

Análisis morfosedimentario de la Ensenada Mangle Quemao, sector noroccidental de la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela

Morphosedimentary analysis of Ensenada Mangle Quemao, northwestern sector of the Mochima Bay, Sucre state, Venezuela

Análise morfossimilar da Ensenada Mangle Quemao, setor noroeste da Baía de Mochima, estado de Sucre, Venezuela

Franklin Núñez Ravelo

franklingeove@hotmail.com

Rossany Calderón Castellanos

marietcalderon19@gmail.com

María Ugas Pérez

mariaeleneaugas_88@hotmail.com

Génesis Yépez Hera

genesis.hera@hotmail.com

Universidad Pedagógica Experimental Libertador Instituto Pedagógico de Caracas. Departamento de Geografía e Historia- Cátedra de Geografía Física. Centro de Investigaciones Estudio del Medio Físico Venezolano. Línea: Estudios Geomorfológicos de Venezuela

Artículo recibido en enero y publicado en septiembre 2019

RESUMEN

El propósito fue determinar la dinámica morfosedimentaria del depósito de playa ubicado en Mangle Quemao. Se desarrollaron tres fases de investigación: (1) Campo: para recolectar 16 muestras de sedimentos superficiales en la berma y vaivén, y registrar las variables morfodinámicas; (2) Laboratorio: se determinaron las características físicas y químicas de los sedimentos, y (3) Oficina: procesamiento estadístico. Morfodinámicamente se caracterizan por presentar olas con altura de 33,82 cm y velocidad de 5,02 cm/s, favoreciendo la acumulación de partículas de la talla de las arenas medias, de color amarillo rojizo, con cuarzos de aristas sub-angulosas a sub-redondeadas, moderadamente seleccionadas y leptocúrticas. Mineralógicamente contiene 90,52% de clastos terrígenos y 9,48% de bioclásticos. Se infiere que la fuente de origen del material se encuentra en las rocas siliciclásticas que afloran en los acantilados expuestos a ambos límites de la ensenada, con aporte minoritario de CaCO₃ transportados hacia la zona por la acción del oleaje.

Palabras clave: Geomorfología; morfodinámica; sedimentología; playa; Mochima

ABSTRACT

The purpose was to determine the morphosedimentary dynamics features of the beach deposit located in Mangle Quemao. In this sense, three research phases were developed: (1) Field: to collect 16 samples of superficial sediments in the berm and beachface, and to record the morphodynamic variables; (2) Laboratory: the physical and chemical characteristics of the sediments were determined, and (3) Office: statistical processing. Morphodynamically they are characterized by waves with height of 33.82 cm and velocity of 5.02 cm/s, favoring the accumulation of particles of the size of the medium sands, of a reddish yellow color, with quartz with sub-angled edges to sub-rounded, moderately selected and leptocurtic. Mineralogically it contains 90.52% of terrigenous clasts and 9.48% of bioclásticos. It is inferred that the source of origin of the material is in the siliciclastic rocks that appear in the cliffs exposed to both limits of the teaching, with minor contribution of CaCO₃ transported to the area by the action of the swell.

Key words: Geomorphology; morphodynamics; sedimentology; beach; Mochima

RESUMO

O objetivo foi determinar a dinâmica morfossintética do depósito de praia localizado em Mangle Quemao. Três fases de pesquisa foram desenvolvidas: (1) Campo: coletar 16 amostras de sedimentos superficiais em La Berma e Vaivén, e registrar as variáveis morfodinâmicas; (2) Laboratório: as características físicas e químicas dos sedimentos foram determinadas e (3) Escritório: processamento estatístico. Morfodinamicamente são caracterizados por ondas de 33,82 cm e altura de 5,02 centímetros Velocidade/s, que favorece a acumulação de partículas de areia de tamanho médio, arestas amarelo avermelhado, com quartzos sub-angular para sub - arredondado, moderadamente selecionado e leptocúrtico. Mineralogicamente contém 90,52% de clastos terrígenos e 9,48% de bioclastos. Infere-se que a fonte do material é em rochas sedimentares do arribas expostos a ambos os limites ensina, com uma contribuição menor de CaCO₃ transportado para a zona por acção das ondas.

Palavras-chave: Geomorfologia; morfodinâmica; sedimentologia; praia; Mochima

INTRODUCCIÓN

Los estudios geomorfológicos han evolucionado en el tiempo, debido a los grandes aportes de la ciencia y el reconocimiento de las condiciones, agentes y procesos que configuran el paisaje. En la Edad Antigua, la explicación de la formación de los relieves, se sustentaba en un conocimiento místico de los fenómenos naturales, debido a que

estos eran abordados fundamentalmente, por su aparente relación con la existencia de dioses como Zeus, Poseidón, Plutón, entre otros (Holmes, citado por Gutiérrez, 2008).

Así, el archipiélago de las Eolias ubicado en el Mar Tirreno en la costa Noreste de Sicilia en Italia, pese a que hoy se reconoce su origen volcánico, sigue siendo recordado su mítico origen atribuido al Dios griego Eolos, con la finalidad de establecer su morada. Relato similar existe en relación con la formación del archipiélago nipón, cuyo origen se atribuye a la pareja de Dioses Izanagi e Izanami, luego de la creación del cielo y la tierra.

Entrada la Edad Media, algunos filósofos, entre los que destaca por sus aportes, Thales de Mileto (624-565 a.C) rompe este paradigma y ve a los fenómenos como hechos normales de la naturaleza (Gutiérrez, 2008). En efecto, basado en sus observaciones, Mileto afirmó que estos cuerpos hídricos, en especial los manantiales, eran alimentados por las aguas del océano, las cuales se introducían en las entrañas de la tierra, y, bajo la acción de las presiones de las rocas, ascendían (Martínez Gil, 1972). Si bien, este tipo de planteamiento pone en evidencia el desconocimiento que para la época existía en relación con el ciclo hidrológico, reconoció la capacidad de circulación del agua de los océanos y mares, así como da los primeros pasos para el estudio de su potencialidad erosiva.

Durante la Edad Moderna y Contemporánea, específicamente durante los siglos XVI y XIX, se originan ciertos avances desde el punto de vista hidrológico, gracias al aporte de ingenieros franceses como: Perrault, De Chezy, Surréll, Guethard, Desmarest, entre otros, quienes contribuyeron a dilucidar el comportamiento del agua, y consolidaron el modelo del ciclo hidrológico. No obstante, para estos siglos se mantiene una visión catastrófica de los fenómenos naturales y la ocurrencia de desastres, que estuvo amparada por el pensamiento cristiano.

Esta postura fue fuertemente cuestionada por las ideas uniformistas que cobraron fuerza a finales del siglo XVIII, y cuyos principales exponentes los encontramos en

Hutton (1726-1797) y Lyell (1791-1875), quienes establecieron las bases de la geomorfología modernas en sus estudios *Teoría de la Tierra* publicado en 1788, y, *principios de la geología* en 1830 (Gutiérrez, ob. cit.).

En el caso específico de la geomorfología litoral, estos aportes fueron orientados a procesos ingenieriles sobre erosión y sedimentación costera (Walker y MacGraw, citado por Gutiérrez, 2008). En este sentido, es válido referir los aportes de Charlie Darwin, quien llevo a cabo una observación de los arrecifes coralinos y presentó importantes aportes sobre el origen de los atolones (Shepard, citado por Gutiérrez, 2008), posteriormente Suess, realizó la primera clasificación tectónica de las costas en: rectas o pacíficas, paralelas a la costa e irregulares con la línea de la costa. Mientras que Morris a finales del siglo XIX, estableció como modelo geomorfológico el ciclo de erosión y poco después, Johnson empleó dicho ciclo para estudiar la evolución de los litorales, lo que le permitió clasificar las costas según el proceso predominante en zonas de emersión e inmersión (Gutiérrez, ob. cit.).

Posteriormente para las década de 1950 y 1960 las investigaciones geomorfológicas presentan un importante avance con la tendencia al estudio de los procesos geomorfológicos (Strahler, 1952), lo cual permitió un vuelco hacia el estudio de los procesos de sedimentación en medios litorales, mientras que la geomorfología histórica continuó sus avances en las variaciones del nivel del mar (Gutiérrez, 2008).

Ahora bien, en el contexto específico de la costa oriental de Venezuela, los aportes a su reconocimiento geomorfológico tiene como uno de sus principales exponentes a Maloney (1965), quien refirió que el tramo costero en dónde se ubica la Península de Manare, Parque Nacional Mochima, se trata de una Costa Ría, constituida por valles fluviales del Pleistoceno, que han sido cubiertos por la elevación del nivel del mar post-pleistoceno, que de acuerdo con los descrito por Von der Osten (citado por Maloney, 1965), es una zona orientada cruzando el eje del pliegue, en vez de estar paralelo con él, cuya inversión topográfica del anticlinal, sugieren que estas ensenadas fueron los ejes de valle, previos a su inundación.

Por su parte, Lara, Suárez y Marcucci (1997), advierten que en la costa oriental de Venezuela, específicamente las playas de fondo de bolsillo ubicadas en las ensenadas de Mochima, están estrechamente relacionadas con la protección que ofrece el relieve y a los aportes sedimentarios que llegan a la zona, transportados por algunos ríos.

Sin embargo, Núñez (2011) y Núñez y Hernández (2013, 2016), han determinado con base en una proporción de poco más del 60% de CaCO_3 en algunas ensenadas como Las Maritas y Cautaro, y de más de 25% de fragmento bioclásticos para Cautarito y Manare, el notable aporte de partículas que es transportada desde los bancos arrecifales, fragmentados y triturados por la acción del oleaje en momentos de perturbación tipo mar de fondo o mar de leva; y distribuidos hacia la zona emergida de los referidos depósitos.

La Ensenada de Mangle Quemao, se localiza en el anticlinal de Mochima, situada geoastronómicamente entre los $10^{\circ} 9' 23''$ y $10^{\circ} 9' 37''$ N y $64^{\circ} 13' 24''$ y $64^{\circ} 13' 39''$ O. (figura 1).

De acuerdo con PDVSA-INTEVEP (1996), geológicamente en el área se reconocen afloramientos sedimentarios del miembro Picuda de la Formación Barranquín del Grupo Sucre, correspondiente al Cretáceo (Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología, 1980), cuya litología está constituida básicamente por una secuencia de paquetes decamétricos de areniscas cuarcíticas, intercaladas con lutitas de colores vivos en menor cantidad, lutitas arenosas (ritmitas); las calizas son raras y de carácter lenticular. Esta se depositó en una costa clástica lineal, la cual migraba lentamente hacia la tierra durante la transgresión marina, esto se puede evidenciar en el espesor del material terrestre, así como la baja concentración de carbonatos que es menor al 10%.

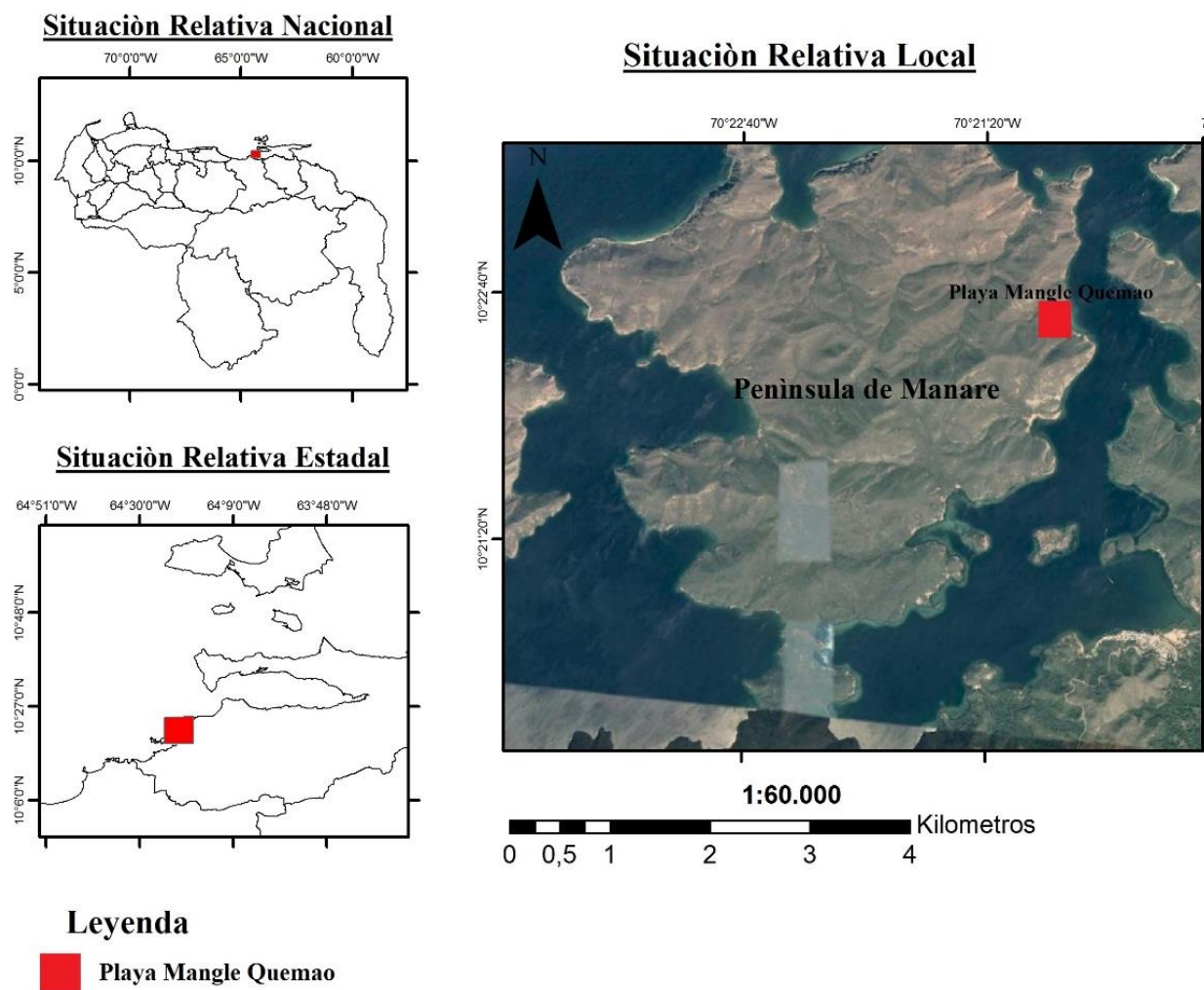


Figura 1. Localización de la Ensenada Mangle Quemao.

En cuanto a sus condiciones climáticas, Foghin (2002) destaca que existe en el área, entre los meses de julio y septiembre un periodo lluvioso y una estación seca que se puede extender hasta ocho meses, con elevadas temperaturas que oscilan entre los 27°C y los 29°C. Siendo esto la consecuencia de que en la zona el patrón de escurrimiento se active solo en el periodo lluvioso, lo que genera la activación de cursos hídricos de tipo intermitente, que en las crecidas transporten material de las áreas montañosas.

De allí que el propósito de la investigación se centre en analizar las condiciones morfosedimentarias del depósito de playa ubicado en Mangle Quemao, a fin de reconocer los agentes y procesos involucrados en la configuración actual de este espacio litoral, de importancia territorial por constituir una de las ensenadas que constituyen el Parque Nacional Mochima.

La investigación es relevante, ya que contribuye con información base para el ordenamiento territorial y uso sustentable del espacio geográfico, en conformidad con 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.

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” (p. 11).

MÉTODO

La investigación se enmarca dentro del paradigma positivista, con un diseño de campo, multivariable y no experimental, donde se ejecutaron tres fases: campo, laboratorio y oficina.

Fase de Campo. Se realizaron dos trabajos de campo en el mes de mayo en los años 2014 y 2015, con la finalidad de recolectar muestras de sedimentos superficiales, en las zonas de la berma y vaivén. Efectuándose en el primero de estos, un muestreo

probabilístico de tipo sistemático, partiendo del reconocimiento de la longitud total de la ensenada, se trazó un transecto longitudinal en la zona de la berma y a partir de ésta se recolectaron muestras de sedimentos cada diez metros.

Con base en la línea anterior, se trazarón transectos perpendiculares con el fin de recolectar sedimentos en la zona del vaivén. Siguiendo este procedimiento se recolectaron un total de 16 muestras: 8 en la zona de la berma y 8 en la de vaivén. Las muestras fueron preservadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio, y rotuladas atendiendo al punto de muestreo.

Adicionalmente, una vez identificado los puntos de muestreos, se procedió en ambos trabajos de campo, a registrar las condiciones de altura, longitud y tiempo del oleaje cada 6 horas.

Fase de Laboratorio. Se realizaron los procesamientos respectivos, a fin reconocer la caracterización física y química que constituyen el depósito de playa Mangle Quemao. En este sentido, se consideraron:

Propiedades Físicas:

- Análisis granulométrico de la arena: con base en el método de tamizado en seco reportado por Koster y Leser (1976), empleándose para tal fin, la tamizadora Sievefester, Modelo SS-15, serial 4921 y 4922 Gison Company, INC. Se tabuló el peso de cada bandeja, considerando el peso de la arena en gramos, la frecuencia acumulada, frecuencia porcentual y porcentaje de frecuencia acumulada.
- Determinación de la angulosidad del cuarzo: con base en el método morfoSCÓPICO, atendiendo al protocolo descrito por Roa y Berthois (1975) y con apoyo de una lupa estereoscópica modelo Leica Zoom 2000.

- Determinación del color: Esta propiedad fue determinada en seco, a partir de 2 gr de arena, los cuales fueron comparados con las placas de colores, de la tabla de Munsell (Ovalles, 2003).

Propiedades Químicas:

- 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.
- Determinación del contenido de Carbonato de Calcio (CaCO_3): A partir del método de digestión de carbonatos o doble pesado, según el protocolo de Twwenhofel y Tyler (1941).
- Conductividad eléctrica: Se empleó el método referido por USDA (1999), con apoyo en el Conductímetro marca Waterproof Ectestr 11+ multiRange, que registra la cantidad de cationes y aniones presentes en la muestra.

Fase de Oficina. Se procedió en esta fase a:

- La construcción de las curvas granulométricas: a partir de los valores obtenidos en el tamizado en seco de las partículas, siguiendo los lineamientos propuestos por Roa y Berthois (1975).
- La estimación de parámetros texturales: donde a partir de una hoja de cálculo se determinó la tendencia central, la asimetría, la selección y la curtosis.

- La 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 del oleaje (Tovar y Álvarez, 2005) así como el número Deam. (Jiménez y Ávila, 2010)

RESULTADOS

Caracterización morfodinámica del oleaje

Las condiciones del oleaje en el sector objeto de investigación, reflejan que en general, presenta una altura promedio de ola de 33,82 centímetros, lo que la clasifica en el grado 1 de mar rizada, de acuerdo con la escala de Douglas, caracterizadas por la formación de algunas líneas que indican incipientes crestas de olas mal definidas (figura 2, cuadro 1).



Figura 2. Fotografía de la Ensenada Mangle Quemao. *Nótese en primer plano las líneas irregulares en la superficie del cuerpo de agua, corresponden a pequeñas rizaduras, típico de un mar en calma con poca corriente. En el centro de la imagen y colonizada por toldos, se encuentra el depósito tipo playa con arenas amarillo-rojizas. Al fondo, los afloramientos de areniscas cuarcíticas altamente meteorizadas, sobre la cual se desarrolla un bosque xerófilo constituido por cujíes, cardones y cactus.*

La velocidad promedio estimada fue de 5,02 cm/s lo que coincide con lo reportado por Méndez (2007), quien señala que en “la mayor parte del Caribe, las velocidades de las corrientes de marea están entre 2 y 4 cm/s. A lo largo de las costas de Venezuela, se encuentran velocidades de aproximadamente 9 cm/s” (p.219) (cuadro 1).

El número Deam, estimado (1,80 de promedio), permite afirmar que la playa presentó un perfil intermedio, sin variaciones en los dos momentos de observación, lo que supone que la zona del rompiente está más o menos alejada de la orilla pero sin entrar en alta mar. Ahora bien, se reconoce que, tal como refiere Vidal *et. al.*(1995), este estado del perfil morfodinámico, presentan morfologías muy complejas. En general las playas intermedias presentan diferentes estados en función de las condiciones del oleaje, la variabilidad total de estas playas es muy elevada.

Cuadro 1. Morfodinámica de la ensenada Mangle Quemao.

Punto de muestreo	Altura Promedio de la Ola (cm)	Velocidad Promedio (cm/s)	Número de Deam (Ω)
1	29,33	4,27	1,56
2	36,67	4,82	1,96
3	35,33	5,22	1,88
4	33,00	5,44	1,76
5	33,58	4,94	1,79
6	34,65	5,11	1,85
7	34,14	5,18	1,82
8	33,84	5,17	1,80
Promedio	33,82	5,02	1,80

Caracterización sedimentológica del depósito

Rasgos físico-mecánicos de los sedimentos

El análisis textural revela que los sedimentos colectados en la zona de berma y vaivén, presentan uniformidad granulométrica, ya que el depósito está constituido

fundamentalmente por partículas del tamaño de las arenas medias en ambas zonas del perfil de playa. En el cuadro 2, se muestra la tendencia central y la selección de los granos por posición en el perfil de playa.

En efecto, en la berma, la tendencia central indica la dominancia de la arena media (\emptyset 1,51), al igual que en la zona de vaivén (\emptyset 1,22), con esto no se niega la presencia de partículas de diferentes tamaños; solo advierte sobre el predominio en la distribución de esta talla.

El coeficiente de selección, indica que no existen variaciones importantes para los dos sectores del perfil de playa, ya que la clasificación del material en ambas zonas coincide tendiendo a ser moderada (cuadro 2).

Cuadro 2. Tendencia Central y Selección de los sedimentos superficiales en la playa Mangle Quemao.

Posición en el perfil de playa	Muestra	distancia (m)	Mz	Tamaño del grano (Krumbein y Pettijohn, 1938)	Promedio	Tamaño Promedio de los granos	I	Selección (Folk, 1974)	Promedio	Selección Promedio
berma	1	0	1,5	Arena media	1,51	Arena media	0,3	Muy Buena	0,53	Moderada
	2	10	1,18	Arena media			0,79	Moderada		
	3	20	1,91	Arena media			0,63	Moderada		
	4	30	1,18	Arena media			0,61	Moderada		
	5	40	1,96	Arena media			0,61	Moderada		
	6	50	1,7	Arena media			0,36	Buena		
	7	60	1,93	Arena media			0,49	Buena		
	8	70	1,08	Arena media			0,47	Buena		
vaivén	1	0	1,33	Arena media	1,22	Arena media	0,41	Buena	0,80	Moderada
	2	10	1,41	Arena media			1,13	Pobre		
	3	20	1,43	Arena media			0,71	Moderada		
	4	30	1,36	Arena media			0,96	Moderada		
	5	40	1,13	Arena media			0,90	Moderada		
	6	50	1,31	Arena media			1,02	Pobre		
	7	60	0,9	Arena gruesa			0,72	Moderada		
	8	70	0,91	Arena gruesa			0,60	Moderada		

En las figuras 3 y 4, correspondientes a las curvas semilogarítmicas granulométricas, se evidencia un comportamiento de líneas alargadas e inclinadas con marcada pendiente y algunos quiebres en la zona central superior que indican una marcada gradación del agregado grueso, típico de depósitos de talla de la arena (Koster y Leser, 1976).

En relación con la asimetría, la distribución de las partículas para la zona de la berma presenta una asimetría positiva, lo que significa que para esta parte del perfil de playa, la cola de la distribución tiende hacia las partículas de grano fino. A diferencia, en la zona del vaivén se presenta cercana a la asimetría, lo que permite asumir que existe el mismo número de distribuciones con signo positivo que con signo negativo (cuadro 3).

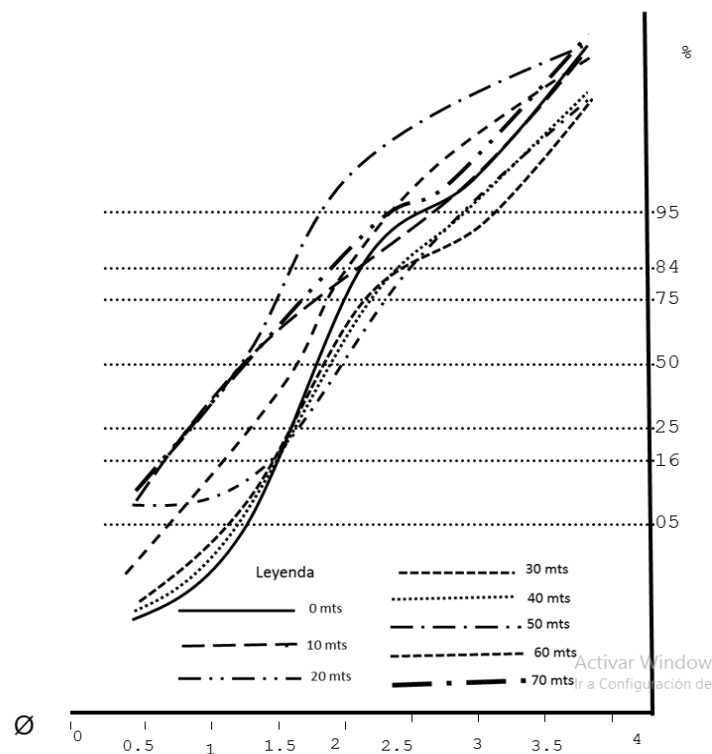


Figura 3. Curvas semilogarítmicas granulométricas correspondientes a las muestras ubicadas a los 0m, 10m, 20m, 30m, 40m, 50m, 60m y 70m en la zona de la berma.

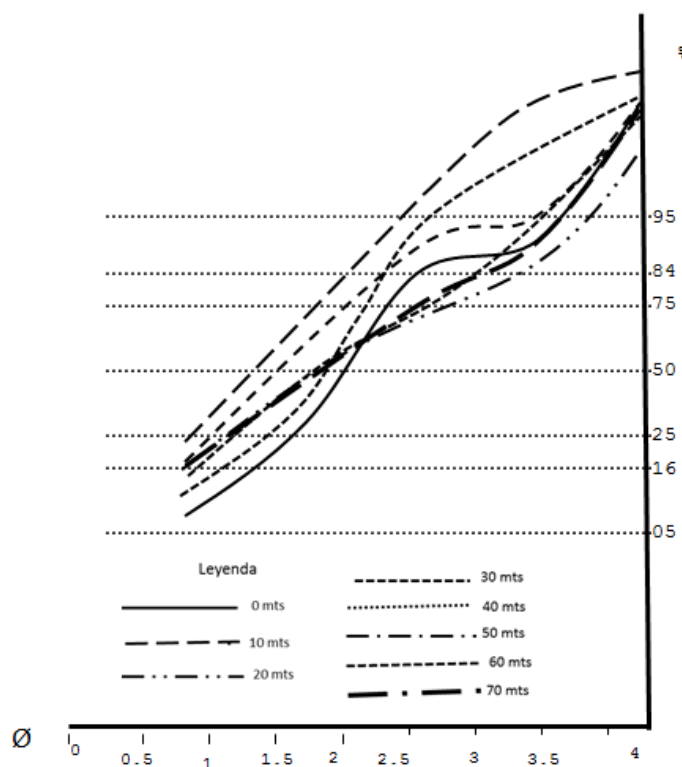


Figura 4. Curvas semilogarítmicas granulométricas correspondientes a las muestras ubicadas a los 0m, 10m, 20m, 30m, 40m, 50m, 60m y 70m en la zona del vaivén.

El coeficiente de Curtósis, clasifica para ambas posiciones del perfil de playa como leptocúrtico, lo que indica que independientemente de la zona, el material está mejor seleccionado en el centro de la distribución que hacia los extremos (cuadro 3).

En cuanto al color de los sedimentos, se tiene que los mismos clasifican como amarillo rojizo (cuadro 4; figuras 5 y 6), dicha predominancia permite inferir un alto grado de meteorización de la roca de la cual estos se derivan, así como de las propias partículas debido a que este material, está expuesto durante todo el año condiciones de altas temperaturas y humedad atmosférica

Cuadro 3. Índices de asimetría y Curtosis para los sedimentos superficiales en playa Mangle Quemao.

Posición en el perfil de playa	Muestra	distancia (m)	SK	Asimetría (Boggs, 2009)	Promedio	Asimetría Promedio	K	Curtosis (Folk y Ward, 1957)	Promedio	Curtosis Promedio
berma	1	0	0,00	G	0,14	Fina	1,02	LC	1,20	Leptocúrtica
	2	10	0,29	F			1,31	LC		
	3	20	0,29	F			1,17	LC		
	4	30	0,04	CS			1,10	LC		
	5	40	0,29	CS			1,09	LC		
	6	50	0,15	F			1,48	LC		
	7	60	0,28	F			1,19	LC		
	8	70	0,21	FG			1,22	LC		
vaivén	1	0	0,29	FG	0,03	Cercana a la simetría	2,10	LC	1,12	Leptocúrtica
	2	10	0,17	CS			0,75	LC		
	3	20	0,05	CS			1,55	LC		
	4	30	0,06	CS			0,94	LC		
	5	40	0,18	F			0,99	LC		
	6	50	0,24	CS			1,03	LC		
	7	60	0,08	CS			0,80	LC		
	8	70	0,22	FG			0,84	LC		

Nota: G= Gruesa; F= Fina; CS = Cercana a la simetría; FG = Fuertemente gruesa; LC= Leptocúrtica.

Cuadro 4. Color de las muestras en las zonas de la berma y vaivén.

berma			vaivén		
m	Color	Código	m	Color	Código
0	Amarillo rojizo	7,8	0	Amarillo rojizo	7,8
10	Amarillo rojizo	7,8	10	Amarillo rojizo	7,6
20	Amarillo rojizo	7,6	20	Amarillo rojizo	7,6
30	Amarillo rojizo	7,8	30	Amarillo rojizo	7,6
40	Amarillo rojizo	6,6	40	Amarillo rojizo	7,6
50	Amarillo rojizo	6,6	50	Amarillo rojizo	7,6
60	Amarillo rojizo	6,8	60	Amarillo rojizo	6,6
70	Amarillo rojizo	7,6	70	Amarillo rojizo	6,8

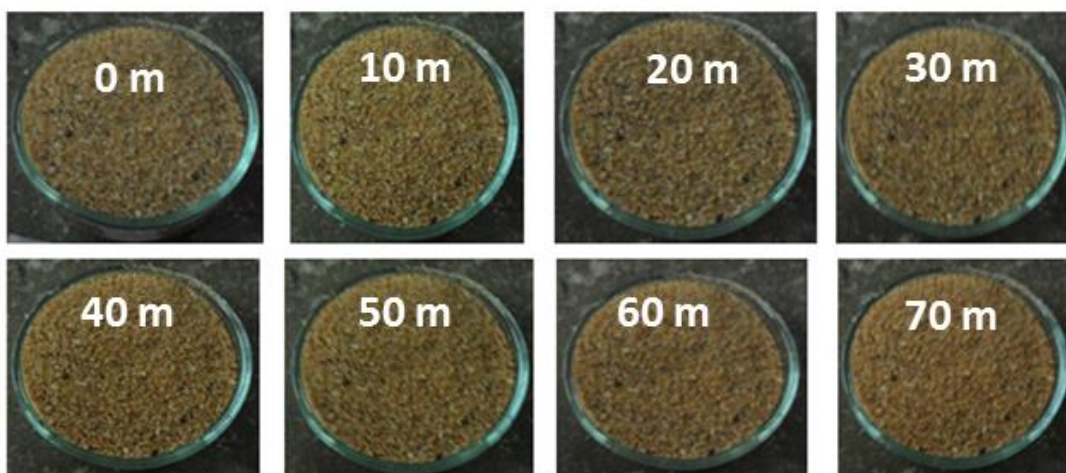


Figura 5. Fotografías de los sedimentos del área de la berma en Mangle Quemao.

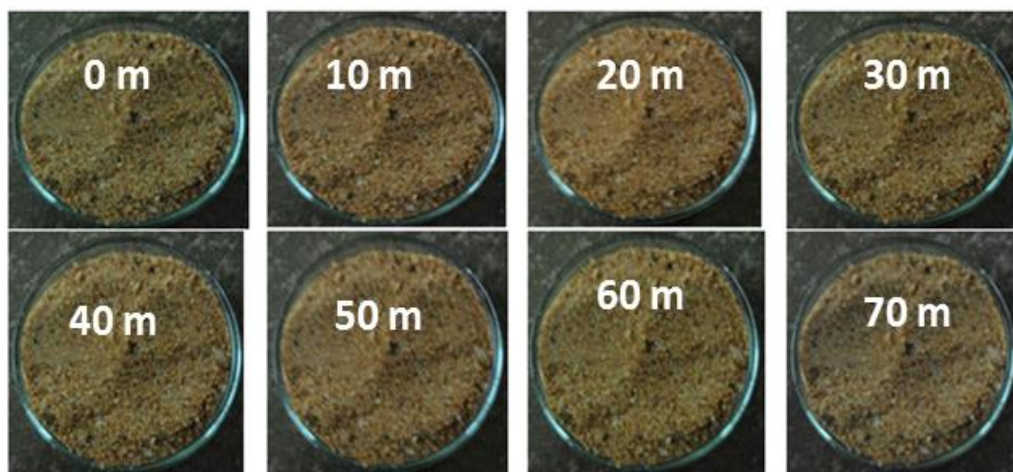


Figura 6. Fotografías de los sedimentos del área del vaivén en playa Mangle Quemao.

Las partículas de cuarzo, correspondientes a las muestras de sedimentos del sector de la berma, presentan bordes sub-angulosos en un 46,46% de los granos observados; seguido por un 43,94% de partículas sub-redondeadas (cuadro 5, figura 7). Esta tendencia en las formas de los granos ratifica que la fuente de origen del material se ubica próxima a la zona de depositación actual, ya que las aristas de los cuarzos no han sido suficientemente desgastadas, posiblemente porque estos han sido recientemente

expuestas a las condiciones del intemperismo, aunado al poco recorrido que supone el transporte del material.

Cuadro 5. Distribución porcentual del nivel de desgaste de bordes de los cuarzos correspondientes a la zona de berma y vaivén en la playa Mangle Quemao.

Posición del perfil de playa	Anguloso (%)	Subanguloso (%)	Subredondeado (%)	Redondeado (%)
berma	4,04	46,46	43,94	5,56
vaivén	4,41	42,64	51,47	1,47

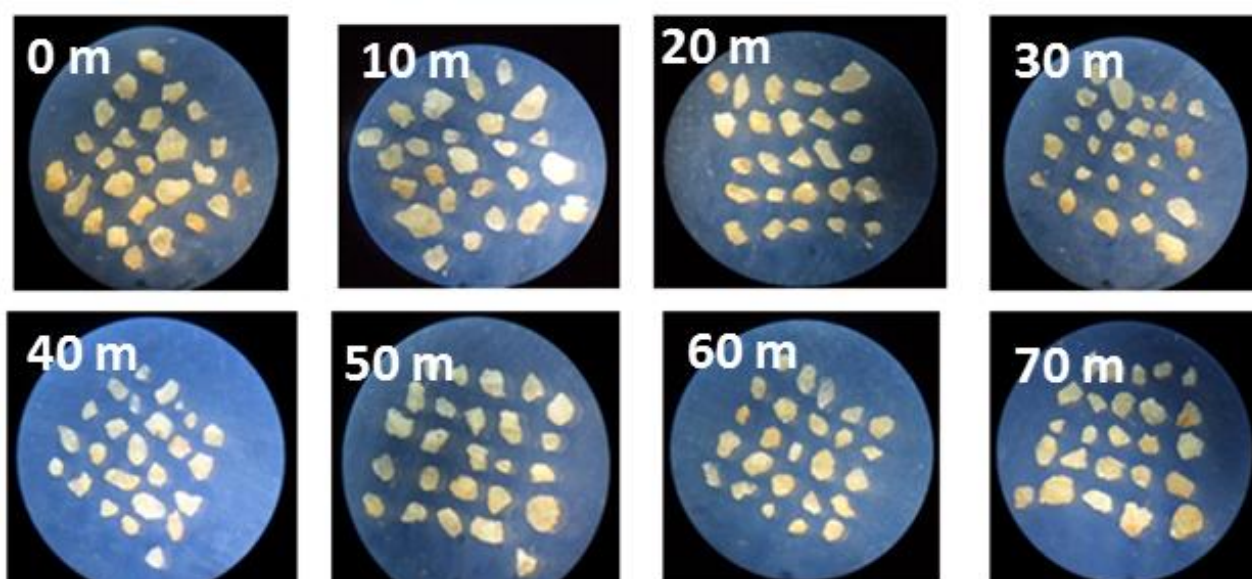


Figura 7. Micrografías de los granos de cuarzos correspondientes a la zona de berma de la playa Mangle Quemao.

En la zona del vaivén, a pesar que la tendencia se mantiene hacia lo ya reportado para la Berma, es necesario destacar un incremento hacia las partículas subredondeadas con un 51,47%, seguida por las sub-angulosas con un 24,64% (cuadro 5, figura 8). Esto probablemente se debe a que el material en esta zona permanece mayor tiempo expuesto a la acción erosiva del oleaje, aunado a un lento proceso de transporte y distribución típico de las condiciones de velocidad de las corrientes imperantes.

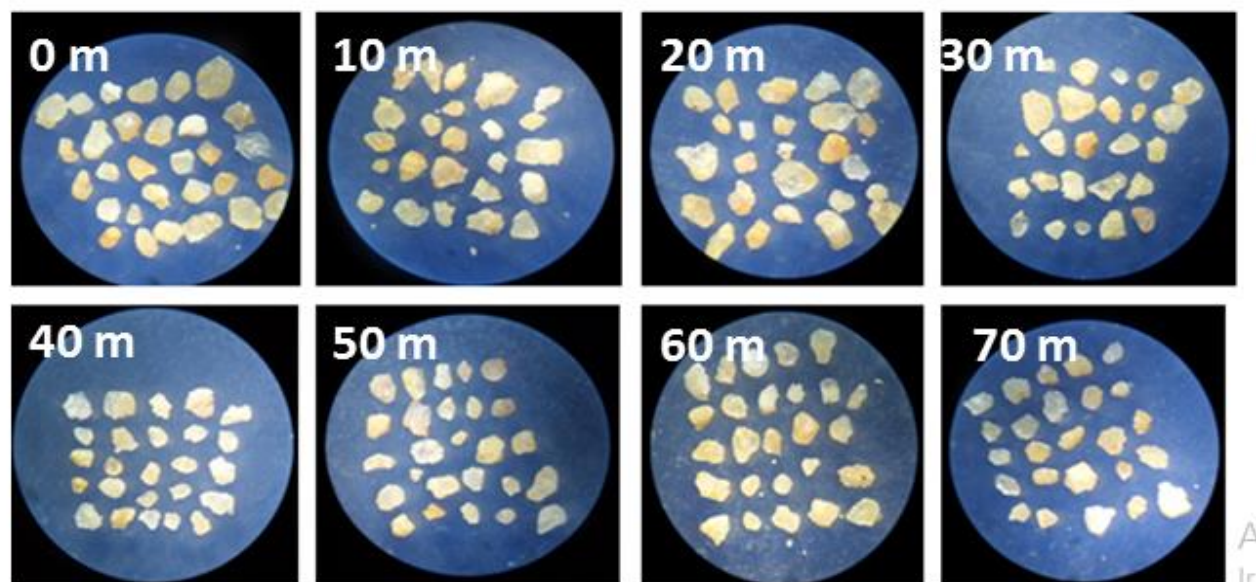


Figura 8. Micrografías de los granos de cuarzos correspondientes a la zona de vaivén de la playa Mangle Quemao.

Rasgos químicos de los sedimentos

El análisis de digestión de carbonatos, permitió evidenciar que las muestras de la berma están constituidas en promedio por 91,64% de partículas siliclásticas y 8,36% fragmentos correspondientes a CaCO_3 (cuadro 6). Como se evidencia, en esta zona del perfil de playa existe una preponderante influencia de las partículas terrígenas, cuyo aporte proviene fundamentalmente de la meteorización de las areniscas siliciclásticas aflorantes del Miembro Picuda, aunado a una importante fracción de partículas bioclásticas, que posiblemente lleguen a este zona emergida del depósito, como aportes marinos, asociados a los episodios de marea alta u otros eventos que propicien una avanzada del oleaje hacia el sector.

En el sector del Vaivén, se mantiene la preponderancia de los sedimentos continentales con un promedio de 89,4%, pero el contenido de partículas carbonatadas son un poco más elevados que el referido para la zona de la berma, alcanzando promedios de aproximadamente 10,6% (cuadro 6), lo que está determinado por la mayor influencia que ejerce en este sector del perfil de playa, la acción del oleaje.

Cuadro 6. Distribución de las partículas bioclásticas y siliciclásticas por posición en el perfil de playa.

Posición en el perfil de playa	Muestra	distancia (m)	%CaCO ₃	% CaCO ₃ Promedio	% Siliciclastos	% Siliciclastos promedio
berma	1	0	17,52	8,36	82,48	91,64
	2	10	3,77		96,23	
	3	20	16,4		83,6	
	4	30	5,4		94,6	
	5	40	4,41		95,59	
	6	50	13,37		86,63	
	7	60	2,8		97,2	
	8	70	3,9		96,1	
vaivén	1	0	2,58	10,6	97,42	89,4
	2	10	6,6		93,4	
	3	20	4,78		95,22	
	4	30	5,76		94,24	
	5	40	7,58		92,42	
	6	50	5,18		94,82	
	7	60	7,56		92,44	
	8	70	6,18		93,82	

El pH de los sedimentos que constituyen el depósito, clasifica generalmente como débilmente alcalinos: En la berma, se registra un valor promedio de 7,41 (débilmente alcalino), mientras que en el vaivén el promedio estimado es de 7,30, lo que en ambos casos puede estar influenciado por la presencia de minerales pesados y sílice predominante en areniscas siliciclásticas, mezcladas con los aportes bioclásticos. (cuadro 7).

Por otra parte, el análisis de REDOX, revela que el nivel de oxidación de las partículas es negativo, lo que evidencia que los sedimentos se encuentren en estado de reducción ya que gana electrones, lo que guarda correspondencia con la condición de pH referida (cuadro 7).

Cuadro 7. Datos de pH y Redox para berma y vaivén en la playa “Mangle Quemao”.

Posición en el perfil de playa	m	pH	% Promedio	Escala cualitativa	REDOX	% Promedio	Escala cualitativa
berma	0	7,59	7,41	Débilmente alcalino	-58,5	-45,3	Reducción
	10	7,51			-41,2		
	20	7,52			-52,5		
	30	7,30			-40,7		
	40	7,31			-40,9		
	50	7,29			-41,4		
	60	7,59			-49,1		
	70	7,2			-38,1		
vaivén	0	7,16	7,30	Débilmente alcalino	-33,3	-38,8	Reducción
	10	7,22			-35,5		
	20	7,56			-42,7		
	30	7,59			-57,6		
	40	7,23			-36,8		
	50	7,14			-31,7		
	60	7,24			-37,5		
	70	7,33			-43,3		

Es importante destacar que en el caso del vaivén se evidencia un mayor potencial de reducción, en comparación con los valores de la berma, esto puede explicarse a que en esta zona del perfil de playa los sedimentos se encuentran menos expuestos a las condiciones aeróbicas, evidenciado la permanente influencia que tiene el oleaje sobre este depósito, cubriéndolo periódicamente y favoreciendo las condiciones de reducción. No obstante, es posible que advierta sobre la influencia del sistema acuático con marcada estratificación termal, eutrófica o contaminados.

La CE, permitió determinar que las muestras presentan valores que las clasifican como no salinas, sin variaciones en ambas zonas del perfil de playa (cuadro 8).

Esto ratifica la relación con el material parental de los sedimentos ya que estos provienen de una formación continental, como lo es el miembro Picuda de la formación Barranquín del Grupo Sucre.

Cuadro 8. Conductividad eléctrica en los sedimentos por posición topográfica en el depósito de playa de la ensenada “Mangle Quemao”.

Posición en el perfil de playa	m	μS/m	dS/m	% Promedio	Escala Cualitativa (USDA)
berma	0	481	0,0048	0,0054	No Salino
	10	445	0,0045		
	20	429	0,0043		
	30	353	0,0035		
	40	454	0,0045		
	50	373	0,0037		
	60	1013	0,0101		
	70	811	0,0081		
vaivén	0	456	0,0046	0,0051	No salino
	10	705	0,0071		
	20	323	0,0032		
	30	625	0,0063		
	40	512	0,0051		
	50	449	0,0045		
	60	599	0,0060		
	70	390	0,0039		

CONCLUSIONES

La ensenada de Mangle Quemao, ubicada en la costa este de la península de Manare, en el Parque Nacional Mochima en el estado Sucre, Venezuela, está influenciada por las condiciones del oleaje, el cual presenta generalmente rasgos de mar risada, con altura promedios de 33,82 cm y una velocidad estimada de 5,02 cm/s.

La playa, está constituida fundamentalmente por sedimentos terrígenos que se presumen son transportados desde las rocas siliciclásticas aflorantes altamente meteorizadas, hacia el interior de la ensenada por acción de la gravedad, así como por la influencia de quebradas intermitentes que se activan durante el período de julio a septiembre. Granulométricamente está constituido por arenas medias de color amarillo rojizas, moderadamente seleccionada, con una distribución leptocúrtica y con asimetría de fina a cercana a la simetría.

Si bien se ha determinado que el contenido de Carbonato de Calcio, es proporcionalmente bajo en comparación con los aportes terrígenos, así como los reportados para otras ensenadas del Parque Nacional Mochima, evidencia la influencia del transporte y distribución de este tipo de material, que tiene el oleaje, al trasladar partículas disponibles de las formaciones coralinas reportadas en el fondo marino del Parque Nacional, hacia las zonas de Vaivén y Berma del depósito.

De acuerdo con las condiciones morfodinámicas imperantes para el momento de estudio, esta playa corresponde a un perfil intermedio, lo que si bien revela que la zona de rompiente está alejada del depósito, también evidencia que se trata de un material altamente dinámico, cuya morfología es susceptible a cambios rápidos, influenciados por perturbaciones en las condiciones del oleaje.

REFERENCIAS

- Boggs, S. (2009). *Petrology of sedimentary rocks*. New York, United States: Cambridge University Press
- Foghin, S., (2002) *Tiempo y clima en Venezuela: aproximación a una geografía climática del territorio Venezolano*. Estado Miranda – Venezuela. UPEL-IPMJMSM.
- Folk, R. (1974). *Petrology of sedimentary rocks*. Austin, United States: Hemphill Publishing Co
- Folk R, y Ward, W. (1957). Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27.3–26
- Gutiérrez, M (2008). *Geomorfología*. Pearson. Educación-S.A Madrid
- 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, España
- Krumbein, W. y Pettijohn, F. (1938). *Manual of sedimentary petrology*, Appleton-Century- Crofts Ed., p. 549
- Lara, S., Suárez, C. y Marcucci, E. (1997). *Atlas Morfodinámico Costero de Venezuela*. Caracas: UPEL-IPC- Subdirección de Investigación y Postgrado
- Ley Orgánica de Espacios Acuáticos (2014, noviembre 17). *Gaceta oficial* N° 6.153 (Extraordinario)
- Ley de Zonas Costeras (2001, noviembre 07). *Gaceta Oficial* N° 37.319.

- Maloney, N. (1965). Geomorfología de la costa central de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente*.4,. 246-256
- Martínez Gil, F. (1972). Aspecto histórico y evolutivo de las ideas acerca de las aguas subterráneas desde los tiempos más remotos hasta el nacimiento de la Ciencia Hidrogeológica [Trabajo en línea]. Disponible: <http://hidrologia.usal.es/Complementos/historia.pdf> [Consulta: 2018 agosto, 10]
- Méndez, J. (2007). Costas, litorales del Caribe y del Atlántico, islas y archipiélagos. Las profundidades marinas. *GeoVenezuela*, Tomo II: Medios Físicos y recursos ambientales Fundación Empresas Polar. Caracas. 184-237
- Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología (1980). *Mapa Geológico de Santa Fe. Estado Sucre*. Escala 1:50.000.
- Núñez, F. (2011). Caracterización geomorfológica de la Ensenada Las Maritas, sector nororiental de la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Revista de Investigación*, [Revista en línea], 74. Disponible: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?scrip t=sci_arttext&pid=S1010-29142011000300009 [Consulta: 2018, octubre 05]
- Núñez, F. y Hernández, M. (2013). Reconocimiento sedimentológico de la Ensenada Cautaro, sector nororiental de la Bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, [Revista en línea], 54. Disponible: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/38681> [Consulta: 2018, octubre 05]
- 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*, [Revista en línea], 3. Disponible: https://issuu.com/oncti/docs/revista_oc_vol3n2/11 [Consulta: 2018, octubre 05]
- Ovalles, F. (2003). El Color del Suelo: definiciones e interpretación. [Artículo en línea]. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm. [Consulta: 2018, octubre 05]
- PDVSA-INTEVEP (1996). Código Estratigráfico de Venezuela. Grupo Sucre. En Petroleos de Venezuela y el Instituto de tecnología Venezolana para el petróleo. [Página web en línea]. Disponibe: <http://www.pdvsa.com/lexico/569wh.htm>. [Consulta: 2018 agosto, 10]
- Roa, P. y Berthois, L. (1975) *Manual de sedimentología*. Editorial Sorocaima. Caracas, Venezuela
- Strahler, A. (1952). Bases dinámicas de la geomorfología. *Boletín de la Sociedad Geológica de América*, 63, 923-938.
- Tovar, L. y Álvarez, S. (2005). Manual de prácticas de oceanografía física y química. [Documento en línea] Disponible: <http://biblio.uabcs.mx/tesis/te1634.pdf> [Consulta: 2017, marzo 10]
- Twenhofel, W. y Tyler, S. (1941). *Methods of Sediments*, Editory Hardcover. United States of America

USDA (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo* [Libro en línea]. Disponible:https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf [Consulta: 2018 agosto, 10]

Vidal, C., Losada, M., Medina, R. y Losada, I. (1995). Modelos de morfodinámica de playas. *Revista Ingeniería del Agua*, volumen 2. (pp. 55-74)