erosión costera en el balneario Parque Mar Chiquita, Argentina. *Investigaciones Geográficas* 43: 143-160.
- MERLETTO, A. y G. BÉRTOLA. 2008. Evolución urbana y su influencia en la erosión costera en el balneario Parque Mar Chiquita, Argentina. *Papeles de Geografía* 47-48:143-158.

- NESHYBA, S. y Y. FONSECA. 1981. Corrientes costeras. Manual de mediciones y análisis. Revista de Investigaciones Marinas de Valparaíso, Chile. *Suplemento 7*: 132.
- ORTIZ, M.A. 1984. *Erosión de las costas*. Boletín marino. IV (1). Programa Sea Grant. Departamento de Ciencias Marinas. College Station. Recinto Universitario de Mayagüez. 54 p.
- PACHECO, I. 1991. *Determinación de procesos sedimentarios en playa El Yaque, Isla de Margarita, mediante el análisis vectorial del tamaño medio de los granos*. Trabajo de grado para optar al título de Técnico Superior Universitario en Acuicultura y Oceanografía. Instituto Universitario de Tecnología del Mar. Nueva Esparta, Venezuela. 47 p.
- RINCÓN, J. 2006. *Actualización del "Plan de Ordenamiento y Reglamento de uso de la Zona de Interés Turístico del Sector El Yaque" Municipio Díaz, Estado Nueva Esparta*. Asesoría Geolix C. A. Ministerio de Turismo. 318 p.
- SALAZAR, J. 2009. Zonas litorales de la Isla de Margarita (I). Playas Guacuco, El Yaque y Punta Arenas. *EcoCria* 2: 18-21.
- SALAZAR, J., J. ROSAS y J. RODRÍGUEZ. 2003. Condiciones sedimentológicas de la Laguna la Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Interciencia* 28 (1): 16.
- SAVELLI, R. 2003. Especificaciones Generales para el Plan de Recuperación playa El Yaque, Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta. Fundación Laboratorio Nacional de Hidráulica. Caracas, Venezuela, pp. 19.
- SEGUIAS, N. 2000. *Patrón del comportamiento morfodinámico de playa El Yaque, Isla de Margarita*. Trabajo de grado para optar al título de Técnico Superior Universitario en Acuicultura y Oceanografía. Instituto Universitario de Tecnología del Mar. Nueva Esparta, Venezuela. 73.
- YUDOVIC, Y. 1974. *Pesca exploratoria*. Ed. Industria Alimenticia. Moscú, Rusia. 240 p.