

Variaciones en perfiles de playa estacionales de la línea de costa en Las Barrancas, Alvarado-Veracruz

Indra Guadalupe Contreras-López¹, Virginia Alcántara-Méndez², Arturo García-Saldaña³

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río

Resumen: La línea de costa y las playas son vulnerables al sufrir cambios en su dinámica natural, el principal motor de estas transformaciones es la energía del océano presentada a través de tres aspectos fundamentales: oleaje, mareas y transporte de sedimentos. El objetivo fue caracterizar la dinámica morfológica de la línea de costa y la caracterización de sedimentos de la zona durante la temporada de nortes. La metodología fue el establecimiento de una red topográfica de seis estaciones de muestreo, seleccionadas con relación a la geomorfología de la playa, con ubicación hacia la zona de dunaria. También fueron realizados muestreos de sedimentos superficiales en zona intermareal baja de playa y su análisis granulométrico en laboratorio. Los datos de las fracciones tamizadas fueron ingresados al software Gradistat versión 9.1 y se obtuvieron: media, mediana, clasificación y tamaño promedio de grano, desviación estándar, asimetría y kurtosis, los cuales fueron interpretados según. Los perfiles de playa presentaron variación de pendiente entre octubre y abril, los sedimentos fueron arenas finas en un 90% con presencia de gravas para algunas temporadas. Finalmente, de acuerdo con CONAGUA durante 2021, 56 eventos de norte 29 tuvieron incidencia directa en las costas de Alvarado y los perfiles de

playas registrados en la localidad Las Barrancas, presentaron una mayor pérdida de sedimento y con pendiente menor durante el proceso de erosión causado por los factores físicos-meteorológicos mencionados; provocando una ligera trasgresión de playa a la zona intermareal.

Índice de Términos: Línea de costa, Erosión Costera, Veracruz, Perfiles de Playa.

Abstract: The coastline and beaches are vulnerable to changes in their natural dynamics, the main driver of these transformations is the ocean energy presented through three fundamental aspects: waves, tides and sediment transport. The objective was to characterize the morphological dynamics of the coastline and the sediment characterization of the area during the northeast season. The methodology was the establishment of a topographic network of six sampling stations, selected in relation to the geomorphology of the beach, with location towards the dune zone. Surface sediments were also sampled in the low intertidal zone of the beach and their granulometric analysis was carried out in the laboratory. The data of the sieved fractions were entered into the Gradistat software version 9.1 and the following were obtained: mean, median, classification and average grain size, standard deviation, asymmetry and kurtosis, (Folk, 1966), which were interpreted according to (Shepard, 1954). The beach profiles showed variation in slope between October and April, the sediments were 90% fine sands with the presence of gravel for some seasons. Finally, according to CONAGUA during 2021, 56 northern 29 events had a direct impact on the coasts of Alvarado and the beach profiles recorded in the locality of Las Barrancas, presented a greater loss of sediment and a lower slope during the erosion process caused by the physical-meteorological factors mentioned above; causing a slight beach transgression to the intertidal zone.

Documento recibido el 25 de junio de 2022. Este trabajo fue apoyado en parte por el Tecnológico Nacional de México/ Campus Boca del Río, TecNM/ IT Boca del Río, Departamento Económico Administrativo, Departamento de Ciencias Básicas y División de Estudios de Posgrado.

¹C. L. Indra Guadalupe, Veracruz, México 94290. Tecnológico Nacional de México, Campus Boca del Río. email: m20990425@bdelrio.tecnm.mx

²A. M. Virginia, Veracruz, (Autor de Correspondencia) México 94290. Tecnológico Nacional de México, Campus Boca del Río. virginiaalcantara@bdelrio.tecnm.mx

³G. S. Arturo, Veracruz, México 94290. Tecnológico Nacional de México, Campus Boca del Río. asaldana@bdelrio.tecnm.mx

I. INTRODUCCIÓN

Cerca del 40% de la población mundial vive en zonas costeras y la mayor parte de las grandes concentraciones urbanas se encuentran en la costa. La línea de costa es entendida como el límite de contacto entre la superficie emergida y la oceánica, constituye un elemento geográfico primordial para cualquier estudio desarrollado en la zona litoral[1]. La dinámica sedimentaria que ocurre de manera natural en las costas genera procesos de erosión y depositación. Estos procesos, en conjunto con algunos otros factores generan una gran variedad de formas litorales.

La línea de costa suele estar en continuo movimiento, cambiando de forma y posición en función de agentes externos como vientos, clima y la geomorfología de la zona, los cuales actúan sobre esta; además de factores internos como corrientes litorales, mareas y oleaje. Estos cambios, conducen al estrechamiento o incluso desaparición de las playas[2]. Asimismo, al interactuar con estímulos externos, las playas son susceptibles a sufrir cambios en su dinámica natural.

Las formas costeras relacionadas a la depositación en costas son las playas. Las playas como uno de los elementos más dinámicos del relieve terrestre y el estudio de estas constituye una excelente defensa del territorio [3]. Al mismo tiempo el valor ambiental y paisajístico de las playas es innegable. De lo anterior se deduce la fragilidad de estas y la necesidad de evitar su inestabilidad y deterioro. La vulnerabilidad de las playas está relacionada con las características morfológicas y con la dinámica sedimentaria en la que se involucran [4]. La dinámica se determina por el transporte y pérdida de sedimentos en la línea de costa.

Desde hace algunos años, la erosión costera es un problema que se ha originado en algunas costas del estado de Veracruz y una problemática actual para las playas ha sido el desconocimiento de las dinámicas que ocurren en sus playas, lo que es esencial para la evaluación de cambios que ocurren en intervalos de tiempo definidos como la temporada de nortes. En Las Barrancas, Alvarado- Veracruz se han presentado efectos erosivos críticos reflejado en la pérdida de sedimentos.

II. MARCO TEÓRICO

Dinámica costera

La dinámica hídrica oceánica describe y estudia el movimiento del agua en los océanos, así como las causas que lo originan, estos movimientos originados son olas, mareas, y corrientes marinas, y estos a su vez transportan sedimentos, esto generalmente ocurre entre la zona de rompiente y la línea de playa., así como las transformaciones que sufre el agua a su paso y la forma en que el movimiento del agua afecta al suelo.

El Golfo de México es un ecosistema marino dinámico, donde la oceanografía física es relacionada a la circulación de gran escala (Corriente de Lazo) y a los fenómenos de mesoescala que interactúan con el talud y la plataforma continental, así como el clima, representado por eventos meteorológicos como ciclones tropicales y nortes [5].

Línea de costa

La línea de costa es entendida como el límite de contacto entre la superficie emergida y la oceánica, constituye un elemento geográfico primordial para cualquier estudio desarrollado en la zona litoral [6].

La dinámica sedimentaria que ocurre de manera natural en las costas genera procesos de erosión y depositación. Estos procesos, en conjunto con algunos otros factores generan una gran variedad de formas litorales, entre estos las playas.

Erosión costera

Gonzalez Aviles [7] mencionó que la erosión costera inicia cuando, comparando dos estados de una playa en dos momentos distintos, la línea de costa está ensanchada hacia tierra. Entre las causas naturales que influyen en la erosión sobre la costa, se encuentra la interacción de procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos y sedimentarios con la morfología costera y del fondo de la zona cercana a la costa, además de la elevación del mar, el oleaje, mareas y transporte de sedimentos longitudinal.

III. METODOLOGÍA

Las olas rompen en la playa formando un determinado ángulo con la alineación en planta de esta. Al realizar un corte transversal en la costa, se obtiene el perfil de playa o sección transversal de playa. Este perfil es importante, ya que se puede considerar como un mecanismo natural causante de la rotura y disipación de la energía de oleaje [8].

Área de Estudio

Según estudios realizados por el INEGI [9], la zona costera en Veracruz implica hablar de todo el estado, ya que la planicie costera abarca alrededor del 72.2% del estado. El presente proyecto de la investigación se llevó a cabo en la playa de la localidad Las Barrancas en el municipio de Alvarado, el cual se ubica al oeste del Golfo de México, en el estado de Veracruz, en la región del Papaloapan, su extensión territorial limita al norte con el municipio de Boca del Río y por ello forma parte de la zona metropolitana de Veracruz.

La zona presenta un clima cálido-húmedo, la temperatura media anual es de 26.4° C. Los ríos más importantes y cercanos que se encuentran en la zona son: Río Papaloapan y Blanco.

El municipio de Alvarado cuenta con las playas de Isla del Amor, Antón Lizardo, Zapote, Las Barrancas y La Trocha, estas se caracterizan por ser angostas y con pendiente casi horizontal; de poca extensión, con una berma inclinada en la cara de la playa y pendiente suave en la post-playa[10].



Figura 1. Mapa de la zona de estudio Alvarado, Veracruz, México.

Materiales y métodos

La morfología de la zona costera se obtuvo por medio del establecimiento de una red topográfica la cual consta de SEIS estaciones de muestreo, las cuales se seleccionaron con relación a la geomorfología de la playa, esto consistió en obtener la topografía de los perfiles de playa normales a la línea de costa. Estos, se generaron a partir de la ubicación de puntos a lo largo de la línea de costa, tomando como referencia la zona dunar o el punto más alto de la playa y los cambios de nivel.

La medición de los perfiles se realizó con un estadal marca APEX de 4m, GPS a través de la aplicación móvil UTM Geo Map, nivel de mano y cinta métrica. Estos son tomados desde la zona de dunas (parte alta) hasta la zona de rompientes (parte baja), los perfiles tienen una extensión de aproximadamente 80 a 85m. Finalmente estos datos son analizados mediante Excel (v.2018) calculando distancias horizontales, cotas y grados de pendiente.

Durante los trabajos de campo en playa se realizaron muestreos de sedimentos superficiales en la zona intermareal baja de playa. Esta actividad se realizó a la par con el levantamiento topográfico, para que se asegurara la posición correcta de las muestras. La técnica del muestreo que se utilizó fue con un nucleador de PVC de aproximadamente 1 kg tomando sedimentos en el límite de bajamar, posteriormente las muestras fueron almacenadas en bolsas selladas y fueron secadas previamente antes de llevar al laboratorio.

Posteriormente se realizó el análisis granulométrico de las muestras de sedimentos en laboratorio, el cual determina el tamaño de grano de los sedimentos, este se llevó a cabo por el método de tamizado donde los números de tamices utilizados son los correspondientes para sedimentos finos [11], los cuales corresponden a los tamices No. 10, 20, 40, 60, 75, 100 y 200 [12], para esta prueba de laboratorio se utilizó un agitador de tamices de alta frecuencia marca W.S Tyler modelo RX-812 y una balanza marca Adam con sensibilidad de 0.05 gramos. Las fracciones obtenidas de los tamices se pesaron y se expresaron como un porcentaje de la muestra original, estos valores fueron ingresados al software Gradistat versión 9.1 para construir las curvas semilogarítmicas de los porcentajes de peso acumulado, de este análisis se obtuvieron parámetros granulométricos como: media, mediana, clasificación de grano, el tamaño promedio de grano, la desviación estándar, la asimetría y kurtosis, utilizando los estándares que propone [13], los cuales fueron interpretados según [14].

IV. RESULTADOS

Perfiles de playa

Las figuras 1 y 2 indican las variaciones del perfil de costa en dos estaciones del área de Las Barrancas a través de la línea intermareal.



Figura 2. Registro de perfil de playa en Estación 2 de la playa Las Barrancas, Alvarado, Ver. del día 24 de Octubre del 2021.



Figura 3. Registro de perfil de playa en Estación 2 de la playa Las Barrancas, Alvarado, Ver. del día 9 de Abril del 2022.

Para estos análisis se consideraron diversos factores que podían estar afectando a las playas como: la marea, la ubicación de las playas y los eventos de norte ocurridos durante la temporada. De acuerdo con los datos obtenidos del análisis en Excel (v.2018) de los perfiles

de playa, fue posible observar una variación de pendiente entre los meses de Octubre y Abril, los cuales corresponden a los meses de inicio y fin de la temporada de nortes respectivamente.

Análisis granulométrico de sedimentos

El análisis granulométrico de las muestras de sedimento en los puntos de muestreo, fueron clasificadas como el tipo de arenas muy finas, en el análisis del triángulo de Shepard confirmó que los grupos están compuestos por más del 90% de arenas (en su mayoría retenidas en las mallas 200 constituidas por arenas de tamaño fino) y sin presencia de limos o arcillas para el diagrama triangular de Shepard.

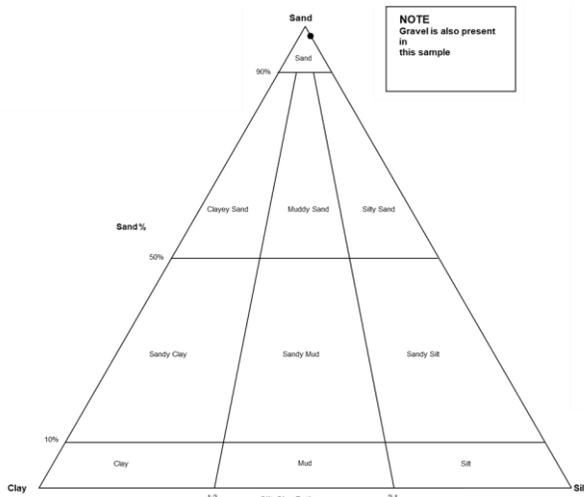


Figura 4. Triángulo de Shepard para las muestras tomadas en octubre del 2021 y Abril 2022.

Los resultados de la composición porcentual de cada muestra analizada por cada estación mostraron una distribución heterogénea. Sin embargo, para el análisis textural de Folk [13] la granulometría correspondiente al muestreo de la temporada de secas difiere de las otras temporadas para la estación 2, clasificando la muestra como arena gravosa muy fina, al respecto es posible decir que corresponde a una nomenclatura adecuada ya que es la temporada donde se presentan mayor desgaste por lo tanto podrían presentar exposición de materiales gruesos de arenas y gravas. En la tabla 1 podemos observar la comparación de los sedimentos analizados en la Estación 2 para las tres temporadas, así como los resultados obtenidos.

Tabla 1. Comparación de resultados del análisis textural de la estación 2 por el método de Folk (1966) durante las tres temporadas en la playa Las Barrancas.

| Temporada | Lluvias | Nortes | Secas |
|----------------------|------------------|----------------------------|-------------------------|
| Grupo textural | Arenas Finas | Arenas ligeramente gravosa | Arena gravosa |
| Nombre del sedimento | Arenas muy Finas | Arenas Finas | Arenas gravosa muy fina |
| % Grava | 0 | 0.1 | 46 |
| % Arenas | 100 | 99.9 | 54 |
| % Limo y Arcillas | 0 | 0 | 0 |

V. DISCUSIÓN

Con el objetivo de explicar las diferencias en morfología y extensión entre ambos perfiles estacionales, se tomó en cuenta el efecto de diversos parámetros como son la marea, la ubicación de la playa, los eventos de norte ocurridos y el oleaje predominante en la zona.

De acuerdo con el reporte de la CONAGUA durante la temporada invernal 2021-2022, fueron pronosticados 56 eventos de norte con incidencia en el estado de Veracruz, y de acuerdo con los datos de viento en costa tomados del sitio tabla de mareas.com para el municipio de Alvarado, 29 de estos tuvieron incidencia directa en sus costas.

Los perfiles de playas registrados en la localidad Las Barrancas, presentaron una mayor pérdida de sedimento y con pendiente menor durante el proceso de erosión causado por los factores físicos mencionados antes, y se observó una ligera trasgresión de playa a la zona intermareal, esto puede ocurrir por incidencia del viento y el oleaje hacia la línea de costa.

En las figuras 5 y 6 es posible observar las diferencias de la pérdida de playa para la estación 2 para dos fechas distintas con 10 meses de diferencia, en la primer figura la playa tenía una extensión de 22.3m desde la zona dunar hasta la línea húmeda, para la segunda imagen solo había 8.3m, esto como resultado de la incidencia e impactos del oleaje en la línea de costa así como la trasgresión de playa a la zona intermareal, por lo que

resulta importante conocer los procesos que ocurren en las costas de Alvarado para tomar medidas adecuadas de mitigación y gestionar soluciones a los problemas abrasivos presentes en la zona.



Figura 5. Estación de muestreo 2 de la playa Las Barrancas, Alvarado, Ver. del día 27 de Julio del 2021.



Figura 5. Estación de muestreo 2 de la playa Las Barrancas, Alvarado, Ver. del día 14 de mayo del 2022.

Una playa se puede definir como un depósito no coordinado de arena y grava a lo largo de la costa [15]. La forma de la playa en un momento dado representa un equilibrio dinámico entre el movimiento de los sedimentos hacia el mar (erosión), hacia la tierra (sedimentación) y a lo largo de la costa (corrientes de deriva). La topografía de las dunas de arena representa un equilibrio entre el movimiento de la arena por el viento (erosión o depositación) y la cubierta vegetal. La magnitud de estos movimientos varía desde unas pocas horas (durante las tormentas) hasta semanas, meses o estaciones, o involucran ciclos de varios años[16]. Cabe mencionar que las playas son formaciones dominadas por procesos relacionados con las olas, con ambientes de alta energía capaces de depositar sedimentos, mientras que las dunas están asociadas con la energía generada por el viento[17].

Actualmente en el mundo las playas son uno de los principales atractivos para la recreación y el descanso.

Las dunas fueron transformadas y niveladas o reemplazadas por estructuras de concreto. De acuerdo con Panana Arce [15] en algunos lugares, está aumentando la presión del desarrollo del turismo para proporcionar servicios y beneficios económicos muy necesarios, sin embargo, no siempre se preserva la dinámica y las características del ecosistema, por ello resulta estudiar los procesos que ocurren en las playas con el fin de aportar conocimiento sobre las costas del estado de Veracruz, evaluando las condiciones actuales de su perfil, tasas de erosión y los desplazamientos de línea de costa para las zonas estudiadas y de esta forma utilizarlos como indicador de cambios o modificaciones de playas por procesos naturales, además de implementar soluciones a los problemas erosivos que afecten a las comunidades instaladas en estas zonas.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con las gráficas de los perfiles de playa y al análisis en conjunto de las tres temporadas se reconoce una dinámica en el área dunar donde la playa se estrecha durante la temporada de nortes y es reconstruida paulatinamente a lo largo del año de acuerdo con las condiciones del clima marino alcanzando su mayor extensión en verano e inicios del otoño.

Sin embargo, de acuerdo con las gráficas de perfiles y el análisis granulométrico, el cual presenta exposición de materiales gruesos, nos indica que la playa está siendo erosionada debido a la dinámica presente en la línea de costa.

Por lo tanto, se concluye que las playas y dunas de Las Barrancas se encuentran amenazadas por los procesos de erosión presentes en la zona. No obstante, conociendo las características principales y el comportamiento de nuestras playas resulta necesario el diseño de estrategias y de sensibilización social para la implementación de soluciones en función de la recuperación de las playas.

VII. REFERENCIAS

- [1] L. Burke, Y. Kura, C. Revenga, M. Spalding, and D. J. W. Mcallister, DC, pág, "Pilot analysis of global ecosystems: coastal ecosystems, World Recourses Institute," vol. 13, 2001.
- [2] J. A. Jiménez, V. Gracia, H. I. Valdemoro, E. T. Mendoza, A. J. O. Sánchez-Arcilla, and C. Management, "Managing erosion-induced problems in NW Mediterranean urban beaches," vol. 54, no. 12, pp. 907-918, 2011.
- [3] V. Muñoz, "Proyecto De Recuperación Urbana-Turística Del Malecón Y Playa San Lorenzo Del Cantón Salinas," 2014.
- [4] J. A. Jiménez Quintana and A. J. R. d. O. P. Sánchez-Arcilla Conejo, "Simulación de cambios a corto plazo en la línea de costa," vol. 139, no. 3315, pp. 41-51, 1992.
- [5] J. Jasso Montoya, "Variación de los parámetros oceanográficos alrededor del Arrecife Verde en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Golfo de México Occidental)," 2012.
- [6] G. Casal, N. Sánchez-Carnero, and J. Freire, "Generación de una línea de costa digital de Galicia (NW España) a gran escala, utilizando fotointerpretación y segmentación dinámica," BAGE: Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, no. 53, pp. 7-19, 2010.
- [7] R. Gonzalez Aviles, "Estudio de Obras de Protección," Universidad Nacional Autónoma De México, 2013.
- [8] V. Torrent González-Isla, "Erosión en perfiles de playa a distintas escalas," 2009.
- [9] B. d. D. INEGI, "Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos," ed: México, 1995.
- [10] S. d. M. (SEMAR), "Puerto de Alvarado," 2015.
- [11] J. Simeón, "Análisis de tamaño de partículas por tamizado en agregado fino y grueso y determinación de material más fino que el tamiz No. 200 (75um) en agregado mineral por lavado," ed: Recuperado el, 2012.
- [12] E. C. Carteño and D. G. P. Vanegas, "Caracterización morfodinámica de Playa Payucan en el Estado de Campeche."
- [13] R. L. J. S. Folk, "A review of grain-size parameters," vol. 6, no. 2, pp. 73-93, 1966.
- [14] F. P. J. J. o. s. R. Shepard, "Nomenclature based on sand-silt-clay ratios," vol. 24, no. 3, pp. 151-158, 1954.
- [15] A. Panana-Arce, H. Gama-Villasana, R. Mendoza-Zúñiga, E. Panana-Villalobos, and J. Rivera-Prieto, "Registro Preliminar del perfil de playa y parametros fisicoquimicos en la zona costera Roca Partida-Monte Pío, Veracruz," 2014: XXI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar, Conzumel, Quintana Roo.
- [16] O. Jiménez-Orocio, I. Espejel, and M. L. J. R. m. d. b. Martínez, "La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos," vol. 86, no. 2, pp. 486-507, 2015.
- [17] A. Bolongaro Crevenna, "Diagnóstico de la vulnerabilidad ante el cambio climático del destino turístico de Costa Esmeralda," CONACYT 2016.

Biografía Autor (es)

Contreras, L. I., Ingeniería Civil Universidad Veracruzana 2014-2019, Estudiante de Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental. Instituto Tecnológico de Boca del Río, Km.12 Carr. Veracruz- Córdoba, Boca del Río, Veracruz. CP.94290 m20990425@bdelrio.tecnm.mx

Alcántara, M. V., (Autor de Correspondencia) Profesor Investigador Titular C, PHD en Educación, (áreas marinas y acuaculturales) UNED Costa Rica, UABC México; LGAC Medioambiente, Acuacultura e Innovación en los Ecosistemas Costeros Marinos. PD-PROMEPE 2016-2022. Certificada por CONOCER en los estándares de competencia: ECO 454, ECO 072 y ECO 217. Miembro Activo de la Red Iberoamericana REDIBAI. Profesora del Núcleo Académico Doctorado en Ciencias Ambientales. Instituto Tecnológico de Boca del Río, Km.12 Carr. Veracruz- Córdoba, Boca del Río, Veracruz. CP.94290 virginiaalcantara@bdelrio.tecnm.mx

García, S. A. Profesor Investigador Titular A, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI-nivel candidato). Miembro del Padrón Veracruzano de Investigadores. Posgrado en Agrosistemas Tropicales (maestría y doctorado). Formación disciplinar en el área de la Ingeniería Mecánica, Electrónica (instrumentación y control) y de Sistemas de Cómputo. LGAC Procesos y Tecnologías para Sistemas Ambientales en los Ecosistemas Costeros Marinos. Profesor del Núcleo Académico Doctorado en Ciencias Ambientales y Maestría en Ing. Ambiental del Instituto Tecnológico de Boca del Río, Km.12 Carr. Veracruz- Córdoba, Boca del Río, Veracruz. CP.94290 asaldana@bdelrio.tecnm.mx