

## **Estudio geomorfológico y sedimentológico de la Bahía de Macama, estado Falcón**

Geomorphological and sedimentological  
study of Macama Bay, Falcón state

**Niorkalys Moreno**  
niorkalys@gmail.com

**Universidad Pedagógica Experimental Libertador**  
**Instituto Pedagógico de Caracas**

Recibido en mayo de 2013 y publicado en septiembre 2013

### **RESUMEN**

*El propósito fue analizar las características geomorfológicas y sedimentológicas de la Bahía de Macama a partir de la recolección de muestras de sedimentos y registro fotográfico en campo. Las muestras se sometieron a análisis físico (granulometría y morfoscopia) y químico (contenido de carbonato de calcio). Los resultados indican que se trata de un ambiente de acumulación representado por la playa, con una extensión aproximada 2.8 kilómetros por 16.64 metros. El análisis sedimentológico indica que el depósito está constituido por partículas de arenas media con una predominancia hacia las arenas finas, bien seleccionadas, de granos desgastados o subangulares y constituido en un 65% por  $\text{CaCO}_3$ . Se trata de un ambiente con un activo proceso de sedimentación, favorecido por la deriva litoral y por las condiciones topográficas que ofrecen las condiciones para el desarrollo de la playa en la parte interna del saliente por efecto de refracción del oleaje.*

**Palabras clave:** estado Falcón; Bahía de Macama; geomorfología; sedimentología

### **ABSTRACT**

*The purpose was analyze the geomorphological and sedimentological characteristics of Macama bay, from the collection of sediment samples*

*and photographic record in field. The samples underwent physical analysis (granulometry and morphology) and chemist (content of calcium carbonate). The results indicate that it is a storage environment represented by beach, with an area of approximately 2.8 kilometers by 16.64 meters. Sedimentological analysis indicates that the reservoir is formed by median sand particles with predominance toward fine sands, well chosen, worn or subangular grains and constituted 65% of CaCO<sub>3</sub>. It is an environment with an active process of sedimentation, favored by the littoral drift and by the topographic conditions, providing circumstances for the development of the beach on the inside of the projection by refraction effect the surf.*

**Key words:** *Falcon state; Macama bay; geomorphology; sedimentology*

## INTRODUCCIÓN

Venezuela, un país tropical, con una franja costera que sobrepasa los 3.800 kilómetros posee un sin número de ambientes que resultan de gran atractivo tanto para la recreación como para el estudio científico. En toda su extensión se puede evidenciar el trabajo realizado por la naturaleza en millones de años.

Los ambientes costeros han sido estudiados por varios autores y bajo diferentes enfoques, resultando en un amplio conocimiento de la formación y dinámica de los mismos. Para el caso de la Península de Paraguaná, se han realizado diversos trabajos que van desde el estudio de las geoformas hasta la descripción de aspectos climatológicos, hidrográficos y fitogeográficos, siendo ejemplo de esto los realizados por Cartaya (1999), Moreno (2000), Méndez y Cartaya (2001), Romero (2002), Lara y González (2007).

La investigación tiene como propósito analizar las características geomorfológicas y sedimentológicas de la Bahía de Macama, a fin de desarrollar un modelo que permita comprender la dinámica de la costa en este sector del estado Falcón.

Por ser una bahía, la geomorfología costera depende de la interacción y dinámica de factores hidrológicos, geológicos, climáticos y ecológicos,

como lo establece Romero (2002), las costas constituyen el espacio límite entre la tierra y el mar y constantemente tienden a transformarse debido a las corrientes marinas, las mareas, el oleaje, la erosión y las fluctuaciones del mar. Además, señala que los procesos dinámicos que imperan en la franja litoral modelan constantemente las costas, aseverando que cuando es el hombre quien los ocasiona, los daños pueden llegar a ser irreparables.

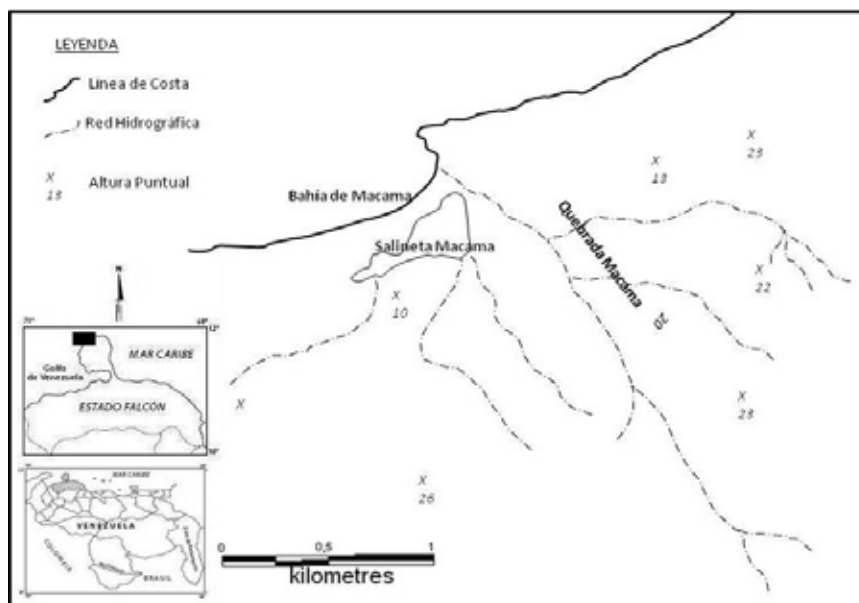
Debido a la localización del área en estudio, el término bahía requiere de mayor atención. En este caso, Vila (s/f), la define como la “entrada del mar en la costa, de extensión considerable y con resguardo y fondo apropiado para que pueda recibir y abrigar embarcaciones. La entrada es ancha, de aquí que proporcione menos abrigo que el puerto”.

Por su parte, Monkhouse (1978), emplea el término para referirse a la “escotadura amplia y curva abierta en la tierra por el mar o por un lago” y advierte que estás, y “siguiendo un criterio jerárquico de aberturas costeras, es más grande que una ensenada y más pequeña que un golfo” para lo cual, “se traza una línea recta entre los promontorios naturales de cada lado de la escotadura y el área (...) se considera una bahía si es tanto o más grande que un semicírculo cuyo diámetro fuese igual a la línea delimitada”. A su vez, Pedreáñez (2001), señala que se trata de una concavidad o ensenada de relativa superficie que forma el mar al penetrar en la costa.

En definitiva en esta investigación se entenderá como bahía, la entrada de mar en la costa morfológicamente irregular y profunda, que suelen estar delimitadas por promontorios de rocas a cada lado, los cuales generan un efecto de protección ante los embates del oleaje al interior de la escotadura (general dicho efecto se evidencia en las permanentes mareas bajas y el suave oleaje) y que cumplen con el criterio propuesto por Monkhouse (ob. cit), referido a la diferencia de proporciones entre la línea recta de los promontorios y el área que estos encierran.

La bahía de Macama se encuentra ubicada en la costa nor-occidental de la Península de Paraguaná, en el estado Falcón (Figura 1). En lo político-

administrativo, el área está bajo la jurisdicción del Municipio Falcón de la referida entidad. En cuanto a su localización geoastronómica se ubica entre los paralelos 12°06'36" y 12°06'12" de latitud Norte y los meridianos de los 70°08'43" y 70°10'02" de longitud Oeste.



**Figura. 1.** Localización de la bahía de Macama, en el contexto Nacional y Regional. Mapa Base: Hoja Guaimu (N° 6152) de la dirección de Cartografía Nacional del Ministerio de Obras Públicas, 1990. Caracas. Escala 1:25000.

De acuerdo a su geomorfología, esta región, corresponde a un elemento cratónico que fue preservado de las incursiones marinas, mientras se acumulaban los sedimentos terciarios que forman el anticlinario de Falcón. En efecto, según COPLANARH (1975), del terciario sólo se observan pliegues suaves y mal definidos que litológicamente se reduce a rocas ígneas del Cerro Santa Ana (gabros y basaltos), al complejo metamórfico del Jurásico-Cretáceo de la Fila de Monte Cano y varios depósitos Mio-Pliocenos sub-tabulares.

El clima que caracteriza la bahía de Macama es el BSh (Clima Tropical Semiárido) presentando una temperatura media anual de 28,5°C con

promedios mensuales superiores a los 27°C para una amplitud térmica anual estimada de 1°C, resultando en un tipo isotérmico. En cuanto al régimen de precipitación, se puede afirmar que las lluvias son por lo general escasas, con montos anuales estimados en 203 mm anuales, clasificando como semiárido según las categorías pluviométricas de Goldbrunner (citado por Foghin, 2002).

En cuanto al régimen de precipitación, se puede afirmar que las lluvias son por lo general escasas, con montos anuales estimados en 203 mm anuales, clasificando como semiárido según las categorías pluviométricas de Goldbrunner (citado por Foghin, ob. cit.). Debido a la diferencia entre el monto de precipitación y evaporación, se puede señalar que en el área de estudio se presenta un déficit hídrico anual estimado de 1847 mm característico de este tipo de clima.

Tomando en cuenta la temperatura y la escasa precipitación, el área se caracteriza por una extrema aridez observándose dos formaciones vegetales, la primera de ellas identificada como sabana psámofila por Tamayo (1964) y vegetación xerófita típica de las zonas áridas y semiáridas caracterizadas por cardonal y espinar (Huber y Alarcón, 1988).

## **MÉTODO**

La investigación se enmarca dentro de la modalidad de campo, según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2008). Presenta un carácter descriptivo, definido por Arias (1999), como aquella que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual de un hecho o fenómeno que se esté observando.

### **Fases de la Investigación**

#### ***Fase de campo***

Esta tiene como propósito el registro fotográfico del área de interés referido fundamentalmente a las condiciones de la vegetación, relieve

y morfología de la bahía, así como, el muestreo de los sedimentos superficiales de manera probabilística y sistemática, lo cual supone que una vez conocida la totalidad del área de estudio, se escogen las muestras de manera aleatoria a través de intervalos prefijado. (Bautista, 2006).

En efecto, para la recolección de muestras se trazaron transeptos longitudinales en la zona de berma y a partir de estas se recolectaron muestras de sedimentos a lo largo de la bahía. El punto de partida del transepto se ubicó en el extremo Norte de la bahía en Punta Macama seleccionando progresivamente la muestra hasta llegar al punto final cercano al extremo Sur.

### **Fase de laboratorio**

Para iniciar la fase de laboratorio, las muestras fueron sometidas a análisis granulométrico a través del método de tamizado en seco según el protocolo propuesto por González (1990), que permitió definir los valores necesarios para la construcción de la curva acumulativa semilogarítmica (curva granulométrica) obligatoria para establecer los parámetros estadísticos de tendencia central, selección, asimetría y curtosis.

El análisis morfooscópico de los sedimentos se utilizó para determinar el nivel de desgaste de los granos de arenas, asociándolo según su grado de evolución al tiempo de transporte y al agente responsable. Bajo el binocular, se procedió a la captura de imágenes fotográficas de la muestra, las cuales fueron posteriormente cotejadas con la escala propuesta por Cailleux (citado por Roa y Berthois, 1975).

En cuanto al análisis químico de los sedimentos se utilizó el método de digestión de carbonato a fin de verificar de manera indirecta, según sea la proporción de carbonato de calcio, el origen del material que constituye la muestra.

## **RESULTADOS**

### **Caracterización geomorfológica**

La Bahía de Macama se encuentra en una planicie costera, donde se registran alturas menores a los 30 msnm, esta planicie alberga el desarrollo de la laguna costera, la cual se trata de un cuerpo de agua somera ubicada paralelamente a la costa en una zona micro-mareal donde la comunicación con el mar abierto se hace a través de una boca que interrumpe la barrera de arena.

Según Lara y González (2007), las lagunas costeras son ambientes complejos e inestables por la dinámica de su evolución geológica, características físico-químicas y ocurrencia de fenómenos climáticos, que las hacen susceptibles al cambio en períodos cortos. Este principio se evidenció en campo, donde se observó el crecimiento de la quebrada Macama y la subsecuente comunicación de la laguna con el mar. Cabe destacar que debido a las condiciones climáticas, esta planicie permanece seca o con aguas poco profundas durante gran parte del año lo que lleva a dejar el material expuesto y sin vegetación permitiendo incrementar la acción erosiva del agua durante el desarrollo de las precipitaciones eventuales, así como el aumento del aporte de sedimentos a la bahía.

Esta bahía presenta una forma alargada, con aproximadamente unos 2,8 kilómetros de largo y en promedio, 16,64 metros de ancho (con un máximo de 29, 53 metros en la zona central y un mínimo de 7,16 metros en el extremo sur) medidos en la zona de la berma. (Cuadro 1). La bahía está conformada por un cordón litoral que representa una gran unidad geomorfológica abarcando a su vez el ambiente depositacional tipo playa.

**Cuadro 1.** Distancia desde el límite de la Berma hacia la zona de Vaivén en la Bahía de Macama

Punto de Medición	Latitud	Longitud	Distancia desde el límite de la Berma (metros)
1	12°06'36"	70°08'43"	16,54
2	12°06'32"	70°08'45"	21,20
3	12°06'27"	70°08'51"	21,03
4	12°06'23"	70°09'02"	29,53
5	12°06'21"	70°09'10"	14,34
6	12°06'18"	70°09'36"	15,71
7	12°06'15"	70°09'56"	7,67
8	12°06'12"	70°10'02"	7,16

En relación con las barreras o cordones litorales, Marcucci (2002\_a) menciona que esta última es un depósito costero de morfología alargada, dispuesto paralelamente a la costa, formada por gravas, arenas y bioclastos acumulados por la acción del oleaje en la línea de la rompiente asociada al transporte sedimentario de la corriente litoral predominante. El desarrollo de la forma topográfica de barrera litoral está asociado al oleaje que rompe oblicuamente en la costa, generando la deriva litoral mediante la cual se produce un transporte de sedimentos en sentido oblicuo y ascendente en la playa.

Sobre el cordón litoral se observa el desarrollo de dunas costeras, las cuales son definidas por Lara, Suárez y Marcucci (1997), como lomas de sedimentos no consolidados, generalmente conformadas por arena, transportadas y depositadas por el viento. Estos montículos no sobrepasan el metro de altura y se ubican hacia el extremo sur, su disposición es paralela a la dirección de los vientos predominantes (NE) y oblicuas a la línea de costa, no son activas pues están recubiertas por vegetación rastrera como se evidencia en la figura 2.





**Figura 2.** Dunas costeras en la bahía de Macama. Ubicada en el extremo sur de la bahía.

Considerando la acción del oleaje como agente modelador de la costa, se observa la formación de microacantilados, producto del oleaje alto ocasionado por las precipitaciones extraordinarias registradas en días anteriores en el área. Estas formaciones poseen una altura aproximada de 25 cm y se ubican en el extremo norte de la bahía (figura 3).

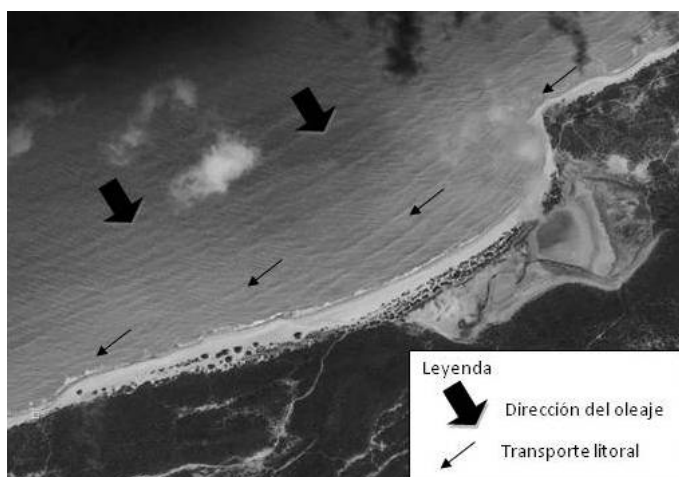


**Figura 3.** Microacantilado en la Bahía de Macama. Obsérvese la acumulación de arena sobre la terraza marina.

La anchura del cordón litoral se dispone en mayor proporción cercano al flanco sur, la zona de mayor acumulación de sedimentos está en la zona central, y disminuye progresivamente su espesor hacia el flanco norte donde se ubica la Punta Macama y la boca de la laguna. De igual manera, se destaca la interrupción del depósito debido a la existencia del levantamiento de una terraza en el flanco sur de la bahía.

Es necesario tomar en cuenta que el transporte de los sedimentos es controlado por la dirección general de las corrientes hacia el suroeste, responsable del desarrollo de la barrera litoral y cierre en periodo de sequía de la boca de la salineta de Macama.

En la figura 4, debido a la tonalidad más clara en la zona de contacto del mar con el continente, se aprecia el transporte de los sedimentos en suspensión dirigidos hacia el suroeste. La fuente de suministro para este transporte litoral, obedece a la acumulación eólica ubicada al este del área de estudio, la cual se ha favorecido por las condiciones semiáridas predominantes y la acción de los vientos Alisios del noreste. En este caso, estas acumulaciones se incorporan al aporte fluvial de los ríos Tocuyo, Hueque y Ricoa los cuales descargan casi 50x10<sup>6</sup> toneladas/año además del aporte de la quebrada Macama que por razones climáticas es muy limitado.



**Figura 4.** Dirección del oleaje y Transporte litoral en la bahía de Macama. Obsérvese el recorrido del transporte litoral paralelo a la costa.

Lo anterior debe ser interpretado como un indicador del patrón de distribución de los sedimentos y de su agente responsable. Se consideran fuente de sedimentos los aportes provenientes de las terrazas marinas, que se encuentran en proceso de erosión marina a causa del oleaje incidente en épocas de marea alta, y reforzado por la disposición de las mismas respecto al oleaje.

Como fue mencionado, otra fuente de sedimentos la constituyen los ríos Tocuyo, Hueque y Ricoa sugiriéndose la posibilidad de un importante aporte de la deriva litoral como fuente de sedimentos y la acción del oleaje como agente que en el interior de la bahía, es capaz de redistribuir los granos, siguiendo su patrón de circulación con orientación N-S.

El desarrollo y consolidación del depósito de sedimentos se ha favorecido gracias a las condiciones topográficas, pues Punta Macama ofrece condiciones de protección o efecto de "sombra". Además, el relieve con cotas inferiores a los 30 m.s.n.m., la extensión de la plataforma continental y la costa baja actúan también como condicionantes del origen del depósito tipo playa.

En este sentido, Carranza y Caso (1994), advierten que la playa es un ambiente altamente variable, por lo cual su descripción sólo tiene vigencia para el momento de su estudio o muestreo, por lo que no se descarta la posibilidad que estas condiciones cambien al alterarse alguno de los factores responsables del equilibrio dinámico de la bahía.

### **Caracterización sedimentológica**

En general, la zona presenta una gran uniformidad granulométrica, ya que el depósito está constituido fundamentalmente por partículas del tamaño de las arenas con un diámetro entre 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 sí, lo que aumenta la permeabilidad y por lo tanto son pobres almacenadores de agua, debido a su baja

Muestra	Peso Inicial	Nº de Tamiz						Bandeja
		35	60	80	120	170	230	
1	40.05	0.78	14.73	19	5.34	0.12	0.05	0.03
2	40.04	0.98	21.71	14.94	2.32	0.07	0.02	---
3	40.01	0.19	16.36	19.9	3.37	0.09	0.07	0.03
4	40.02	1.05	19.36	17.37	2.10	0.07	0.05	0.02
5t	40.01	2.03	20.66	14.76	2.53	0.02	0.01	---
5b	40.02	2.04	20.75	14.59	2.51	0.07	0.04	0.02
5v	40.02	0.62	18.81	17.74	2.68	0.09	0.06	0.02
6t	40	0.09	10.3	21.12	7.12	1.25	0.12	---
6b	40.05	1.70	20.02	14.5	3.46	0.24	0.07	0.06
6v	40.05	4.62	17.71	13.46	3.81	0.40	0.05	---
7	40.01	1.74	26.17	10.45	1.48	0.13	0.03	0.01
8	40.01	0.32	10.71	21.13	7.01	0.76	0.05	0.03

Figure 1 consists of two graphs, (a) and (b), showing the dependence of the degree of polymerization ( $P_n$ ) on the degree of substitution (DS). Both graphs have a y-axis labeled  $P_n$  ranging from 0 to 100 and an x-axis labeled DS ranging from 0 to 4. Graph (a) is for poly(vinyl alcohol) (PVA) and graph (b) is for poly(vinylidene fluoride) (PVDF). Both graphs show a linear increase in  $P_n$  with DS, with a slight deviation at higher DS values.

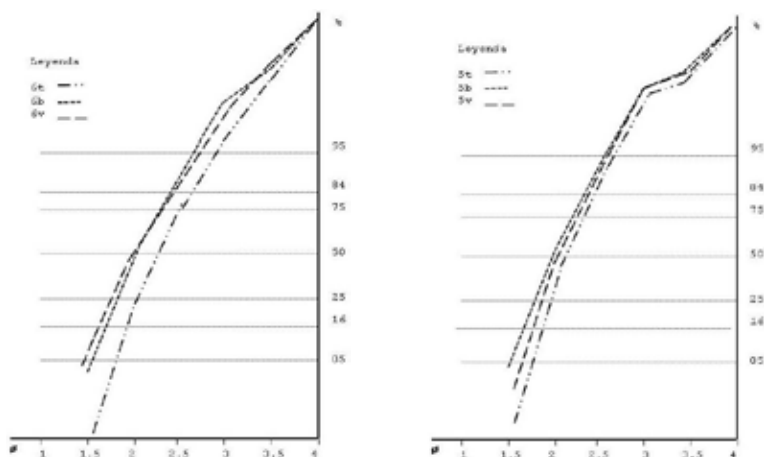
**Graph (a) - PVA:**

DS	$P_n$ (Series 3)	$P_n$ (Series 4)
1.5	10	10
2.0	40	40
2.5	70	70
3.0	90	85
3.5	95	90
4.0	100	100

**Graph (b) - PVDF:**

DS	$P_n$ (Series 1)	$P_n$ (Series 2)
1.5	10	10
2.0	40	40
2.5	70	70
3.0	90	85
3.5	95	90
4.0	100	100

176



**Gráfico 2.** Curvas granulométricas de las muestras de los puntos 5 y 6, correspondientes a las zonas de tormenta (t), berma (b) y vaivén (v) en la Bahía de Macama.

El cuadro 3 sintetiza la distribución porcentual de los distintos diámetros de las arenas, y revelan que la referida dominancia de las arenas, presenta variaciones que van desde la arena gruesa hasta la arena muy fina, con una tendencia predominante a la arena media, lo que permite inferir que las arenas han sido depositadas por un agente con poder de transporte constante y sostenido como el oleaje.

**Cuadro 3.** Distribución Porcentual de las Arenas en las Muestras de la Bahía de Macama

Arenas	Gruesa	Media	Fina	Muy Fina
Muestras	%	%	%	%
1	1.9	84.2	13.6	0.1
2	2.4	91.5	5.9	0.04
3	0.4	90.6	8.6	0.1
4	2.6	91.8	5.4	0.1
5t	0.4	90.6	8.6	0.1
5b	5.1	88.3	6.4	0.1
5v	1.5	91.1	6.9	0.3
6t	0.2	78.5	20.9	0.3
6b	4.2	86.3	9.2	0.1
6v	11.5	77.8	10.5	0.1
7	4.3	91.5	4.02	0.07
8	0.8	79.6	19.4	0.1
Media	2.9	86.8	9.9	0.12

\* zonas de tormenta (t), berma (b) y vaivén (v)

En cuanto a la Tendencia Central, las arenas presentes en las muestras del área poseen un rango que oscila entre 1.91 y 2.26. Este rango clasifica a los sedimentos como arena media, según la escala de Krumbrein y Pettijohn (ob. ci). Además, el resultado revela una promedio de Ø 2.05 indicativo de un material constituido en más de 50% por arena media (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Tendencia Central de las Arenas Localizadas en la Bahía de Macama

Muestra	1	2	3	4	5t	5b	5v	6t	6b	6v	7	8	Media
Mz	2.12	1.99	2.1	2.01	2.09	1.94	2.03	2.26	2	1.99	1.91	2.2	2.05
Tendencia						Arena Media							

\*zonas de tormenta (t), berma (b) y vaivén (v)

El Coeficiente de Selección presenta según la escala culitativa como bien seleccionada, lo cual puede ser explicado a través del papel que ejerce el oleaje como agente responsable del transporte y la sedimentación que constituye el depósito, gracias a su continuo movimiento que le permite reclasificar las partículas de arena, favoreciendo una mejor selección (cuadro 5)

**Cuadro 5.** Coeficiente de Selección de las Arenas Localizadas en la Bahía de Macama

Muestra	1	2	3	4	5t	5b	5v	6t	6b	6v	7	8	Media
I	0.38	0.33	0.30	0.32	0.32	0.38	0.41	0.4	0.43	0.5	0.32	0.4	0.37
Selección						Bien Seleccionada							

\*zonas de tormenta (t), berma (b) y vaivén (v)

En el cuadro 6 se muestran los resultados obtenidos en la asimetría los cuales tienen un rango de 0.06 a 0.2 demostrando que al comparar los extremos de la muestra predominan las arenas finas sobre las gruesas que puede ser producto de la mezcla de partículas de limo provenientes de la salineta de Macama ubicada detrás de la bahía.

**Cuadro 6.** Coeficiente de asimetría de las arenas localizadas en la bahía de Macama

Muestra	1	2	3	4	5t	5b	5v	6t	6b	6v	7	8	Media
SK	0.1	0.19	0.12	0.08	0.13	0.2	0.18	0.16	0.3	0.08	0.14	0.06	0.14
Asimetría	Hacia lo fino												

\*zonas de tormenta (t), berma (b) y vaivén (v)

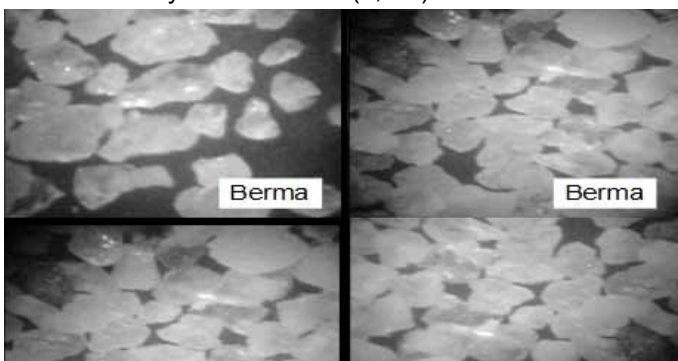
Con relación a la Curtosis, los resultados indican que independientemente del punto en la bahía, el material está mejor seleccionada en el centro de la muestra que en los extremos. Presentando un rango de 0.95 a 1.06 catalogada como leptocúrtica (cuadro 7)

**Cuadro 7.** Coeficiente de Curtosis de las arenas localizadas en la Bahía de Macama

Muestra	1	2	3	4	5t	5b	5v	6t	6b	6v	7	8	Media
k	0.95	1.01	1.03	0.98	0.97	1.06	1.02	1.02	1.01	1	0.97	1.04	1.005
Curtosis	Leptocúrtica												

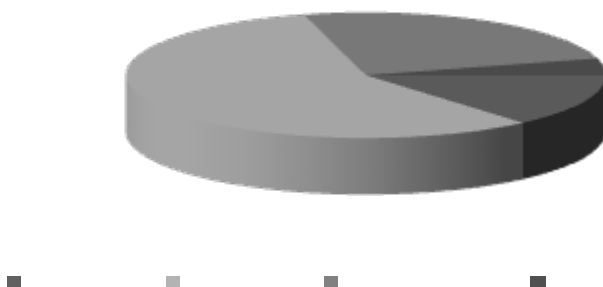
\*zonas de tormenta (t), berma (b) y vaivén (v)

Referente a la morfología de los granos, las muestras observadas pertenecientes a la bahía de Macama, corresponden al sector de berma. Tal como muestra la figura 5, existe una predominancia de los granos desgastados o subangulares con (57,2%), seguido por partículas con formas redondeadas (24,9 %), formas angulosas (13,7%) y una menor porción con bordes muy redondeados (4,3%).



**Figura 5.** Fotografías Microscópicas (x45) de las Arenas de la Zona de Berma, Bahía de Macama

El gráfico 3 y el cuadro 8 permite afirmar, que el agente responsable del depósito de los sedimentos, no fue capaz debido al tiempo de desgastar los ángulos de las partículas, lo que se traduce en granos que no han sido lo suficientemente trabajados, posiblemente porque el recorrido desde su lugar de origen hasta el área de la berma no es considerable. Además, debe tomarse en cuenta que existe un porcentaje importante de partículas redondeadas lo que puede estar asociado al aporte de sedimentos por parte de la quebrada Macama.



**Gráfico 3.** Distribución porcentual de los granos de arena, según su morfología. Bahía de Macama.

**Cuadro 8.** Distribución absoluta y porcentual de la morfología de los granos de arenas, en la berma, Bahía de Macama

Muestra	N° de granos	Anguloso		Gastados		Redondeados		Muy redondeados	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1	46	4	8,6	28	60,8	12	26,3	2	4,3
3	37	6	16,2	21	56,7	9	24,3	1	2,7
5	32	4	12,5	19	59,3	8	25	1	3,1
6	44	7	15,9	23	52,2	12	27,2	2	4,5
7	43	6	13,9	25	58,1	10	23,2	3	6,9
8	46	7	15,2	26	56,5	11	23,9	2	4,3
<b>Media</b>	41,3	6,6	<b>13,7</b>	23,6	<b>57,2</b>	10,3	<b>24,9</b>	1,8	<b>4,3</b>

A partir de los valores de  $\text{CaCO}_3$  reconocidos en las muestras de sedimentos, mediante la prueba de calcimetría, se puede afirmar que las partículas que conforman el depósito tipo playa en la bahía de



Macama, están constituidas fundamentalmente por bioclastos, cuyo origen puede estar asociado a las terrazas marinas que constituye la base de la acumulación de sedimentos. En la figura 6 se puede observar el desmantelamiento de la terraza por causa de la erosión marina.



**Figura 6.** Terraza erosionada por la acción del oleaje en la Bahía de Macama.

En efecto, en toda la extensión del perfil de playa, el contenido de Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) supera el 65% del material por lo que se concluye que la mayor parte de estas partículas, por lo general fueron desprendidas de la plataforma que constituye la terraza marina durante episodios de mar de fondo y transportadas por el oleaje alterado, hasta su ubicación actual (cuadro 9)

En este caso es importante destacar que el origen del material que constituye una bahía, va a depender de diversos factores físicos y antrópicos que actúen finalmente como agentes capaces de trasportar y acumular dicho material. Es válido resaltar que dentro de los factores físicos se encuentran: (a) las condiciones climáticas y fundamentalmente de precipitación, que permitan la configuración de una (b) una red de drenaje capaz de erosionar material en la cuenca, para luego trasportarlo hasta la zona de acumulación en la parte cóncava de la bahía, (c) el aporte

marino, asociado fundamentalmente al oleaje, a los procesos de refracción y difracción del oleaje y a la deriva litoral.

**Cuadro 9.** Contenido de  $\text{CaCO}_3$  presentes en las Muestras de Sedimentos de Bahía de Macama

Muestra	Peso inicial gr	Peso final	Digestión	% $\text{CaCO}_3$	Clasificación (Fabry)
1	2.00	0.7	1.3	65.00	Muy Carbonatadas
3	2.00	0.6	1.4	70.00	Muy Carbonatadas
5	2.00	0.5	1.5	75.00	Muy Carbonatadas
6	2.00	0.8	1.2	60.00	Muy Carbonatadas
7	2.00	0.6	1.4	70.00	Muy Carbonatadas
8	2.00	0.8	1.2	60.00	Muy Carbonatadas
<b>Media</b>	<b>2.00</b>	<b>0.51</b>	<b>1.3</b>	<b>66.66</b>	<b>Muy Carbonatadas</b>

Considerando lo descrito por Marcucci (2002\_b) se puede explicar que la génesis de la referida acumulación viene dada por el rompimiento de la ola y el traslado del agua con sedimentos en suspensión hacia el entrante de la bahía, esta pierde velocidad por fricción y efectos gravitacionales, por lo que tiende a depositar la arena.

De lo anterior y según el criterio propuesto por Holmes y Holmes (1980); Lefevre\_Balleydier (2003) y Méndez (2006), basado en la procedencia de los materiales dominantes, se puede proponer que se debe a un depósito biógeno, referido a un ambiente constituido por una fracción dominante (> 50%) de Carbonatos, fragmentados o triturados, asociados a restos de organismos marinos (algas calcáreas, valvas o conchas de animales y esqueletos o fragmentos de corales).

## CONCLUSIONES

La bahía de Macama se encuentra ubicada en la costa nor-occidental de la Península de Paraguaná, en el estado Falcón. La dinámica actual del ambiente costero estudiado se encuentra asociada a la acción de agentes morfodinámicos, marinos-costeros, continentales y climáticos.

En el área de estudio se pudo identificar el ambiente de acumulación representado por la playa, la cual tiene una extensión aproximada 2,8 kilómetros de largo y en promedio, 16,64 metros de ancho. Delimitada por la punta de Macama ubicada en el sector noreste y en el suroeste por el levantamiento de una terraza marina. Este depósito corresponde al cordón litoral, responsable del cierre de la boca de la salineta en periodo de sequía.

Sobre el cordón litoral, en el extremo Sur, se desarrollan dunas costeras con una disposición paralela a la dirección de los vientos predominantes (NE) y oblicuas a la línea de costa, poseen una altura inferior a los 75 cm y no son activas pues están recubiertas por vegetación rastrera. Además, se observó la formación de microacantilados en el extremo Norte de la bahía, los mismos poseen una altura de 25 cm aproximadamente, originados como producto del oleaje alto ocasionado por las precipitaciones extraordinarias registradas en días anteriores en el área.

Asociada a la bahía, se encuentra el desarrollo de la salineta, la cual posee un comportamiento adaptado a las condiciones climáticas del área, actuando como una laguna ante las precipitaciones y como una salineta en ausencia de ellas, es decir durante gran parte del año.

Las condiciones pluviométricas deficitarias y la alta temperatura todo el año, explican que el drenaje superficial presente un desarrollo limitado. Siendo significativo su aporte sedimentológico sólo en condiciones húmedas eventuales, como el observado en campo mediante el crecimiento repentino del caudal de la quebrada Macama ocasionado por la acción de precipitaciones extraordinarias. Estas condiciones climáticas, también son fundamentales en el desarrollo de las especies vegetales. La vegetación imperante en el área de estudio corresponde a la vegetación xerófita típica de las zonas áridas y semiáridas caracterizadas por cardonal y espinar donde se puede nombrar los cardones (*Cereus hexagonus*), las tunas (*Opuntia Caribaea*) y el Cují Yaque (*Prosopis juliflora*).

Por otra parte, como resultado del análisis sedimentológico, se establece que el depósito está constituido fundamentalmente por partículas del tamaño de las arenas. Presentando variaciones que van desde la arena gruesa hasta la arena muy fina, con una tendencia predominante a la arena media, lo que permite inferir que las arenas han sido depositadas por un agente con poder de transporte constante como el oleaje, que en esta zona se generan gracias a la acción de los vientos Alisios.

Los parámetros estadísticos revelan que la tendencia central posee una promedio de  $\phi$  2.05 indicativo de un material constituido en más de 50% por arena media. El coeficiente de selección resultó como bien seleccionada.

En cuanto a la asimetría, los resultados obtenidos demostraron que al comparar los extremos de la muestra predominan las arenas finas sobre las gruesas que puede ser producto de la mezcla de partículas de limo provenientes de la salineta de Macama ubicada detrás de la bahía.

En relación a la curtosis, los resultados indican que independientemente del punto en la bahía, el material está mejor seleccionada en el centro de la muestra que en los extremos. Presentando un rango de 0.95 a 1.06 catalogada como leptocúrtica.

En la bahía predominan granos desgastados o subangulares y partículas con formas redondeadas. Lo cual responde posiblemente a que el recorrido desde su lugar de origen hasta el área de la berma no es considerable o que debido al tiempo el agente no pudo desgastar los ángulos de las partículas, lo que se traduce en granos que no han sido lo suficientemente trabajados.

El contenido de  $\text{CaCO}_3$  de las muestras supera el 65% del material por lo que se considera está constituida por bioclastos, infiriendo que es material desprendido de la plataforma que constituye la terraza marina durante episodios de mar de fondo y transportadas por el oleaje alterado, hasta su ubicación actual.

En consideración de los resultados obtenidos se establece que este borde costero se encuentra sometido constantemente a un activo proceso de sedimentación, condicionado principalmente por la alta y constante velocidad del viento, y en consecuencia por la deriva litoral. Además, las condiciones topográficas de protección que ofrece Punta Macama propicia el desarrollo de la playa en la parte interna del saliente por efecto de la refracción del oleaje.

## REFERENCIAS

- Arias, F. (1999). *El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración*. Caracas: Editorial Episteme
- Bautista, M. (2006). *Manual de Metodología de Investigación*. Caracas: Talitip
- Carranza, A. y Caso, M. (1994). Zonificación del perfil de playa. *Boletín Informativo del área de Ciencias de la Tierra, UNAM*, 2 (2), 26-32
- Cartaya, S. (1999). *Estudio Geomorfológico del Estuario del Río Hueque. Costa Nororiental del Estado Falcón. Venezuela*. Trabajo de Grado de Maestría. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- COPLANARH. (1975). *Estudio Geomorfológico de las Regiones Costa Nor-Occidental, Centro-Occidental y Central (Sistema Montañoso Nor-Occidental)*. Publicación N° 44. Caracas: Autor
- Foghin, S. (2002). *Tiempo y Clima en Venezuela: Aproximación a una geografía climática del territorio venezolano*. Estado Miranda – Venezuela: UPEL-IPMJMSM Colección clase magistral
- González, L. (1990). Análisis Granulométrico Comparativo entre Dunas Continentales y Dunas Costeras. *Revista Geográfica de Venezuela*, 31. 5-44
- Holmes, A. y Holmes, D. (1980). *Geología Física*. Barcelona- España: Ediciones Omega
- Huber, O. y Alarcón, C. (1988). *Mapa de Vegetación de Venezuela*. [Escala 1:200000] Caracas, Venezuela: Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables

- Krumbein, W. y Pettijohn, F. (1938). *Manual of sedimentary petrology*, Appleton-Century-Crofts Ed., 549 pag
- Lara, S., Suárez, C. y Marcucci, E. (1997). *Atlas morfodinámico costero de Venezuela*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas, Venezuela
- Lara, S. y González, L. (2007). Evolución geomorfológica de la planicie lodosa de La Macolla, Península de Paraguaná, Estado Falcón, Venezuela. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 62, 7-30
- Leffevre\_Balleydier, A. (2003) *Mareas y océanos, ¿El planeta líquido?* México: Editorial LAROUSSE
- Marcucci, E. (2002\_a). *Características y procesos físicos de ambientes costeros con ejemplo en Venezuela*. Trabajo no publicado. Instituto Pedagógico de Caracas, Maestría en Geografía Física- Curso: Geografía Oceanográfica, Caracas
- Marcucci, E. (2002\_b). *Origen, Tipos y propiedades de los sedimentos de la zona costera*. Trabajo no publicado. Instituto Pedagógico de Caracas, Maestría en Geografía Física- Curso: Geografía Oceanográfica, Caracas
- Méndez, J. (2006). *Petrología*. Caracas: PDVSA-INTEVEP
- Méndez, W. y Cartaya, S. (2001). Ambientes depositacionales recientes y evolución geomorfológica del complejo sedimentario Isla Barrera – Laguna Litoral de la Salina de Sauca, Falcón Nororiental, Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Geología*, 26 (1), 8-35
- Monkhouse, F. (1978). *Diccionario de Términos Geográficos*. Barcelona-España: Oikos\_tau, s.a.- ediciones
- Moreno, S. (2000). *Características Geomorfológicas y Sedimentológicas de la Secuencia de Crestas de Playa en el Suroeste de Adicora, Edo. Falcón, Venezuela*. Trabajo de Grado de Maestría. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Pedreáñez, H. (2001). *Glosario de Ciencias de la Tierra y de áreas afines*. Caracas: Autor
- 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*
- Romero, A. (2002). *Estudio Geomorfológico y Caracterización Ambiental del Tramo Costero comprendido entre Punta Cardón y Punta Piragua*. Trabajo de Grado de Maestría. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Tamayo, F. (1964). *Ensayo de Clasificación de Sabanas de Venezuela*. Caracas, Venezuela: Imprenta Universitaria, UCV
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2008). *Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas: Autor
- Vila, M. (s/f). *Vocabulario geográfico de Venezuela*. Caracas: Corporación Venezolana de Fomento