

Caracterización geomorfológica de la ensenada Las Maritas, sector nororiental de la Bahía de Mochima, Estado Sucre, Venezuela

Geomorphological characterization of the inlet "Las Maritas", northeast Mochima Bay, Sucre State, Venezuela

Franklin Núñez

franklingeove@hotmail.com

Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Instituto Pedagógico de Caracas

RESUMEN

El propósito fue precisar las características sedimentológicas del depósito de playa y así identificar los procesos geomorfológicos involucrados en su constitución. Las fases fueron: (a) campo: recolección de muestras de sedimentos superficiales, en la zona de la berma y del vaivén; (b) análisis físico: (talla y morfometría de los granos) y químico (%CaCO₃, pH, conductividad y fracción de minerales; y (c) oficina de análisis estadístico. La playa está constituida por partículas de la talla de las arenas medias, con porciones promedios de >65% de CaCO₃, 30 a 35% de minerales ligeros y ~2 % de minerales pesados sin diferenciar, se trata de sedimentos alcalinos, moderadamente salinos y pobremente seleccionados, morfométricamente de sub-angulosos a redondeados. Se presume que la principal fuente de origen del material está en los bancos arrecifales próximos a la bahía, erosionados y transportados al interior de la ensenada por el oleaje, en condiciones de perturbación.

Palabras clave: Geomorfología; Las Maritas; Mochima; sedimentología

ABSTRACT

The purpose was to clarify the sedimentary characteristics of the deposit of beach and identify geomorphologic processes involved in its formation. The phases were: (a) field, collecting samples of surface sediments in the area of the berm and swash zone, (b) physical analysis (size and morphology of the grains) and chemical (% CaCO₃, pH, conductivity and mineral fraction and (c) office or statistical analysis. The beach is made up

of particles of the size of medium sand, with lots averaging > 65% CaCO₃, 30 to 35% light mineral and ~ 2% of undifferentiated heavy minerals, sediment is alkaline, moderately saline and poorly selected, sub-angular morphometrically to rounded. It is assumed that the main source of origin of the material is on the banks near the bay reef, eroded and transported into the bay by the surf, in conditions of perturbation.

Key words: *Geomorphology; Las Maritas; Mochima; sedimentology*

INTRODUCCIÓN

La presente investigación, enmarcada en el campo de la Geografía Física y la Geomorfología Litoral, hace uso de las técnicas de análisis sedimentológico para caracterizar desde lo físico–mecánico y químico, el material que constituye el depósito de playa localizado en la ensenada Las Maritas, con el fin de dilucidar la posible fuente de origen de las partículas que la constituye, así como el agente responsable de su transporte y los procesos geomorfológicos asociados.

En el caso específico de la costa oriental venezolana, recientes estudios referidos a evaluar las características sedimentológicas y geomorfológicas de la playa de bolsillo en la ensenada de Mochima, señalan que está asociada a la protección que ofrece el relieve y a los limitados aportes sedimentarios dejados por los ríos que llegan a la zona (Lara, Suárez y Marcucci, 1997; Méndez, 2007).

Vale la pena destacar que Méndez (2007), advierte que si bien en la mayor parte de las playas de fondo de bahía, en el tramo oriental, predominan los sedimentos terrígenos, existen localmente depósitos importantes de biota coralina y sedimentos de carbonatos en el área de Mochima

La ensenada Las Maritas se circunscribe al anticlinal de Mochima, situada geoastronómicamente entre los 10°23'12'' y 10°23'21'' N y 64°20'12'' y 64°20'30'' O. (figura 1).

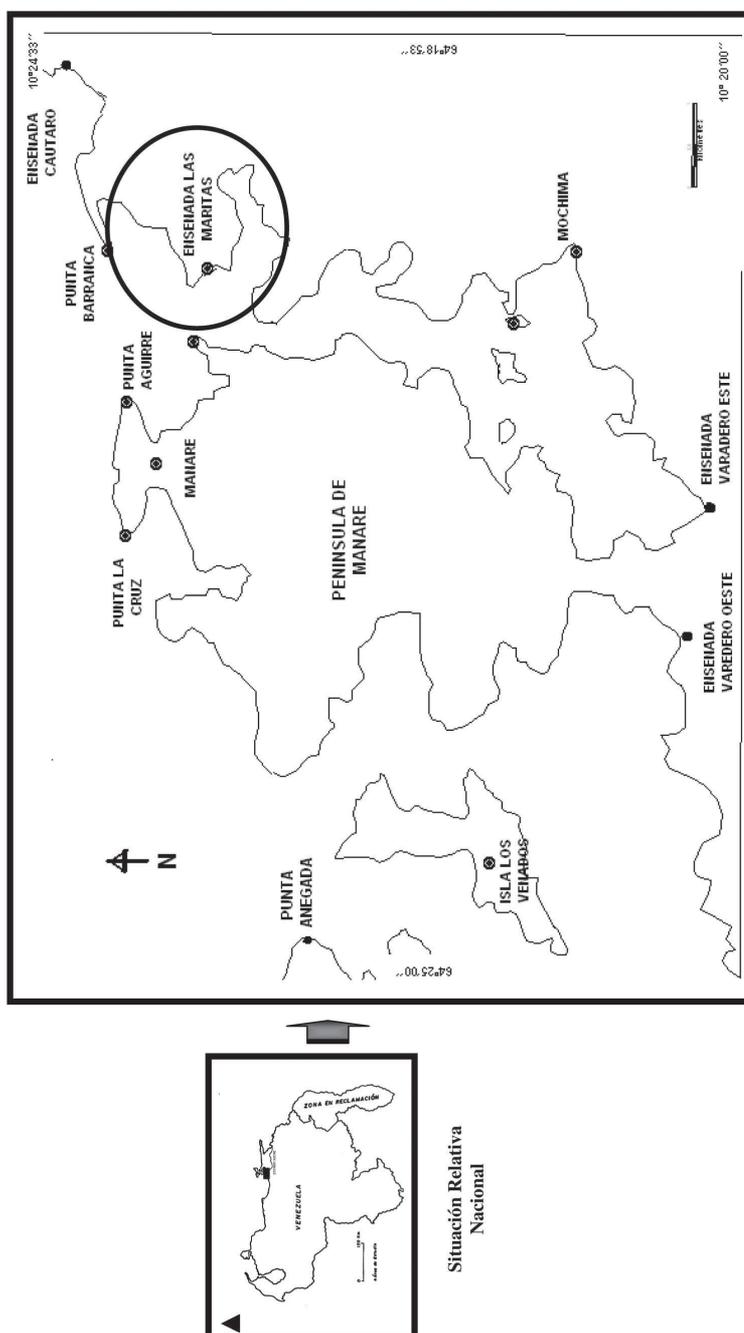


Figura 1. Localización de la ensenada Las Maritas, en el contexto Nacional y Regional. Mapa Base: Hoja Curmaná (N° 7347) de la dirección de Cartografía Nacional del Ministerio de Obras Públicas, 1964, Caracas. Escala 1:100000.

Por su posición en relación con la Bahía de Mochima, clasifica como una ensenada interna, toda vez que se encuentra flanqueada por los promontorios Norte y Sur del Cerro Las Maritas (del cual recibe su nombre) justo en la zona interior de la bahía.

Desde el punto de vista geológico, la ensenada Las Maritas, se encuentra flanqueada por afloramientos sedimentarios del miembro Los Venados de la Formación Barranquín del Grupo Sucre, correspondiente al Cretácico Inferior y de acuerdo con González, C., *et. al.* (1980) y PDVSA-INTEVEP (1996), está constituida por areniscas cuarcíticas de grano medio a grueso, rojizo-blancuecino, intercaladas con lutitas varicoloreadas (ver figura 2).

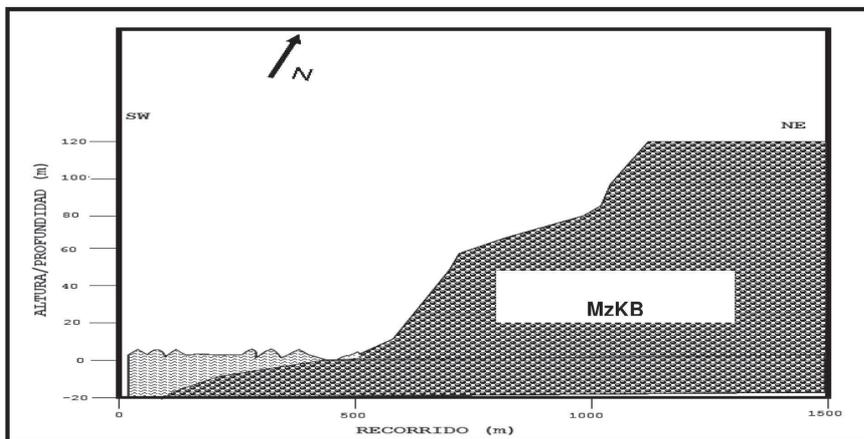


Figura 2. Perfil geológico del Cerro y la Ensenada Las Maritas.

Los datos hipsométricos se tomaron del Mapa Base: Hoja N° 7347-III-SE de la dirección de Cartografía Nacional del MOP (1963) Caracas. Escala 1:25000. Los datos batimétricos, se tomaron de Caraballo, (1986)

Se pueden distinguir desde el punto de vista topográfico, dos grandes unidades del relieve con características bien diferenciadas: (a) un área montañosa; y (b) una zona de acumulación reciente de playa de fondo de bahía: En el primer caso, en el sector Este de la ensenada Las Maritas, el área montañosa alcanza alturas de hasta 120 m. s. n. m, con pendientes estimadas que oscilan entre 0% y 32%, para una pendiente media del

terreno (estimada) de 15,8% lo que según Henao (1998) la clasifica como de relieve accidentado.

Por su parte, la zona de playa de fondo de bahía, se encuentra aproximadamente entre los 0 y 5 m. s. n. m. con pendientes que no superan el 15% en la zona de la berma.

En lo climático, y al igual que el resto de la franja costera a la cual se circunscribe, la ensenada Las Maritas, clasifica dentro de los llamados climas Bsh (Clima Tropical Estepario o semiárido) de Köppen o el llamado mesoclima SA (semiárido), esto genera desde el punto de vista hidrológico, que los ríos tienden a secarse durante gran parte del año, y luego, como consecuencia del incremento de las precipitaciones, que por lo general suelen estar concentradas en pocos meses, crecen violentamente arrastrando parte del material disponible producto de la meteorización de las rocas.

En cuanto a la biota marina, es importante señalar lo expuesto por Sant, Méndez y Prieto (2001), quienes identificaron en la localidad de Mochima, una gran diversidad coralina, entre las que destacan algunas especies como: *Scolymia wellsi*, *Montastrea cavernosa* e *Isophyllia sp.*, *Millepora alcicornis*, *Colpophyllia natans* y *Madracis decactis*, entre otras.

De lo anterior, se desprendieron las siguientes interrogantes: (a) ¿Todas las playas de fondo de bahía en el sector de Mochima tienen su origen en la protección que ofrece el relieve y a los limitados aportes sedimentarios dejados por los ríos que llegan a las bahías?; (b) ¿El aporte terrígeno predomina sobre el aporte marino en todas los depósitos en las ensenadas en el sector de Mochima?; (c) ¿Qué significado tiene la denominación de depósitos importantes de biota coralina y sedimentos de carbonatos, expuesta por Méndez?; y (d) ¿En donde se localizan estos depósitos importantes de sedimentos carbonatos?

Las anteriores preguntas, constituyen ejes orientadores a lo que se ha venido planteando a lo largo de este apartado, referido a la necesidad de

desarrollar análisis sedimentológicos y geomorfológicos aplicados, con el objeto de precisar las características físicas y químicas de los sedimentos que constituyen los depósitos costero, a fin de corroborar si la información genérica conocida para el sector al cual se circunscribe el área de estudio, es aplicable a las particularidades de estos.

MÉTODO

Se asumió como eje para el desarrollo de la presente investigación el *modelo de campo*, bajo un enfoque descriptivo, ya que busca especificar las propiedades importantes del fenómeno que es sometido al análisis investigativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2004). Procediendo en su ejecución en tres fases: (a) Campo, (b) Laboratorio y (c) Oficina:

Fase de Campo: El trabajo de campo, se efectuó entre el diez y once de abril de 2009, en el período seco –según los datos pluviométricos– toda vez que se trata de recolectar muestras de sedimentos de la zona superficial, y hacerlo en un mes lluvioso, sería irrelevante para este tipo de investigación, dada las características predominantemente semiárida de la zona.

Se efectuó un muestreo probabilístico de tipo sistemático, que supone que se debe conocer la totalidad de la población, se le asigna un código y se escoge de manera aleatoria a través de intervalos prefijado (Bautista, 2006).

Conociendo la longitud de las ensenada, se trazó una transecta longitudinal en la zona de la Berma y a partir de estas, se recolectaron muestras de sedimentos cada diez metros: el punto de partida (0 metro) de la transecta se ubicó al inicio del depósito de playa, próximo al saliente Sur (~ 10°23'21'' N. - ~ 64°20'12'' W.) seleccionando progresivamente la muestra hasta llegar al punto final -90 metros- cercano al saliente Norte (~ 10°23'25'' N. - ~ 64°20'30'' W).

Sobre la transecta anterior, se trazaron transecta perpendiculares (cada diez metros) con el fin de recolectar sedimentos de la zona de vaivén.

Bajo el procedimiento descrito, se recolectó un total de 20 muestras: 10 muestras en la zona de la Berma y 10 en la Zona de vaivén, que fueron almacenadas en bolsas de 250 gr. de capacidad, con cierre hermético. Se rotularon atendiendo al punto de muestra.

Ante la imposibilidad de definir una zona de rompiente, por la configuración del borde costero, no se pudo recolectar las muestras para el referido sector.

Paralelamente y con ayuda de una cinta métrica, se realizaron mediciones referidas a la longitud de la ensenada, el ancho de la Berma y de la zona de vaivén en intervalos de 10 metros de longitud y con ayuda de un medidor de ángulos, se procedió a registrar la pendiente del escalón de playa en cada punto de la transecta.

Fase de Laboratorio: Para esta fase, se definieron las variables en estudio y los protocolos a seguir en los análisis de laboratorio, se consideran aquellos elementos que permitan describir las características físicas y químicas de los sedimentológica que constituyen el depósito de playa en la ensenada Las Maritas.

Para el análisis de las características física-mecánicas de los sedimentos, se determinó: (a) Análisis granulométrico de las partículas (método de Tamizado en seco, reportado por Köster y Leser, 1976; Ugas, 1997) cuyos valores obtenidos permiten diseñar la curva granulométrica (semilogarítmica) y con ella, precisar los patrones estadísticos: tendencia central, asimetría, curtosis y selección (Roa y Berthois, 1975; Lara y González, 1979), y (b) Análisis morfooscópico de las partículas (Lara y González, 1979).

En cuanto a los ensayos químicos, se identificó: (a) pH, de acuerdo con el método potenciométrico, reportado por USDA (1999), (b) Contenido de CaCO_3 (Método de digestión de Carbonato), (c) Conductividad eléctrica (método del Conductímetro, descrito por USDA, 1999), y (d) Fracción de minerales pesados (Método de Bromoformo, propuesto por Roa y Berthois, 1975).

Fase de Oficina: Esta última fase de la investigación comprende la caracterización físico-geográfica del área de estudio: elaboración de mapas, perfiles topográficos, perfiles geológicos y gráficos granulométricos, así la interpretación de los datos de obtenidos en campo y laboratorio.

Vale la pena destacar que la elaboración de los mapas (localización y topográficos) que se presentan como parte de la presente investigación, tienen como base las hojas N° 7347 (Escala 1:100000) y 7347-III-SE (Escala 1:25000) del Ministerio de Obras Públicas – Dirección de Cartografía Nacional y fueron diseñados con el software para plataformas SIG MapInfo (versión 5.5) y el módulo de altimetría Vertical Mapper (versión 3.3).

El tratamiento estadístico de los datos de campo y de laboratorio, se realizó mediante el programa SPSS, siguiendo el protocolo típico de cada estimación y se basó fundamentalmente en el cálculo de medias aritméticas, percentiles, correlaciones de variables y estimación del coeficiente correlación de Pearson.

RESULTADOS

Rasgos morfométricos de la ensenada. La ensenada de Las Maritas, presenta una forma semielongada, con aproximadamente un 90 m de largo y en promedio 8 m de ancho (con un máximo de 12,8 m en la zona central y un mínimo de 2,9 m en el extremo sur) medidos en la zona de la berma.

La playa se dispone mucho más ancha en el flanco Norte (6,2 m), siendo este la zona de primer contacto de las aguas del Mar Caribe con el interior de la ensenada, aumenta progresivamente su espesor hasta la zona central, para luego retrotraerse hacia el flanco Sur, en donde la anchura del depósito no alcanza ni la mitad del flanco opuesto.

Lo anterior debe ser interpretado como un indicador del patrón de distribución de los sedimentos y de su agente responsable, sugiriendo la posibilidad de una importante intervención del oleaje como agente, que en

el interior de la ensenada, es capaz de redistribuir los granos, siguiendo su patrón de circulación con orientación N-S.

El mecanismo sugerido supone una redistribución de los sedimentos que llegan al flanco Norte de la ensenada, los cuales tienden a acumularse en la zona central, a partir de la cual cambia la tendencia hacia la disminución de la acumulación en su recorrido hacia el flanco Sur.

Lo anterior es generado quizás por la orientación oblicua con la que el tren del oleaje penetra en la ensenada, originando una corriente longitudinal que produce un transporte de arena a lo largo de la playa, sumado a una posible disminución del suministro de sedimentos, por parte de la fuente de origen o por el agente responsable del transporte.

En la zona del escarpe de playa, escalón o transicional hacia el área de vaivén, las pendientes oscilan entre 4° en la zona central y 15° en el extremo norte de la ensenada, para una media de 10.1 °, lo que según Henao (1998), clasifica como una pendiente mediana, típica de este tipo de depósitos.

Por su parte, de la zona de vaivén, está por lo general muy próxima al límite entre la berma y el escalón de playa (en promedio 4,87 m), alcanzando su separación máxima hacia el norte, en donde se extiende aproximadamente por 7 metros.

La distancia entre ambas zonas se mantiene constante casi durante todo el interior de la ensenada, salvo en las proximidades del flanco Sur, en donde tiende a disminuir hasta 1,45 m.

Características Físicas de los sedimentos en el depósito de playa de la ensenada Las Maritas

Textura de los sedimentos

En general, la zona presenta una gran uniformidad granulométrica, ya que el depósito está constituido fundamentalmente por partículas del

tamaño de las arenas (0.0625 a 1.68 mm según la escala de Krumbein y Pettijohn, 1938).

Este tipo de depósito se caracteriza porque las partículas que los componen dejan macroporos entre si, lo que aumenta la permeabilidad y por lo tanto son pobres almacenadores de agua (Pellegrini, 2004).

La distribución porcentual de los distintos diámetros de las arenas en la zonas de berma y vaivén, revelan que la referida dominancia de las arenas, presenta variaciones que van desde la arena muy gruesa hasta la arena muy fina, en ambas zonas del perfil de playa de la ensenada.

Las curvas granulométricas obtenidas revelan pendientes uniformes e inclinadas en la zona central y por lo general, suavizadas hacia los extremos. (Gráficos 3, 4, 5, 6, 7 y 8).

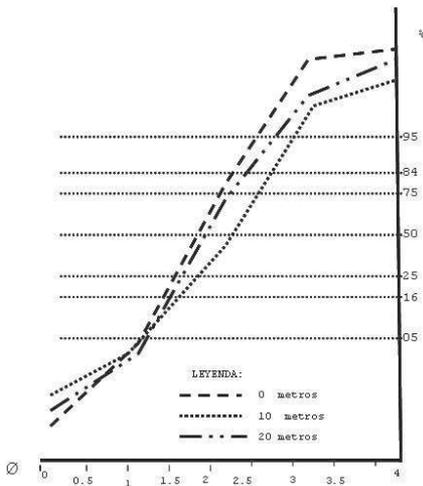


Gráfico 3. Curvas granulométricas de las muestras 0 m, 10 m y 20 m zona de la berma

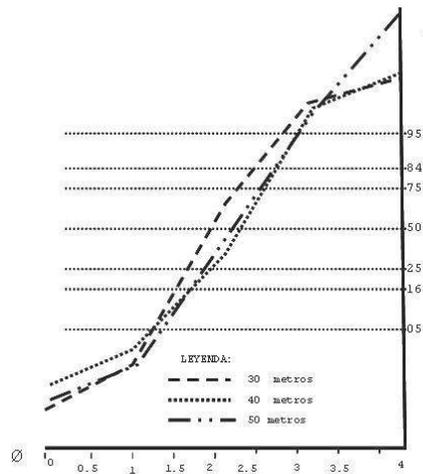


Gráfico 4. Curvas granulométricas de las muestras 30 m, 40 m y 50 m zona de la berma

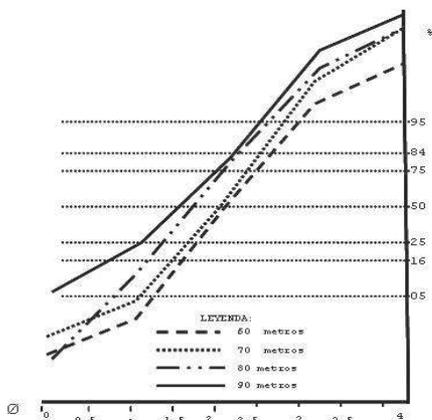


Gráfico 5. Curvas granulométricas de las muestras 60 m, 70 m, 80 m y 90 m zona de la berma

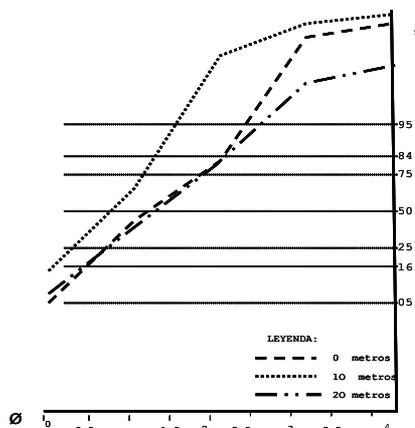


Gráfico 6. Curvas granulométricas de las muestras 0 m, 10 m y 20 m zona del vaivén.

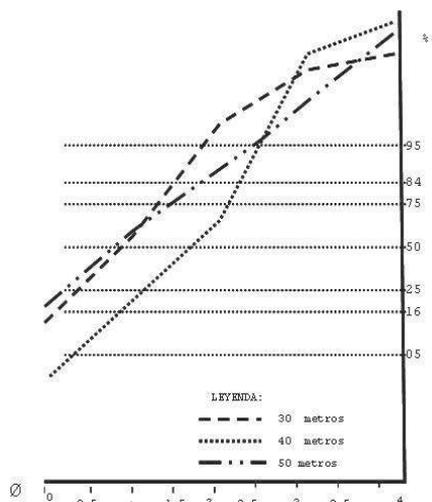


Gráfico 7. Curvas granulométricas de las muestras 30 m, 40 m y 50 m zona de vaivén

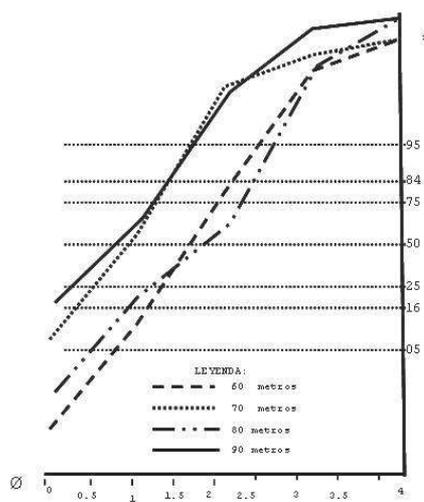


Gráfico 8. Curvas granulométricas de las muestras 60 m, 70 m, 80 m y 90 m zona del vaivén

En la berma, la tendencia central indica la predominancia de la arena media (\varnothing 1.84) cuyo diámetro caracteriza aproximadamente al 50% del material que constituye el depósito en la zona. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tendencia central de las arenas localizadas en la zona de la berma en la Ensenada Las Maritas

Muestra	Ø16	Ø50	Ø84	Mz	Tendencia
0 (sur)	1.20	1.65	2.00	1.62	Arena Media
10	1.45	2.05	2.45	1.98	Arena Media
20	1.35	1.75	2.20	1.77	Arena Media
30	1.50	1.85	2.30	1.88	Arena Media
40	1.65	2.15	2.55	2.12	Arena Media
50	1.70	2.15	2.60	2.15	Arena Media
60	1.50	2.00	2.50	2.00	Arena Media
70	1.40	1.90	2.35	1.88	Arena Media
80	1.15	1.60	2.05	1.60	Arena Media
90 (norte)	0.70	1.45	2.00	1.38	Arena Media

El análisis de correlación ($R = 0.924$) indica que existe una fuerte dependencia entre el tamaño promedio de los granos y la pendiente del escarpe de playa, siendo esta relación negativa, toda vez que en la medida en que el diámetro Phi (Φ) aumenta ligeramente – y con este la talla de los sedimentos se hacen inversamente proporcional más fino- la pendiente disminuye

En el vaivén, existe una ligera tendencia hacia las arenas medias (Φ 1.1) no obstante, es necesario acotar que muy comúnmente se pueden observar áreas donde predomina la arena gruesa. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tendencia central de las arenas localizadas en la zona del vaivén en la Ensenada Las Maritas

Muestra	Ø16	Ø50	Ø84	Mz	Tendencia
0 (sur)	0.50	1.20	2.00	1.23	Arena Media
10	0.10	0.70	1.25	0.68	Arena Gruesa
20	0.50	1.25	2.05	1.27	Arena Media
30	0.10	0.85	1.40	0.78	Arena Gruesa
40	0.95	1.65	2.20	1.60	Arena Media
50	0.00	0.75	1.70	0.82	Arena Gruesa
60	1.05	1.55	2.00	1.53	Arena Media
70	0.25	0.80	1.30	0.78	Arena Gruesa
80	0.95	1.70	2.25	1.63	Arena Media
90 (norte)	0.05	0.70	1.30	0.68	Arena Gruesa
Media	0.445	1.115	1.745	1.10	Arena Media

El coeficiente de selección, señala que para ambos sectores de la ensenada, la clasificación del material por parte del agente que los condujo hasta su posición actual, es variante.

En efecto, en la zona de la berma la selección es pobre ($I \sim \emptyset 1.16$) mientras que en la zona del vaivén tiende a ser moderada ($I \sim 0.83$). (ver cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Coeficiente de selección de las arenas localizadas en la zona de la berma en la Ensenada Las Maritas

Muestra	$\emptyset 5$	$\emptyset 16$	$\emptyset 84$	$\emptyset 95$	I	Selección
0 (sur)	1.00	1.20	2.00	2.35	1.00455	pobre
10	1.10	1.45	2.45	2.75	1.22500	pobre
20	1.10	1.35	2.20	2.55	1.10720	pobre
30	1.25	1.50	2.30	2.65	1.16212	pobre
40	1.25	1.65	2.55	2.80	1.28485	pobre
50	1.35	1.70	2.60	2.80	1.29470	pobre
60	1.20	1.50	2.50	2.80	1.24242	pobre
70	1.10	1.40	2.35	2.65	1.17235	pobre
80	0.80	1.15	2.05	2.40	1.04242	pobre
90 (norte)	0.00	0.70	2.00	2.35	1.03106	pobre
Media	1.015	1.36	2.3	2.61	1.15667	pobre

Cuadro 4. Coeficiente de selección de las arenas localizadas en la zona del vaivén en la ensenada Las Maritas

Muestra	$\emptyset 5$	$\emptyset 16$	$\emptyset 84$	$\emptyset 95$	I	Selección
0 (sur)	0.05	0.50	2.00	2.30	0.97	Moderada
10	0.75	0.10	1.25	1.50	0.45	Buena
20	0.00	0.50	2.05	2.50	1.02	Pobre
30	0.00	0.10	1.40	1.75	0.64	Moderada
40	0.35	0.95	2.20	2.45	1.11	Pobre
50	0.00	0.00	1.70	2.35	0.78	Moderada
60	0.70	1.05	2.00	2.30	1.00	Moderada
70	0.00	0.25	1.30	1.55	0.62	Moderada
80	0.50	0.95	2.25	2.50	1.10	Pobre
90 (norte)	0.00	0.05	1.30	1.60	0.58	Moderada
Media	0.24	0.445	1.745	2.08	0.83	Moderada

Lo anterior posiblemente le esté confiriendo al oleaje, por ser el principal agente responsable del transporte y la sedimentación del material que constituye el depósito, siendo que en la zona del vaivén, el oleaje, conserva su influencia sobre el material transportado, y gracias a su continuo movimiento, sumado a la mayor temporalidad bajo su influencia, puede reclasificar las partículas de arena, favoreciendo una mejor selección y agrupándolas en zonas próximas entre sí.

Mientras que en la berma, el material depositado, es producto de un episodio coyuntural que ha afectado el patrón normal del oleaje e incluso de las mareas, alterándolos de manera rápida y progresiva, de tal forma que favorece una eventual y repentina acumulación de las partículas, de manera desordenada.

De lo que se trata, es de episodios de mar de fondo registrados en la zona como el de diciembre de 1999 o más recientemente los del veintidós de febrero y nueve de marzo de 2009 (Astudillo y Salazar, 2009; Informe 24.com, 2009), que hayan conferido al oleaje la posibilidad de trasportar hasta la berma, un material heterométrico de una manera tan rápida y sin posibilidad de retirarlo, favoreciendo una pronta acumulación, mal seleccionada y que no pudo ser evacuada por el oleaje normal.

La correlación de las variables tamaños promedio del grano y selección ($R= 0,954$), revela para la zona de la berma que en la medida en que el tamaño del grano se hace más fino, la capacidad de seleccionar el material por parte del agente que hasta allí lo trasportó, se hace cada vez más limitada, lo que favorece la acumulación de tallas medias.

La relación anterior, se mantiene para la zona del vaivén, no obstante hay que señalar que la condición real, que supone que el material permanece más tiempo bajo la influencia del oleaje en esta zona en comparación con la berma, es el factor que modifica y favorece ligeramente la selección de los granos en la misma.

Por su parte, el índice de asimetría demuestra que al comparar los extremos de las porciones de la muestra, en el sector de la berma, predominan las arenas finas sobre las arenas gruesas ($Sk \sim -2.46$), lo cual puede estar íntimamente relacionado con: (1) el origen orgánico del material - que será analizado más adelante- (2) las modificaciones o desgastes sufridos durante el transporte y (3) posiblemente la tendencia a la disminución del diámetro de los granos, producto de la trituración generada por la intervención antrópica en la zona (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Coeficiente de asimetría de las arenas localizadas en la zona de la berma en la ensenada Las Maritas

Muestra	Ø5	Ø16	Ø50	Ø84	Ø95	SK	Asimetría
0 (sur)	1.00	1.20	1.65	2.00	2.35	-0.96	hacia lo fino
10	1.10	1.45	2.05	2.45	2.75	-3.63	hacia lo fino
20	1.10	1.35	1.75	2.20	2.55	-1.55	hacia lo fino
30	1.25	1.50	1.85	2.30	2.65	-1.92	hacia lo fino
40	1.25	1.65	2.15	2.55	2.80	-4.11	hacia lo fino
50	1.35	1.70	2.15	2.60	2.80	-3.91	hacia lo fino
60	1.20	1.50	2.00	2.50	2.80	-3.20	hacia lo fino
70	1.10	1.40	1.90	2.35	2.65	-2.57	hacia lo fino
80	0.80	1.15	1.60	2.05	2.40	-1.28	hacia lo fino
90 (norte)	0.00	0.70	1.45	2.00	2.35	-2.27	hacia lo fino
Media	1.015	1.36	1.855	2.3	2.61	-2.463	hacia lo fino

En el área del vaivén, la asimetría refleja un ligero predominio de las arenas gruesas sobre las arenas finas (SK ~ 0.01) lo que puede indicar que en condiciones normales, el oleaje característico de la zona, no tiene la posibilidad de trasportar los sedimentos más gruesos, dejándolos depositados en el fondo, mientras que los sedimentos más finos pueden ser llevados hasta el límite con la berma (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Coeficiente de asimetría de las arenas localizadas en la zona del vaivén en la ensenada Las Maritas

Muestra	Ø5	Ø16	Ø50	Ø84	Ø95	SK	Asimetría
0 (sur)	0.05	0.50	1.20	2.00	2.30	-0.85	hacia lo fino
10	0.75	0.10	0.70	1.25	1.50	2.13	hacia lo grueso
20	0.00	0.50	1.25	2.05	2.50	-1.26	hacia lo fino
30	0.00	0.10	0.85	1.40	1.75	0.49	hacia lo grueso
40	0.35	0.95	1.65	2.20	2.45	-2.71	hacia lo fino
50	0.00	0.00	0.75	1.70	2.35	1.01	hacia lo grueso
60	0.70	1.05	1.55	2.00	2.30	-1.16	hacia lo fino
70	0.00	0.25	0.80	1.30	1.55	0.62	hacia lo grueso
80	0.50	0.95	1.70	2.25	2.50	-2.64	hacia lo fino
90 (norte)	0.00	0.05	0.70	1.30	1.60	0.89	hacia lo grueso
Media	0.235	0.445	1.115	1.745	2.08	0.01	hacia lo grueso

Por su parte, el coeficiente de curtosis advierte, que independientemente de la zona en el perfil de la playa, el material está mejor seleccionado en el centro de la muestra que hacia los extremos (K (berma) ~ 2.35; K (vaivén) ~ 1.99).

Análisis morfoscópico de las partículas

La observación microscópica de los granos de cuarzo correspondientes a las muestras de sedimentos del sector de la berma, señala la predominancia de los granos sub-angulares (56,43%), seguido por partículas con formas redondeadas (27,86%), de bordes angulosos (12,81 %) y apenas un 2,9 % de granos redondeados (ver gráfico 9).

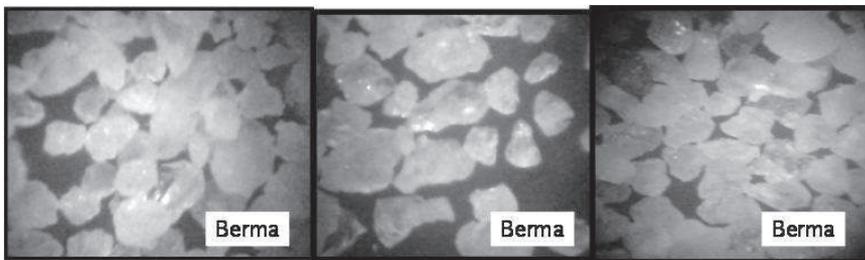


Gráfico 9. Fotografías microscópicas de las arenas cuarzosas de la berma, ensenada Las Maritas.

Esto permite afirmar, que el agente responsable del depósito, no dispuso del tiempo suficiente para desgastar los ángulos de los granos, ya que el material, no ha sido lo suficientemente trabajado, posiblemente porque el recorrido desde su lugar de origen hasta el área de la berma, no es suficientemente amplio para generar el suficiente desgaste de los bordes de los granos.

Por su parte, en la zona de vaivén, la distribución morfoscópica varía en relación con la berma, en efecto, en este caso predominan los granos redondeados (40,34%), seguido de granos sub-angulares (35,72%), lo cual guarda correspondencia con lo que se ha venido planteando sobre la mayor incidencia generada por el oleaje sobre los granos, debido a la mayor temporalidad del transporte.

Características químicas de los sedimentos

Contenido de carbonato de calcio (CaCO₃)

A partir de los valores obtenidos luego del análisis de calcimetría, se puede afirmar, que las partículas que conforman el depósito están constituidas mayoritariamente por bioclastos, cuyo origen se encuentra en los arrecifes coralinos localizados en las zonas próximas en el interior de la Bahía de Mochima.

En efecto, en ambas zonas del perfil de playa, el contenido de CaCO₃ supera el 65% del material (en la berma 67,62% y en el vaivén 78,64%) por lo que se concluye que la mayor parte de estas partículas, por lo general fueron desprendidas de los arrecifes coralinos durante episodios de mar de fondo y transportadas por el oleaje alterado, hasta su ubicación actual.

Estos episodios han sido reportado por diversos investigadores, entre ellos Sant, Méndez y Prieto (2001), quienes lograron cuantificar la magnitud de la pérdida de estructuras coralinas en la zona de Mochima, luego del mar de fondo registrado en 1999, señalaron el menoscabo de hasta 15 especies de coral y la destrucción total de buena parte de las estructuras preexistentes.

pH

Por lo general se trata de sedimentos alcalinos, con algunas variaciones en la zona de la berma, en donde se registran valores de hasta 6,49 (moderadamente ácido) lo cual puede estar determinado por la presencia de minerales pesados y el sílice predominante en las areniscas terrígenas, cuyo aporte se ve reflejado en aproximadamente el 30% de la composición de la muestra. Por su parte, en la zona de vaivén, se mantiene la tendencia a la alcalinidad, para un pH promedio estimado de 8.18.

Conductividad eléctrica (C. E.)

Las muestras presentan una C. E. moderada, con ligeras variaciones entre la zona de la berma (3.74 dS/m) y el vaivén (3.63 dS/m), lo cual se corresponde con los valores reportados para áreas con iguales características climáticas y de ambientes costeros, donde la evacuación del material soluble es limitada, ya que los cursos de aguas son escasos.

Fracción y composición de minerales pesados

La proporción de minerales pesados presentes en la muestra es muy reducida, el estimado para la berma es de 1,74% y para el vaivén de 2,11%. Cuya reconocimiento preliminar, partiendo de la descripción de las características ópticas expuestas por Bellizia (1950), permitió distinguir en ambas posiciones de la ensenada, minerales como la Turmalina, Estauroлита y Rutilo.

El origen de esta mínima proporción de minerales pesados, es probable que sea producto de la incipiente meteorización de las areniscas silíceas de la Formación Barranquín e incluso por el transporte litoral en los referidos episodios de mar de fondo.

A menudo, las areniscas contienen minerales pesados de una densidad mayor a 2,85 g/cm³ (como por ejemplo circón, rutilo, turmalina, epidota, estauroлита, sillimanita, cianita, andalucita, apatito, granate, anfíbol, piroxeno y olivino) y según sea el tipo que se encuentre preservado en las rocas sedimentarias pueden indicar la litología de las rocas fuentes. (Griem y Griem, 1999).

Autores como Dickinson, et al. (1983), encontraron una relación muy estrecha entre la composición de las areniscas y el ambiente tectónico al que se asocian las grandes cuencas sedimentarias donde se depositan y advierten que la preservación de los minerales pesados, se debe justamente a la dureza propia de la roca.

Otra fuente de origen, puede ser durante los episodios de mar de fondo registrados para la zona, en los cuales el efecto del oleaje y de corrientes costeras, que traen consigo la porción de minerales pesados desde la zona Este donde predominan algunas metamórficas, es tal, que puede producir aportes de minerales pesados en el interior de la ensenada.

De igual manera, las variaciones de nivel por las mareas también son relevantes, porque grandes mareas exponen una faja mayor de playa para la acción de las olas, de allí que consecuentemente, se acumulen minerales pesados en sectores donde los vientos dominantes son oblicuos a la costa y existen corrientes marina paralelas a la costa, puesto que ambos factores promueven la deriva a lo largo de la costa. (Maksaev, 2009).

Composición mineralógica de las muestras

En términos generales, se puede afirmar que no existen diferencias en cuanto a la composición mineralógica de los depósitos en la zona de la berma y el vaivén en la ensenada Las Maritas, toda vez que, a pesar que los porcentajes suelen variar, las tendencias en cuanto al tipo de mineral se mantienen: (1) carbonatos, (2) minerales ligeros sin diferenciar (cuarzo, feldespatos, Plagioclasas, entre otros) y (3) minerales pesados.

En la zona de la berma, el material bioclástico representa en promedio el 67,62%, seguido de los minerales ligeros con el 30,64% y finalmente la fracción pesada con el 1,7% y para la zona del vaivén, se puede aseverar que la fracción orgánica, tal como ya se reportó en párrafos anteriores alcanza en promedio hasta 78,64%, con una mínima observada de 72,8% y una máxima de 83.2%; la fracción de minerales ligeros estimada es de 19,25% y los minerales pesados representan el 2,1%.

CONCLUSIONES

La ensenada Las Maritas forma parte de un conjunto de pequeñas escotaduras circunscritas a la zona costera al Este de la Península

de Manare, que se interna en el interior de la escotadura, siendo morfométricamente más anchas en la zona central y más angosta hacia los extremos y se encuentran confinadas a los relieves escarpados de la Serranía del Interior, que en su contacto con el mar, se impone en abruptas colinas de areniscas silíceas del Mesozoico Cretácico.

En general, se trata de un depósito fundamentalmente calcáreo, con condiciones de alcalinidad y moderada salinidad y cuyas evidencias sedimentológicas demuestran que el agente responsable del transporte de los granos que constituyen el depósito, no es un río o quebrada. Se considera que el oleaje es el agente responsable del transporte y acumulación del material, pero no en sus facultades cotidianas, ya que por su condición al interior de la ensenada, este tiende a ser de menor magnitud que en costas abiertas.

El material que constituye la ensenada, presenta un alto contenido de carbonato de calcio (~>65%), lo cual no puede ser considerado como un indicio de exclusividad de depósitos pleistocénicos, ya que la biota marina reportada en la actualidad para las proximidades de la Bahía de Mochima es muy rica, abarcando amplias gamas de especies de gasterópodos, bivalvos, celenterados, algas calcáreas, entre otras, que hoy por hoy, sigue constituyendo gran fuente de material bioclástico para las playas que se localizan al interior de las ensenada.

En efecto, existen reportes de la extinción de comunidades coralinas durante fenómenos de mar de fondo, y es lógico afirmar que esta perturbación al ingresar al interior de las ensenada, arroje hacia la berma buena parte de su carga.

Evidencias de fragmentos bioclásticos de distintas especies han sido encontradas entremezcladas con las arenas, y quizás por lo reciente del fenómeno que los puso en su posición actual, no han tenido tiempo de ser triturados y reducidos a la talla de arenas medias que prevalece en los depósitos.

La fracción de minerales terrígenos, constituye aproximadamente el 35% de material sedimentario, distribuidos en ~33% de minerales livianos (con predominio del cuarzo) y ~2% minerales pesados, en estos últimos predominan la Turmalina, Rutilo, Magnetita y Limonita, cuyo origen, puede identificarse en las areniscas silíceas de la Formación Barranquín, que aflora en la zona montañosa, dado el grado sub-angular de los cuarzos que revela el poco transporte al cual han estado sometidos.

REFERENCIAS

- Astudillo, A. y Salazar, D. (2009). Inameh pronostica para hoy mar de fondo en las costas. *Diario el Tiempo, el periódico del Pueblo Oriental* [Artículo en línea]. Disponible:<http://www.eltiempo.com.ve/noticias/default.asp?id=180881>[Consulta: 2010, Febrero 10]
- Bautista, M. (2006). *Manual de Metodología de Investigación*. Caracas: Talitip
- Bellizzia, A. (1950). Estudio Geológico económico de las arenas de Agüide, Estado Falcón. En *Boletín de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos 1 (2)*, p. p. 149-194
- Caraballo, L. F. (1986). Sedimentos recientes de la Bahía de Mochima, *Boletín del Instituto Oceanográfico*, Vol 7. Universidad de Oriente, N° 2 pp. 45-64.
- Dickinson, W., Beard, S., Brakenridge, R., Erjavec, J., Ferguson, R., Inman, K., Knepp R., Lindberg, A., Ryberg, P. (1983). Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. En: *Geological Society of America Bulletin*. [Artículo en línea]. 94(2), 222-235. Disponible:<http://www.scielo.org.ar/scieloOrg/php/reflinks.php?rftpid=S18514979200600020000200017&Ing=es&pid=S185149792006000200002> [Consulta: 2009, Diciembre 15]
- González, C., Iturralde, J. y Picard, X. (1980). *Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas*. Caracas – Venezuela: Ediciones FONINVES
- Griem, W. y Grien, K. 1999). *Rocas sedimentarias clásticas*. [Artículo en línea] Disponible:<http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap05d.htm>: [Consulta: 2009, Diciembre 21]

-
- Henao, J. (1998). Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Santa Fe de Bogotá, Colombia. Universidad Santo Tomás
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2004). *Metodología de la Investigación*. Chile, McGraw – Hill. [Artículo en línea] Disponible: <http://www.igd.fhg.de/www/www95/papers/89/paper.html>: [Consulta: 2005, Agosto 21]
- Informe24.com. (2009). Peces muertos y residuos de basura dejó mar de fondo en Lechería. *Informe24.com, periódico digital* [Periodico en línea] Disponible: <http://diariodenoticias1.wordpress.com/2009/03/10/peces-muertos-y-residuos-debasura-dejo-mar-de-fondo-en-lecheria/> [Consulta: 2010, Febrero 10]
- 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., y González, L. (1979). *Seminario II de Geografía (Física) compilación de recursos utilizados*. Caracas: Autor
- Lara, S., Suárez, C. y Marcucci, E. (1997). *Atlas Morfodinámico Costero de Venezuela*. Caracas: UPEL-IPC-Subdirección de Investigación y Postgrado. (pp 72)
- Maksaev, V. (2009). *Procesos sedimentarios: Depósitos alóctonos*. [Artículo en Línea]. Disponible: <http://www.cec.uchile.cl/~vmaksaev/PLACERES.pdf> [Consulta: 2009, Diciembre 15]
- 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* (pp 184-237). Caracas: Fundación Empresas Polar
- Ministerio de Obras Públicas – Dirección de Cartografía Nacional (1963). *Hoja 7347-III-SE* [Escala 1:25000]. Caracas, Venezuela: Autor
- Ministerio de Obras Públicas – Dirección de Cartografía Nacional (1964). *Cumaná, hoja 7347*. [Escala 1:100000]. Caracas, Venezuela: Autor
- PDVSA-INTEVEP (1996). Código Estratigráfico de Venezuela: Grupo Sucre. En *Petróleos de Venezuela y el Instituto de Tecnología Venezolana para el Petróleo* [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.pdvsa.com/lexico/s69w.htm> [Consulta: 2009, Agosto 16]

- Pellegrini, A. (2004). *Textura y color del suelo*. [Artículo en línea], Disponible: [www.agro.unlp.edu.ar/departamentos/edafologia/tp3\(2004\).doc](http://www.agro.unlp.edu.ar/departamentos/edafologia/tp3(2004).doc) [Consulta: 2009, Febrero 07]
- Roa, P. y Berthois, L. (1975). *Manual de Sedimentología*
- Sant, S., Méndez, E., y Prieto, A. (2001). Comparación de la composición y estructura de una comunidad coralina después del fenómeno de mar de fondo en el Parque Nacional Mochima, Estado Sucre, Venezuela [Documento en Línea]. Ponencia presentada en el IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar, San Andrés Isla- Colombia. Disponible: <http://www.alicmar.org/congresos/documentos/noveno/Biodiversidad/Arrecifes%20coralinos/341.PDF> [Consulta: 2009, Febrero 07]
- Ugas, C. (1997). *Ensayos de laboratorio en mecánica del suelo. Discusión- evaluación crítica y procedimientos*. Caracas
- USDA (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo* [Libro en Línea]. Disponible: <http://soils.usda.gov/sqi/assessment/files/KitSpanish.pdf> [Consulta: 2008, Agosto 20]

