

ANÁLISIS MORFOSEDIMENTOLÓGICO DEL DEPÓSITO DE PLAYA UBICADO EN LA ENSENADA GARRAPATA, PARQUE NACIONAL MOCHIMA, VENEZUELA

NÚÑEZ RAVELO, FRANKLIN; MARCANO, MILAGROS; ZAMBRANO, NAILETH
ANÁLISIS MORFOSEDIMENTOLÓGICO DEL DEPÓSITO DE PLAYA UBICADO EN LA ENSENADA
GARRAPATA, PARQUE NACIONAL MOCHIMA, VENEZUELA

Terra. Nueva Etapa, vol. XXXV, núm. 57, 2019
Universidad Central de Venezuela, Venezuela
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72163802006>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

ANÁLISIS MORFOSEDIMENTOLÓGICO DEL DEPÓSITO DE PLAYA UBICADO EN LA ENSENADA GARRAPATA, PARQUE NACIONAL MOCHIMA, VENEZUELA

MORPHOSEDIMENTOLOGICAL ANALYSIS OF THE BEACH DEPOSIT LOCATED IN THE
GARRAPATA INLET, MOCHIMA NATIONAL PARK, VENEZUELA

FRANKLIN NÚÑEZ RAVELO

Universidad Pedagógica Experimental Libertador,

Venezuela

franklingeove@hotmail.com

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>

id=72163802006

MILAGROS MARCANO

Universidad Pedagógica Experimental Libertador,

Venezuela

milagrosm91@hotmail.com

NAILETH ZAMBRANO

Universidad Pedagógica Experimental Libertador,

Venezuela

naileth.666@gmail.com

RESUMEN:

Se generó una caracterización morfosedimentológica de la ensenada a fin de conocer el origen y constitución de los sedimentos que la conforman, así como los agentes y procesos que inciden en su configuración actual. Se ejecutaron tres fases: (1) Campo: que permitió recolectar muestras de sedimentos en dos áreas del perfil de playa y registrar las condiciones morfodinámicas del oleaje incidente; (2) laboratorio. con el objeto de determinar las características texturales, redondez del cuarzo, contenido de CaCO_3 , pH, salinidad y potencial REDOX; y (3) oficina: en la cual se desarrolló el análisis estadístico. El material presentó una distribución leptocúrtica con asimétrica gruesa, conformado por arenas gruesas rojo-amarillentas bien escogidas. Mineralógicamente presentan 95% de clastos y 5% de bioclástos, pH débilmente alcalino y REDOX negativo. Las partículas de SiO_2 suelen ser sub-angulares a sub-redondeados. El oleaje presenta altura de 12,22 cm y velocidad de 6,21 cm/s. Se concluye que la principal fuente de origen del material está en los afloramientos rocosos próximos, así como en la isla Garrapata ubicada a 351 m al N, estos sedimentos son transportados hacia el interior de la ensenada como consecuencia del escurrimiento superficial, así como, por la difracción y refracción del tren de oleaje.

PALABRAS CLAVE: playa, sedimentología, morfodinámica, parque nacional Mochima.

ABSTRACT:

A morphosedimentological characterization of the Garrapata inlet was generated in order to know the origin and constitution of the sediments that make it up, as well as the agents and processes that affect its current configuration. Three phases were performed: (1) *field*: allowed to collect sediment samples in two locations of the beach profile, and the recording of the morphodynamic conditions of the incident wave; (2) *laboratory*: in order to determine the textural characteristics, quartz roundness, CaCO_3 contents, pH, salinity and REDOX potential; and (3) *office*: in which it refers to statistical analysis. The material presented a leptokurtic distribution, conformed by thick red-yellowish sands, well sorted. Mineralogically it presents 95% of clasts and 5% of bioclasts, weakly alkaline pH and REDOX negative. The SiO_2 particles are usually sub-angular to sub-rounded. The waves have a height of 12.22 cm and a speed of 6.21 cm/s. It is concluded that the main source of origin of the material is in the rocky outcrops, as well as on Garrapata Island located at 351 m to the N, these sediments are transported towards the interior of the inlet as part of the surface runoff as well as by The diffraction and refraction of the wave train.

KEYWORDS: beach, sedimentology, morphodynamics, Mochima national park.



INTRODUCCIÓN

Las áreas costeras representan uno de los ambientes transicionales de mayor relevancia en los estudios enmarcados en el campo de la geografía física, ya que con el vertiginoso aumento que ha experimentado la población a nivel mundial y el consecuente incremento de uso de estos espacios en las últimas décadas, se han masificado los patrones de explotación de estas áreas; llegando incluso a modificar en algunos casos su dinámica natural, como sucede con Nicolau y Prieto, 1996; Gutiérrez, 2008; Córdova y Torres, 2012; Ibarra y Belmonte, 2017.

En estos espacios se generan múltiples geoformas, cuyo uso y aprovechamiento depende en buena medida de las condiciones que estos presenten para la explotación antrópica, por lo que se hace cada vez más necesario conocer sus potencialidades; las cuales constituyen el producto de las complejas interrelaciones entre los agentes y los procesos que inciden de forma natural en su configuración actual.

De allí la importancia de los estudios morfosedimentarios de los ambientes litorales, ya que permiten obtener información base, referente a los agentes y procesos que intervienen en la configuración del paisaje físico-natural (Dean, 1991; Plant, Ruessink y Wijnberg, 2001; Davidson-Amott, 2010; Eliot, 2016) contribuyendo con el ordenamiento territorial, desde la mirada de la gestión sustentable, por parte de las comunidades que hacen uso de los mismos.

La génesis de las geoformas litorales, depende en buena medida de los agentes y procesos que intervienen en el paisaje y su compleja dinámica tendente a la erosión o la sedimentación.

En efecto, los paisajes representativos de los ambientes litorales, tienen como principal agente la acción del oleaje, que si bien no es el único en generar trasformaciones, constituye el principal detonante para las continuas modificaciones, bien sea por la remoción y transporte de partículas desde los acantilados rocosos, barreras arrecifales, o el aporte de estos *detritus*, para la formación de flechas y cordones litorales, tómbolos, playas de arenas, desde fuentes de origen continental o, incluso, desde las plataformas marinas (Longwell y Flint, 1974; Strahler, 1981; Trenhaile, 1997; Méndez, 2006; Tarbuck y Lutgens, 2008; Gutiérrez, 2008).

En el contexto específico de Venezuela, “un país con un extenso borde costero que ha vivido de espaldas al mar. Sus 3.800 km de costa parecieran orientar un rumbo marítimo a los venezolanos; sin embargo, estamos muy lejos de alcanzar ese norte” (Lara *et al.*, 1997), se debe resaltar que cuenta con innumerables geoformas litorales a lo largo y ancho de su costa, por lo que el estudio de éstas, se hace imperativo. Tomemos en cuenta que de lo anterior depende la generación de planes y programas que contribuyan, no solo a mitigar los problemas ambientales presentes en estas, sino incluso a exaltar sus potencialidades como fuente de belleza paisajística y atractivo turístico, proveedora de recursos, y, adicionalmente, otorgarle más que una toponimia, la comprensión de los complejos procesos que en estas se desarrollan.

Al referir lo imperativo de este tipo de investigaciones, se exalta lo establecido en el artículo 7 del Decreto con rango, valor y fuerza de Ley Orgánica de los Espacios Acuáticos (2014), en el que expresa, que:

El Estado asegurará la ordenación y utilización sostenible de los recursos hídricos y de la biodiversidad asociada de su espacio acuático, insular y portuario. La promoción, investigación científica, ejecución y control de la clasificación de los recursos naturales, la navegación y otros usos de los recursos, así como todas las actividades relacionadas con la ordenación y su aprovechamiento sostenible (Título II, Art. 9, p.4)

Así mismo, se reconoce la vinculación de este estudio con lo establecido en artículo 6 del Decreto con fuerza de Ley de Zonas Costeras (2001), en el cual se indica que “se estimulará, orientará y promoverá la investigación científica y tecnológica dirigida a la administración de los recursos naturales y el desarrollo sustentable de las zonas costeras” (Art.6 pto.13, p.11). Para lograrlo, el conocimiento del origen y evolución de cada uno de estos espacios cercanos a la línea de costa, contribuyen con su uso adecuado, representando un factor fundamental para la toma de decisiones en los ámbitos de la organización territorial y el uso del espacio (Núñez y Hernández, 2013).

En este orden de ideas, se destaca que el área de estudio se encuentra localizado dentro del parque nacional Mochima, el cual fue declarado como tal el 19 de diciembre de 1973, bajo el decreto N° 1.534 publicado en la Gaceta Oficial N° 30.285 del 20 de diciembre del mismo año. Cuenta con un área de 94.935 Ha, que abarcan parte de las ciudades de Barcelona, Puerto la Cruz y Cumaná, así como los espacios marítimos circundantes, y está constituido por variadas playas, islas, entre otras geoformas litorales, continentales e insulares.

Geomorfológicamente, la costa del referido parque nacional, se caracteriza por la presencia de acantilados sumergidos (Maloney, 1965), en los que se han formado playas de fondo de bahía, las cuales se encuentran asociada a la protección que ofrece el relieve y a los limitados aportes sedimentarios asociados a los ejes de escorrentía ubicados en el área (Lara, *et al.*, 1997; Méndez, 2007).

Adicionalmente, hacia el interior de las bahías y ensenadas, se evidencia el transporte por oleaje (Sara *et al.*, 1997), lo que explica que las partículas que los componen, en algunos de los depósitos sedimentarios presentes, han sido erosionadas de las pendientes rocosas por este agente, para luego ser distribuidos hacia el interior de las ensenadas, originando las llamadas playas de bolsillo.

Hacia otros depósitos, estas partículas son aportadas como consecuencia de la fragmentación de la biota coralina, abundante en la Bahía de Mochima, siendo transportadas por la acción del oleaje hacia el interior de las ensenadas (Núñez, 2011; Núñez y Hernández, 2013; Núñez y Hernández, 2016).

De allí que el propósito de la investigación se centró en analizar las condiciones morfosedimentarias del depósito de playa ubicado en la ensenada Garrapata, a fin de reconocer los agentes y procesos involucrados en la configuración actual de este espacio litoral.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

La ensenada Garrapata se encuentra ubicada al NE de la Península de Manare, en el municipio Sucre de la entidad federal homónima, específicamente entre los $10^{\circ} 23' 06''$ – $10^{\circ} 23' 07''$ N y $64^{\circ} 21' 02''$ – $64^{\circ} 21' 06''$ O, en el parque nacional Mochima (figura 1). Se caracteriza por estar flanqueada al E y O por acantilados, cuyas bases están en contacto directo con el oleaje incidente.

A 351 metros al norte del depósito, se ubica isla Garrapata (figura 2), un pequeño islote de afloramientos sedimentario del Cretáceo correspondientes a los miembros Picuda-Taguarumo (sin diferenciar) de la Formación Barranquín del Grupo Sucre (Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología, 1980) cuya litología está constituida por una secuencia de paquetes decamétricos de areniscas cuarcíticas, intercaladas con lutitas de colores vivos en menor cantidad y lutitas arenosas (ritmitas).

En el área correspondiente a la ensenada Garrapata, se distinguen tres rasgos topográficos: (a) al norte se encuentra isla Garrapata, cuya altitud máxima es de 50 m s.n.m., con fuertes pendientes; (b) flanqueando la ensenada se encuentra un área montañosa que corresponde a la Península de Manare, con elevaciones que sobrepasan los 200 m s.n.m. hacia el centro del relieve; y (c) el sector de acumulación reciente tipo playa de fondo de bahía, cuya altitud máxima no sobrepasa los 12 m s.n.m.

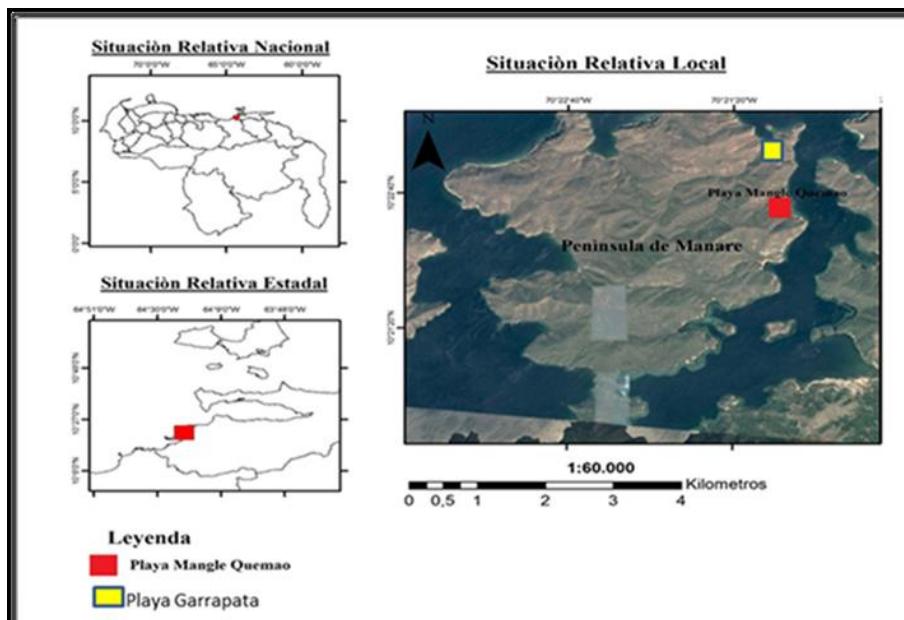


FIGURA 1

Mapa de localización de la ensenada Garrapata en el contexto nacional, regional y local.

Fuente: elaboración propia



FIGURA 2
Isla Garrapata.

Nótese en la imagen de la izquierda: (1) una vista de planta de isla Garrapata al N de la ensenada homónima y (2) la escotadura en cuyo fondo se ubica el depósito de playa. En la fotografía de la derecha, se muestra una vista de perfil de la referida isla.

Fuente: Archivo fotográfico del proyecto

De acuerdo con lo referido por Foghin (2002) y Andressen (2007), las condiciones climáticas para este sector del territorio nacional, se caracterizan por presentar elevadas temperaturas durante todo el año, con oscilaciones entre los 27°C y 29°C. Las precipitaciones registran montos mensuales inferiores a los 60 mm, generando una larga estación seca entre octubre y junio, la cual es interrumpida por un corto período lluvioso entre los meses de julio y septiembre, correspondiendo con el clima semiárido tropical, típico de la zona costera de Venezuela.

Estas condiciones originan un patrón de escurrimiento tipo wadi o uadi, los cuales constituyen valles erosivos de corrientes de temporada, con frecuencia torrenciales, cuyos fondos están cubiertos de proluvión (sedimentos depositados en las desembocaduras de los valles montañosos en condiciones de tierra firme), provenientes de las laderas (Lugo, 2011).

En efecto, la quebrada Manare, constituye la única microcuenca cuyo canal de desagüe con dirección SO-NE desemboca en la ensenada Garrapata, presentando un caudal elevado durante los meses lluviosos, favoreciendo el transporte de sedimentos desde los sectores elevados de la cuenca, hacia el área topográficamente más baja; mientras que durante los 9 meses secos, estos aportes detriticos son minimizados

como consecuencia del estiaje, el cual se manifiesta con la desaparición de manera superficial del cuerpo de agua, evidenciándose el cauce seco en el paisaje.

Fases de la Investigación

La investigación se ejecutó en tres fases: campo, laboratorio y oficina.

Fase de Campo

Se realizaron tres trabajos de campo durante el mes mayo en los años 2014, 2015 y 2016, con la finalidad de recolectar muestras de sedimentos superficiales en la berma y vaivén, así como medir y registrar las condiciones morfodinámicas del oleaje incidente.

El momento del muestreo coincide con la finalización del período seco, esto debido a que la larga temporada caracterizada por las escasas precipitaciones; aunado a esto el limitado caudal de la quebrada Manare genera mayor estabilidad y equilibrio en el depósito, lo que supone la poca variabilidad del mismo. En consideración a lo anterior, el análisis de los sedimentos superficiales puede contribuir con el reconocimiento de las condiciones morfodinámicas actuales.

En efecto, tal como lo planteó Medina *et al.*, (1995), si una playa con un tamaño de grano concreto es sometida a una solicitud o dinámica actuante constante, desarrollará una configuración (planta y perfil) con muy poca evolución en el tiempo, asociado a una situación modal o de equilibrio que sufre variaciones en función del clima marítimo existente.

Ahora bien, en el primero trabajo de campo, se realizó un muestreo probabilístico de tipo sistemático, partiendo del reconocimiento de la longitud total de la ensenada. Se trazó un perfil longitudinal en la berma y, a partir de ésta, se recolectaron elementos de las muestras de sedimentos cada veinte metros.

Con base en el lineamiento anterior, se trazaron secciones perpendiculares con el fin de recolectar sedimentos en el vaivén. Siguiendo este procedimiento se colectaron un total de 16 elementos de la muestra: 8 correspondientes a la berma y 8 al vaivén. La muestra fue preservadas de manera individual en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio, y rotuladas atendiendo a la nomenclatura empleada para identificar los punto de muestreo.

Una vez identificados los puntos de muestreo, se procedió, durante tres días, en todos los trabajos de campo a registrar las condiciones de altura, longitud y tiempo del oleaje cada 8 horas.

Fase de Laboratorio

Esta fase tuvo como objeto procesar cada elemento de la muestra, a fin de obtener la siguiente información:

Propiedades físicas del material

- *Ánáisis granulométrico de las arenas.* Se empleó el método de tamizado en seco (Köster y Leser, 1976), el cual consiste en tomar 50 gramos de material y cernirlo durante 15 minutos en la tamizadora Sievefester, Modelo SS-15, serial 4921 y 4922 Gison Company, INC; para luego pesar nuevamente la cantidad de arenas retenida en cada uno de los tamices. A partir de allí, se realizó una distribución según el peso correspondiente a cada diámetro de los granos retenidos en los respectivos tamices, registrando el peso final, para luego calcular la frecuencia acumulada (Fa), frecuencia porcentual (F %) y la frecuencia porcentual acumulada (%Fa).

- *Redondez de las partículas de cuarzo.* Para este fin, se empleó la técnica propuesta por Roa y Berthois (1975), con apoyo de una lupa estereoscópica modelo Leica Zoom 2000, se observaron los granos de cuarzo ampliados al 5 %, a fin de determinar la forma de los bordes de los granos.
- *Color de los sedimentos.* Esta propiedad fue determinada en seco, a partir de 2 gr de arena, las cuales fueron comparados con las placas de colores de la tabla de Munsell, siguiendo para tal fin las recomendaciones de Ovalles (2003).

Propiedades químicas del material

- *Determinación del Contenido de Carbonato de Calcio ($CaCO_3$).* Se asumió la técnica del doble pesado, para esto se pesaron originalmente 5 gramos de cada elemento de la muestra, trasvasadas a un vaso de precipitado, se le agregó HCL hasta que dejó de hacer digestión, se lavó con agua destilada y se secó a temperatura ambiente. Finalmente, se pesó a fin de determinar por diferencia, la cantidad de Carbonato de Calcio que se eliminó de la muestra original, producto de la digestión
- *pH:* con base en el método potenciométrico reportado por USDA (1999), se empleó el potenciómetro marca CAKLON pH 700. Los resultados fueron comparados con la escala de Scheffer-Schachtschabel (citada en Köster y Leser, 1976).
- *Potencial REDOX:* Para su determinación se empleó el potenciómetro marca CAKLON pH 700.

Fase de oficina.

En esta fase, se realizaron los siguientes análisis:

Construcción de las curvas granulométricas semilogarítmica. Con base en los resultados obtenidos en el tamizado, se realizaron las curvas granulométricas en papel semilogarítmico, correspondientes a la berma y vaivén, según el criterio referido por Roa y Berthois (1975); registrando el valor de cada uno de los percentiles, a fin de estimar las medidas estadísticas correspondientes a los parámetros texturales.

Estimación de parámetros texturales. Los percentiles obtenidos con apoyo en la curva semilogarítmica, fueron incorporados a una hoja de cálculo, que permitió determinar la tendencia central a fin de conocer el tamaño promedio de los granos, dispersión o selección, asimetría y kurtosis.

Estimación de la morfodinámica del oleaje. Considerando en esta fase la estimación de valores promedios referentes a las características del oleaje: altura, periodo y longitud (Tovar y Álvarez, 2005) así como el número Deam (Jiménez y Ávila, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización morfodinámica del oleaje

Las condiciones del oleaje en el sector objeto de la investigación, reflejan que en general, las olas presentan una altura promedio de 12,22 centímetros, lo que la clasifica en el grado 2 de marejadilla, de acuerdo con la escala de Douglas. Este tipo de oleaje se caracteriza por la formación de algunas líneas que indican incipientes crestas de olas mal definidas (figura 3 y cuadro 1).

La velocidad promedio estimada para el tren de oleaje fue de 6,21 cm/s (cuadro 1), lo que coincide con lo reportado por Nuñez *et al.* (2018), quienes estiman, para playa Caimanes en el litoral central, 8,5 cm/s. Por su Méndez (2007), refirió que “*a lo largo de las costas de Venezuela, se encuentran velocidades parte de aproximadamente 9 cm/s*” (p.219).

De acuerdo con Borges (2008), las condiciones del oleaje que presenta este sector, está generado por los islotes característicos de la morfología del parque nacional Mochima que resguardan toda la costa, aunado a la Península de Araya, ubicada al noreste, que cubre el resto del sector. En efecto, estas geoformas inciden en las condiciones morfodinámicas al constituirse en obstáculos para el tren de olas, por lo que repercuten en un bajo oleaje.

El número Deam estimado (1,11 de promedio), permite afirmar que la playa presentó un perfil intermedio, sin variaciones en los momentos de observación; lo que supone que el área del rompiente está más o menos alejada de la orilla, pero sin entrar en alta mar.



FIGURA 3
Fotografía de la Ensenada Garrapata.

Nótese: (A) en la parte superior de la imagen, una vista desde el mar hacia la escotadura captada en mayo de 2015, en primer plano se evidencian las líneas irregulares en la superficie del cuerpo de agua, éstas corresponden a pequeñas rizaduras. (B) en la parte inferior, una vista desde la ensenada capturada en mayo de 2016, al fondo se observa la isla Garrapata. (C) en ambas fotografías se observa un mar en calma con poco oleaje. Los afloramientos de areniscas cuarcíticas altamente meteorizadas, sobre la cual se desarrolla un bosque xerófilo constituido por cujíes, cardones y cactus.

Fuente: Archivo fotográfico del proyecto

CUADRO 1
Morfodinámica de la ensenada Garrapata

Punto de Muestreo	Altura Promedio de la ola (cm)	Velocidad promedio (cm/s)	Numero Deam (Ω)
1	13,33	5,31	1,19
2	12,67	5,84	1,00
3	11,33	6,98	1,08
4	12,00	5,91	1,09
5	12,33	6,57	1,19
6	12,08	6,37	1,10
7	11,94	6,68	1,16
8	12,09	6,00	1,07
Promedio	12,22	6,21	1,11

Fuente: elaboración propia

Ahora bien, se reconoce, tal como refiere Vidal *et al.* (1995), que este estado del perfil morfodinámico, presentan morfologías muy complejas. En general, las playas intermedias pudiesen presentar diferentes estadios, en función de las condiciones del oleaje. No obstante, como ya se advirtió, tales condiciones en este sector suelen ser bajas, como consecuencia de la presencia de obstáculos como acantilados e islotes que intervienen y mitigan su potencial, favoreciendo una lenta variabilidad.

Características sedimentológicas del depósito de playa

Caracterización física de los sedimentos

En el cuadro 2 se muestran los valores correspondientes a la tendencia central, obteniéndose para la berma un diámetro promedio de $1,17\varnothing$ mientras que para el vaivén de $0,75\varnothing$, correspondiendo en ambos sectores al diámetro de las arenas gruesas.

CUADRO 2
Estimación del tamaño promedio del grano para las posiciones de berma y vaivén en la ensenada Garrapata

Muestra Nº	BERMA		VAIVÉN	
	Mz(\varnothing)	Tamaño del grano	Mz (\varnothing)	Tamaño del grano
1	0,78	arena gruesa	0,85	arena gruesa
2	1,22	arena gruesa	0,60	arena gruesa
3	1,21	arena gruesa	0,83	arena gruesa
4	1,30	arena media	0,80	arena gruesa
5	1,77	arena media	0,97	arena gruesa
6	2,03	arena media	0,50	arena gruesa
7	1,65	arena media	1,45	arena media
8	1,71	arena media	1,45	arena media
Promedio	1,17	arena gruesa	0,75	arena gruesa

Fuente: elaboración propia



En cuanto a la selección o dispersión, se presentan en el cuadro 3 los resultados obtenidos para cada punto del muestreo, con valores promedios de $0,41\varnothing$ para la berma y $0,38\varnothing$ para el vaivén, lo que evidencia que los sedimentos están bien seleccionados.

Esto posiblemente debido a que la fuente de origen del material está muy próxima a la zona de deposición; aunado a que el oleaje, como principal agente incidente, erosiona las rocas aflorantes en isla Garrapata, depositando los clastos hacia la berma y el vaivén, con un potencial mínimo de desgaste de los granos, lo que mantiene para ambas posiciones topográficas una tendencia hacia las arenas gruesas (Torrijo y Cortés, 2007).

CUADRO 3
Estimación del coeficiente de selección de los granos para
las posiciones de berma y vaivén en la ensenada Garrapata.

Muestra Nº	BERMA		VAIVÉN	
	I	Selección	I	Selección
1	0,50	Bien	0,32	Muy Bien
2	0,50	Bien	0,26	Muy Bien
3	0,50	Bien	0,50	Bien
4	0,50	Bien	0,45	Bien
5	0,49	Bien	0,70	Moderada
6	0,50	Bien	0,45	Bien
7	0,43	Bien	0,33	Bien
8	0,37	Bien	0,39	Bien
Promedio	0,47	Bien	0,42	Bien

Fuente: elaboración propia

En efecto, tal tendencia en la distribución de los clastos, revela la proximidad de la fuente de origen, así como el poco recorrido del material hasta el área de acumulación, lo que ha contribuido al poco desgaste y a la consecuente reducción del tamaño de las partículas.

La asimetría estimada (cuadro 4) para ambos sectores del perfil de playa indica que la fracción gruesa sobrepasa a la fina.

El coeficiente de kurtosis (cuadro 5), evidencia una distribución leptocúrtica, lo que permite afirmar que las partículas están mejor seleccionadas en el centro que en los extremos de la distribución granulométrica.

CUADRO 4

Índices de asimetría analizada según la escala verbal propuesta por Boggs (2009) para las posiciones de berma y vaivén en la ensenada Garrapata.

Muestra Nº	BERMA		VAIVÉN	
	SK	Asimetría	SK	Asimetría
1(E)	-0,250	Gruesa	-0,150	Gruesa
2	-1,587	Fuertemente gruesa	-0,120	Gruesa
3	-0,150	Gruesa	-0,150	Gruesa
4	-0,103	Gruesa	-0,250	Gruesa
5	-0,102	Gruesa	-0,200	Gruesa
6	-0,150	Gruesa	-0,103	Gruesa
7	-0,120	Gruesa	-0,150	Gruesa
8(O)	-0,150	Gruesa	-0,150	Gruesa
Promedio	-0,326	Gruesa	-0,159	Gruesa

Fuente: elaboración propia

CUADRO 5

Índices de kurtosis estimado para la distribución de sedimentos por posiciones de berma y vaivén en la ensenada Garrapata.

Muestra Nº	BERMA		VAIVÉN	
	K	Kurtosis	K	Kurtosis
1(E)	0,871	Leptocúrtica	0,956	Leptocúrtica
2	0,919	Leptocúrtica	2,732	Leptocúrtica
3	1,210	Leptocúrtica	0,516	Leptocúrtica
4	1,482	Leptocúrtica	0,980	Leptocúrtica
5	1,186	Leptocúrtica	1,557	Leptocúrtica
6	0,537	Leptocúrtica	0,761	Leptocúrtica
7	1,229	Leptocúrtica	0,819	Leptocúrtica
8(O)	1,275	Leptocúrtica	1,043	Leptocúrtica
Promedio	1,088	Leptocúrtica	1,170	Leptocúrtica

Fuente: elaboración propia

En relación con el color predominante en los sedimentos, se identificaron las tonalidades amarillo rojizo y rojo amarillento (cuadro 6). Estos colores indican la meteorización de las partículas y, probablemente, la ausencia o poco contenido de carbonatos de origen marino en el depósito (Jaramillo, 2002). También advierte la posible vinculación del material con los afloramientos rocosos presente en el lugar que, como ya se refirió, están constituidos por areniscas cuarcíticas de grano medio a grueso, rojizo blanquecino, intercaladas con lutitas vari-coloreadas (figuras 4, 5 y 6 y cuadro 6).



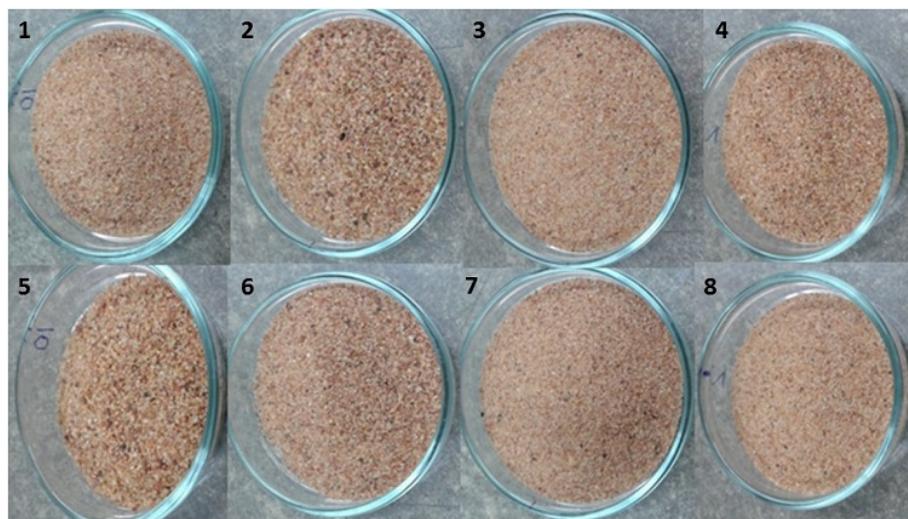


FIGURA 4
Color de los sedimentos de la berma.

Fuente: Archivo fotográfico del proyecto

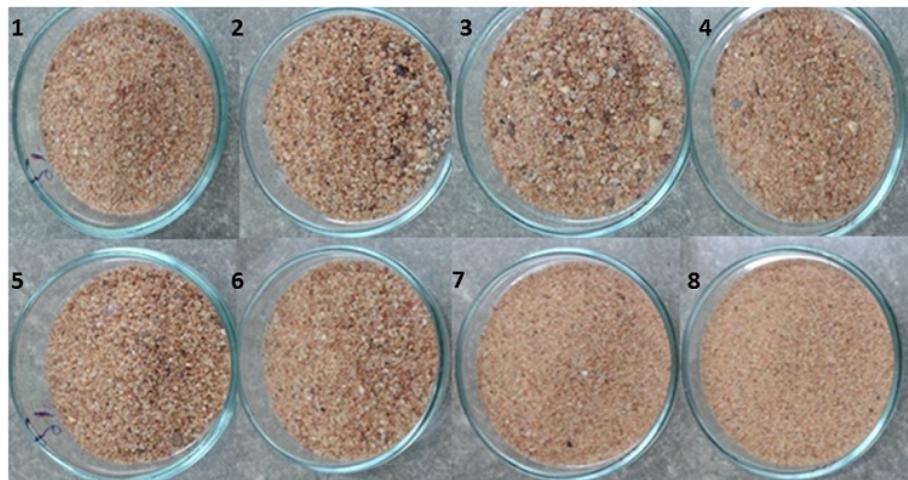


FIGURA 5
Color de los sedimentos del vaivén.

Fuente: Archivo fotográfico del proyecto



FIGURA 6
Afloramientos de arenisca cuarzosa en la ensenada Garrapata.

Nótese las rocas aflorantes de color rojizo, correspondientes a las areniscas cuarzosas de los miembros Picuda-Taguarumo de la Formación Barranquín.

Fuente: Archivo fotográfico del proyecto

CUADRO 6
Color de los sedimentos del área de estudio.

Muestra N°	BERMA	VAIVÉN
	Color	Color
1(E)	amarillo rojizo	rojo amarillento
2	amarillo rojizo	rojo amarillento
3	rojo amarillento	rojo amarillento
4	rojo amarillento	rojo amarillento
5	amarillo rojizo	rojo amarillento
6	amarillo rojizo	rojo amarillento
7	amarillo rojizo	amarillo rojizo
8(O)	amarillo rojizo	amarillo rojizo
Dominancia	amarillo rojizo	rojo amarillento

Fuente: elaboración propia

El análisis de la redondez del cuarzo, presente en las muestras de sedimento del área de la berma, evidencia que las partículas con mayor predominancia son las sub-angulares (39,50%), seguido por partículas con formas sub-redondeadas (36%), luego las angulosas (19,50%) y, por último, las redondeadas (5%). Mientras que, para el área del vaivén, si bien los clastos presentan en sus aristas una mayor predominancia de bordes sub-angulares (38%), la segunda fracción más importante la constituyen los cuarzos con bordes angulosos (35%), seguido por los subredondeados (24,5%) (figuras 7, 8 y cuadro 7). Esto permite inferir que, si bien para ambos sectores del perfil de playa, los granos subangulares evidencian la ligera modificación de los clastos, asociada a la acción del transporte, este no ha sido suficiente contundente como para desgastar por completo sus aristas.

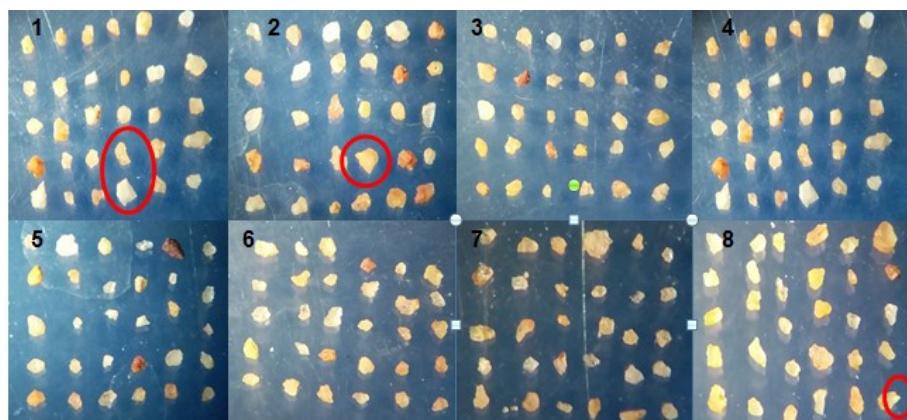


FIGURA 7

Micrografía (zoom 5%) de los cuarzos recolectados en la berma del depósito de la ensenada La Garrapata.
Nótese a modo de ejemplo las aristas subangulares señaladas en las imágenes N° 1, 2 y 8.

Fuente: Archivo fotográfico del proyecto

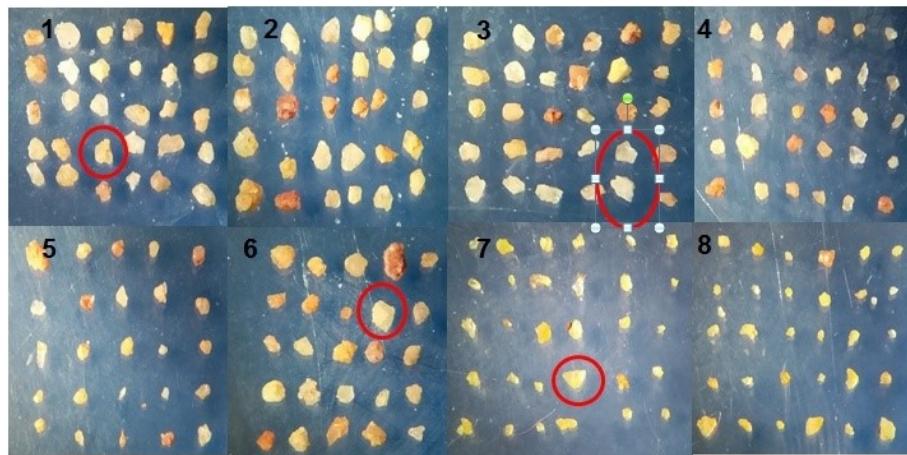


FIGURA 8

Micrografía (zoom 5%) de los cuarzos recolectados en el vaivén del depósito de la ensenada La Garrapata.

Nótese, a modo de ejemplo, las aristas subangulares señaladas en las imágenes N° 1, 3, 6 y 7.

Fuente: Archivo fotográfico del proyecto

CUADRO 7
Distribución porcentual de la redondez de los granos
de cuarzo por posición topográfica del perfil de playa.

Posición topográfica	Punto de muestreo	Anguloso (%)	Sub-anguloso (%)	Sub-redondeado (%)	Redondeado (%)
Berma	1 (E)	24	40	36	0
	2	24	24	40	12
	3	12	40	40	8
	4	24	40	36	0
	5	16	36	40	8
	6	24	44	32	0
	7	12	48	32	8
	8 (O)	20	44	32	4
Promedios		19,5	39,5	36	5
Vaivén	1 (E)	24	28	48	0
	2	12	32	48	8
	3	32	32	36	0
	4	24	44	32	0
	5	28	48	24	0
	6	20	60	16	4
	7	28	24	40	8
	8 (O)	28	36	36	0
Promedios		24,5	38	35	2,5

Fuente: elaboración propia

Adicional a lo anterior, se asume que la dominancia en el vaivén de los granos angulares sobre los subredondeados, posiblemente, se deba a las características del área del perfil de playa; ya que esta recibe, de manera directa, el aporte de partículas provenientes de la meteorización de las rocas aflorantes en los acantilados, las cuales son depositadas bien sea por acción de la gravedad, por el transporte litoral desde los afloramientos en isla Garrapata o, incluso, por el desagüe fluvial en períodos de precipitación. En efecto, tal como plantea Corbi y Martínez (2015), durante el transporte, las partículas se golpean entre sí y golpean el

sustrato, como consecuencia, se van retrabajando morfológicamente, perdiendo la arista y rebajando la forma. De este modo, unos sedimentos pocos transportados poseerán granos angulosos y poco esféricos.

Caracterización química de los sedimentos

El análisis de digestión de carbonatos permitió evidenciar que las muestras de la berma están constituidas en un promedio de 4,9% de bioclástos y 95,1% de partículas terrígenas sin diferenciar. Mientras que las del vaivén presentan un promedio de 3,6% de fragmentos calcáreos y 96,4% de origen terrígeno (cuadro 8).

CUADRO 8
Distribución porcentual de bioclástos y clastos sin diferenciar en los sedimentos de la ensenada Garrapata.

Punto de Muestreo	Berma		Vaivén	
	(%) de bioclástos	(%) clastos (sin diferenciar)	(%) de bioclástos	(%) clastos (sin diferenciar)
1(E)	3,8	96,2	2,0	98,0
2	0,4	99,6	0,2	99,8
3	3,2	96,8	0,6	99,4
4	2,2	97,8	2,6	97,4
5	2,6	97,4	14,8	85,2
6	13,0	87,0	0,4	99,6
7	4,8	95,2	4,0	96,0
8(O)	9,6	90,4	4,0	96,0
Promedio	4,9	95,1	3,6	96,4

Fuente: elaboración propia

Esta distribución permite afirmar que la mayoría de los sedimentos presentes en la ensenada Garrapata, no corresponden a fragmentos de origen bioclástico como ocurre con otros depósitos en la Bahía de Mochima, tales como: Las Maritas (Núñez, 2011), Cautaro (Núñez y Hernández, 2013) y Cautarito y Manare (Núñez y Hernández, 2016).

Sin embargo, este reducido aporte de fragmentos cárnicos, constituye un indicador de la limitada acción del oleaje en el este sector costero, ya que se asume que estos provienen de los bancos arrecifales que se desarrollan en la bahía, y que son transportados por el oleaje incidente hasta su posición actual.

El alto contenido de partículas terrígenas está asociado a la litología aflorante, tal como lo refiere Méndez Baamonde (2007), quien reseñó que en la mayor parte de las playas de fondo de bahía, ubicadas en el oriente venezolano, predominan los sedimentos terrígenos aportados por el drenaje superficial en el sector.

En este sentido, se infiere que el aporte de material ocurre, fundamentalmente, durante el período de julio-septiembre, cuando el incremento de las precipitaciones activa la escorrentía superficial en el sector y, por ende, favorece el transporte pendiente abajo por parte del regolito disponible, como consecuencia de la intensa meteorización de la arenisca aflorante en la parte topográfica más elevada.

El análisis de pH reveló que los sedimentos presentan una tendencia hacia la débil alcalinidad, ya que los valores promedio estimados, indican un potencia de 7,86 para la berma y 7,97 para el vaivén (cuadro 9).

CUADRO 9
pH de las muestras colectadas en la ensenada Garrapata.

Punto de Muestreo	Berma		Vaivén	
	pH	Escala Cualitativa	pH	Escala Cualitativa
1(E)	7,24	Débilmente Alcalino	7,98	Débilmente Alcalino
2	7,13	Débilmente Alcalino	7,86	Débilmente Alcalino
3	7,79	Débilmente Alcalino	8,00	Débilmente Alcalino
4	7,98	Débilmente Alcalino	7,73	Débilmente Alcalino
5	7,95	Débilmente Alcalino	8,04	Alcalino
6	8,06	Alcalino	7,86	Débilmente Alcalino
7	8,21	Alcalino	7,96	Débilmente Alcalino
8(O)	8,03	Alcalino	8,34	Alcalino
Promedio	7,86	Débilmente Alcalino	7,97	Débilmente Alcalino

Fuente: elaboración propia

Esta condición es típica de ambientes litorales, ya que está circunscrito a un medio con presencia de CaCO_3 y otras sales; por lo que el ascenso de la lámina de agua subterránea hacia la superficie, lleva consigo sales en solución, las cuales son depositadas en la superficie cuando el nivel del agua desciende o se evapora de esta (Casanova, 2005).

Esto permite afirmar que el material contiene una fracción muy reducida o nula de carbonatos de metales alcalino-térreos, siendo la fracción más importante de carbonatos las de origen marino, la cual resulta reducida en contraposición con el predominio de partículas terrígenas provenientes de las areniscas cuarzosas que afloran en el sector, siendo el cuarzo uno de los principales minerales que la constituyen; además, no genera ninguna capacidad de intercambio catiónico ni libera base alguna.

En relación al potencial REDOX, los resultados arrojaron valores negativos pero bajos para todas las muestras (cuadro 10), lo que permite inferir que los sedimentos se encuentran de manera estacional en condiciones de anoxia; es decir, que durante ciertos períodos se reduce la presencia de oxígeno, posiblemente generado no solo por percolación horizontal y posterior ascenso de la lámina de agua que subyace al depósito, sino incluso por el ascenso de la marea en esta localidad topográficamente baja.

CUADRO 10
Potencial REDOX en las muestras colectadas en la ensenada Garrapata.

Punto de Muestreo	Berma		Vaivén	
	REDOX	Escala Cualitativa	REDOX	Escala Cualitativa
1(E)	-41,2	Reducción	-83,8	Reducción
2	-33,5	Reducción	-42,3	Reducción
3	-72,4	Reducción	-85,3	Reducción
4	-83,9	Reducción	-69,4	Reducción
5	-81,7	Reducción	-86,3	Reducción
6	-88,1	Reducción	-76,6	Reducción
7	-97,9	Reducción	-82,2	Reducción
8(O)	-87,2	Reducción	105,9	Reducción
Promedio	-73,3	Reducción	-78,9	Reducción

Fuente: elaboración propia



Esto evidencia que durante el ascenso de la lámina de agua marina hacia la superficie, es posible que ocurra el aporte de sales que favorezcan los valores ligeramente alcalinos de pH; pero, además, permite afirmar que la periódica oscilación de las aguas marinas, mantiene en estado de reducción los minerales terrígenos provenientes del material aflorante.

CONCLUSIONES

El depósito de playa ubicado en la ensenada Garrapata, al este de la Península de Manare, clasifica como una playa de bolsillo, cuyos acantilados que limitan la escotadura, se encuentran abruptamente con el mar.

El depósito está constituido por sedimentos de la talla de las arenas gruesas bien seleccionadas, de color rojo amarillento y amarillo rojizo, lo que permite afirmar que este material tiene una fuente de origen cuya litología, altamente meteorizada, presenta condiciones granulométricas más o menos homogéneas y próximas en distancia al depósito.

La asimetría fue, en promedio, negativa para una predominancia de arena gruesa sobre la fina, y la kurtosis se estimó como leptocúrtica, lo que permite ratificar que en la distribución de las partículas, la fracción gruesa sobrepasa a la fina, siendo mejor seleccionadas hacia la talla promedio.

El pH y REDOX indican que el depósito presenta una reducida a nula fracción de carbonatos alcalinos-terrestres y que, posiblemente, la ligera basicidad del material está asociada al ascenso hacia la superficie de la lámina de agua marina con la consecuente intrusión salina, así como por la acción de las mareas, lo que aporta sales en la superficie.

En general, el depósito presenta un bajo contenido de fragmentos bioclásticos, cuyo aporte está asociado a la capacidad de erosión del oleaje sobre los banco arrecifales en mar abierto; lo cual se minimiza por los procesos de difracción y refracción al reducirse la profundidad del fondo marino, así como, ante la presencia de obstáculos como los acantilados e islas rocosas al interior de la bahía, propiciando que se produzca hacia este sector, marejadillas capaces de depositar hacia el fondo de la escotadura parte del material bioclástico.

El predominio de partículas terrígenas revela que los sedimentos que constituyen el depósito, guardan correspondencia con las areniscas cuarzosas rojizas de los miembros Picuda y Taguarumo de la Formación Barranquín que afloran en el área, de allí el color de los sedimentos.

La angulosidad de los cuarzos evidencia que el recorrido de las partículas, desde la roca aflorante hasta el área de depositación, no ha sido suficiente como para desgastar las aristas, prevaleciendo los granos con bordes subangulares; lo que ratifica que la mayor fracción del material que constituye el depósito, proviene de los acantilados que enmarcan la ensenada, así como los aportes que se generan producto de la acción del oleaje desde isla Garrapata.

REFERENCIAS

- Andressen, R. (2007). Circulación atmosférica y tipos de clima. En: *GeoVenezuela*, Tomo II: Medios Físicos y recursos ambientales. Caracas: Fundación Empresas Polar, 238-329 pp.
- Boggs, S. (2009). *Petrology of sedimentary rocks*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Borges, H. (2008). *Aprovechamiento de energía aportada por el oleaje cotidiano marítimo para la generación de energía Eléctrica*. Trabajo Especial de Grado [Trabajo de grado línea]. Disponible: <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/11219/1/Trabajo%20Especial%20de%20Grado.pdf> (Consultado: 15 de diciembre de 2018).
- Casanova, E. (2005). *Introducción a la ciencia del suelo*. Caracas: UCV.
- Corbí, H. y Martínez, J. (2015). Interpretando ambientes sedimentarios: taller de sedimentología con arenas como actividad didáctica de Ciencias de la Tierra. En: *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 23(2). [En línea]. Disponible en: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/54239> (Consultado: 12 de diciembre de 2008).

- Córdova, L. y Torres, R. (2012). Procesos morfológicos en playas del litoral costero de Venezuela. *Ingeniería hidráulica y ambiental* [Revista en línea], XXXIII (3). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v33n3/riha09312.pdf> (Consultado: 11 de noviembre de 2006).
- Davidson-Amott, R. (2010). *An introduction to coastal processes and geomorphology*. [En línea]. Cambridge: Cambridge University Press. Disponible en: <https://bit.ly/2Tw2Kp6> (Consultado: 11 de noviembre de 2016).
- Dean, R. (1991). Equilibrium beach profiles: characteristics and applications. *Journal of Coastal Research*. [Revista en línea]. Disponible en : <http://journals.fcla.edu/jcr/article/view/78405/75816>. (1): 53-84. (Consultado: 11 de noviembre de 2016).
- Declaración del Parque Nacional Mochima (Decreto Nº 1543). *Gaceta Oficial de la República de Venezuela*, 30.285, (Diciembre 20, 1973).
- Eliot, M. (2016). *Coastal sediments, beaches and other soft shores. Coast Adapt Information Manual 8*, [En línea]. Australian Government: National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast. Disponible en: https://www.nccarf.edu.au/sites/default/files/tool_downloads/IM_8_coastal%20sediments_uploaded.pdf. (Consultado: 15 de febrero de 2018).
- Foghin, S. (2002) *Tiempo y clima en Venezuela: aproximación a una geografía climática del territorio Venezolano*. Miranda: UPEL-IPMJMSM.
- Gutiérrez, M. (2008). *Geomorfología*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Ibarra, A. y Belmonte, F. (2017). *Comprendiendo el litoral: Dinámica y procesos* [En línea]. Murcia: Universidad de Murcia. Disponible en: <https://www.age-geografia.es/site/wp-content/uploads/2017/2/IbarraBelmonte.pdf> (Consultado: 23 de julio de 2018).
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Jiménez, C. y Ávila, E. (2010) Morfodinámica del perfil de playa con sedimentos carbonatados en la península de Yucatán. *Ciencias Marinas*. (35). 307-319.
- Köster, E. y Leser, H. (1976). *Trabajos Prácticos de Geomorfología*. Valencia: Editorial.
- Longwell, C. y Flint, R. (1974). *Geología Física*. México: Limusa.
- Lara, S., Suárez, C. y Marcucci, E. (1997.) *Atlas Morfodinámico Costero de Venezuela*. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Ley Orgánica de Espacios Acuáticos (2014, noviembre 17). *Gaceta oficial* Nº 6.153 (Extraordinario).
- Ley de Zonas Costeras (2001, noviembre 07). *Gaceta Oficial* Nº 37.319.
- Lugo, J. (2011). *Diccionario Geomorfológico*. Distrito Federal – México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Maloney, N. (1965). Geomorfología de la Costa Central de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanográfico de la Universidad de Oriente*, 4. páginas
- Medina, R., Losada, I., Losada, M. y Vidal, C. (1995). Variabilidad de los perfiles de playa: forma y distribución granulométrica. *Revista Ingeniería del Agua*, 2. [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/41782143.pdf> (Consultado: 05 de octubre de 2018).
- Méndez, J. (2006). *Petrología*. PDVSA. Caracas: Facultad de Ciencias de la Tierra, UCV.
- Méndez, J. (2007). Costas, litorales del Caribe y del Atlántico, islas y archipiélagos. Las profundidades marinas. En: *GeoVenezuela*, Tomo II: Medios Físicos y recursos ambientales. Caracas: Fundación Empresas Polar. (184-237).
- Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología (1980). *Mapa Geológico de Santa Fe, estado Sucre*. Escala 1:50.000.
- Nicolau, S. y Prieto, M. (1996). Análisis y causas del retroceso de la Línea de costa del arenal de Sa Rápita (Mallorca). *Memoria de la IV Reunión de Geomorfología* [En línea]. Disponible en: <https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/6250/CA-21-68.pdf?sequence=1>. (Consultado: 05 de octubre de 2018).
- Núñez, F. (2011). Caracterización geomorfológica de la ensenada Las Maritas, sector nororiental de la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Revista de Investigación*. (74) 35.

- Núñez, F., Calderón, R., Yépez, G. y Grimán, J. (2018). Dinámica morfosedimentaria de playa Caimanes, estado Miranda, Venezuela. *Tiempo y Espacio*. 70 (XXXVI). 287-306. [En línea]. Disponible en: http://revistas.upel.edu.ve/index.php/tiempo_y_espacio/article/view/7813/4498. (Consultado: 03 de octubre de 2019).
- Núñez, F. y Hernández, M. (2013). Reconocimiento sedimentológico de la ensenada de Cautaro, sector nororiental de la bahía de Mochima, estado Sucre-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*. 54(2) 259-272.
- Núñez, F. y Hernández, M. (2016). Aportes para el conocimiento del Parque Nacional Mochima: Estudio Sedimentológico Preliminar de las ensenadas Cautarito y Manare. *Revista Observador del Conocimiento*. 3 (2). 9-14.
- Ovalles, F. (2003). *El Color del Suelo: definiciones e interpretación*. [En línea]. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm. (Consultado: 05 de octubre 2018).
- Plant, N., Ruessink, B. y Wijnberg, K. (2001). Morphologic properties derived from a simple cross-shore sediment transport model. *Journal of geophysical research* [En línea], 106. Disponible: http://falk.ucsd.edu/reading/Plant_etal2001.pdf (Consultado: 19 de marzo de 2015).
- Roa, P. y Berthois, L. (1975) *Manual de sedimentología*. Caracas: Sorocaima.
- Strahler, A. (1981). *Geografía Física*. Barcelona- España: Omega.
- Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2008). *Ciencias de la Tierra una introducción a la geología física*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Tovar, L. y Álvarez, S. (2005). *Manual de prácticas de oceanografía física y química*. [En línea] Disponible: <http://biblio.uabcs.mx/tesis/te1634.pdf> (Consultado: 10 de marzo de 2017).
- Torrijo, F. y Cortés, R. (2007). *Los suelos y las rocas en ingeniería geológica: herramientas de estudio*. Valencia-España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Trenhaile, A. (1997). *Coastal dynamics and landforms*. Oxford: Clarendon Press.
- Usda (1999). *Guía para la evaluación y calidad del suelo*. Ciudad: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
- Vidal, C., Losada, M., Medina, R. y Losada, I. (1995). Modelos de morfodinámica de playas. *Revista Ingeniería del Agua*, (2) 55-74.