



Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

EVALUACION DE CAMBIOS GEOMORFOLÓGICOS EN LA BOCANA EL LIMÓN, EN LA ZONA OCCIDENTAL DE EL SALVADOR

Oscar Pacheco¹, Patricia Vásquez¹, José Serrano¹, Haydee Beltrán², Edwin Santiago², Rogelio Godínez¹

(1)Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de El Salvador (UES)

(2)Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

RESUMEN

Este trabajo presenta la evolución del tramo de costa conocido como Bocana El Limón, en el municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate, El Salvador, a partir de 1949 hasta la actualidad, mediante el análisis de fotografías aéreas georreferenciadas y comparación de perfiles batimétricos. Los resultados muestran un retroceso generalizado de la línea de orilla, presentando una tasa de erosión media de 0.81m/a. Sin embargo, la tasa de erosión disminuye de forma exponencial (del 40% al 75%) a medida aumenta el grado de curvatura y comienza el área de reflexión provocada por el muelle industrial de Acajutla.

Palabras clave: Evolución costera, erosión, fotogrametría aérea.

ABSTRACT

This paper shows the evolution of the stretch of coastline known as Bocana El Limón, in the municipality of Acajutla, Sonsonate, El Salvador, from 1949 to present, through the analysis of georeferenced aerial photographs and comparing bathymetric profiles. The results show a widespread retreat of the shoreline, featuring an average erosion rate of 0.81m / a. However, the erosion rate decreases exponentially (from 40% to 75%) as the degree of curvature increases and begins the area of reflection caused by the industrial dock Acajutla.

Keywords: Evolution coastal, erosion, aerial photogrammetry.

Introducción

El municipio Acajutla se localiza en la llanura o terraza costera salvadoreña en el suroeste del departamento Sonsonate, en la República de El Salvador. Esta zona presenta un relieve plano en la mayor parte de su territorio, aunque al oriente del puerto de Acajutla, en continuidad con el Cantón San Julián, se levantan cerritos aislados, alineados y en prolongación de las lomas de la Sierra del Bálsamo, que están compuestos de corrientes de lava e intercalaciones de tobas que llegan a los 50 metros de altura. La parte plana, entre los cerritos, está cubierta por una capa delgada de arcilla gris hasta negra, la que corresponde a una terraza marina solevantada, es decir, en tiempos pasados estaba bajo el nivel del mar, y el oleaje de entonces destruyó la continuidad de las lomas sumergidas, dejando como restos de ellas los actuales cerritos que en aquel tiempo eran islas o arrecifes. Después del levantamiento del terreno por subducción, empezó la acción destructora del oleaje.

Según *Meyer-Abich, 1952*, la línea costera de entonces, estaba mar adentro, desde los arrecifes actuales (compuestos por rocas eruptivas y aglomerados), frente a la costa, hasta la antigua fábrica de cemento, y desde este lugar hasta carretera CA-12. En esta zona el acantilado prácticamente no fue destruido y puede observarse actualmente. Desde la carretera el acantilado continúa tierra adentro hasta la orilla del río Grande de Sonsonate, indicando que era línea costera en el pasado.

El cordón litoral tiene una amplia llanura mareal, donde hay una importante carga de sedimentos producto de la desembocadura de tres ríos: Sensunapán, Sunza y San Pedro.

En las últimas décadas el ancho del cordón litoral ha experimentado un retroceso generalizado producto de un proceso erosivo que padece esta zona, y cuyo análisis es objeto de este artículo.

Material y métodos

Para realizar el análisis de los procesos erosión-sedimentación en la zona de la Bocana El Limón se utilizó como método principal la comparación de fotografías, uniformizándolas con respecto a escala, mareas, y puntos fijos de control para hacer las respectivas superposiciones. Las comparaciones realizadas se explican en detalle a continuación:

Comparación de fotografías aéreas de los años 1949 y 1996.

La superposición de fotografías aéreas que se muestra en la figura 1, corresponde a la estación seca (febrero) de los años 1949 y 1996, una condición que nos permite hacer comparaciones, debido a que tenemos la misma época del año y el mismo equilibrio dinámico de corto plazo.

Las escalas de las fotografías eran 1:40,000 y 1:20,000, respectivamente por lo que para realizar la superposición se uniformizaron las escalas, mediante la elección de los mismos puntos fijos para cada fotografía citada, carreteras y edificios para los dos años utilizando el software Autocad 2009. El indicador más empleado para la línea de costa fue la línea de pleamares, considerada como equivalente al alcance medio de la pleamar sobre la playa e identificable por el cambio de tono de grises en la fotografía aérea, esta corresponde a la huella dejada en sedimento por la marea alta (pleamar) en cada toma de la fotografía, llamada marca de agua, lo que representa una condición similar que permite comparar las imágenes.

Se tomaron puntos de referencia de avance o retroceso de línea costa, como el dique de arena ubicado en la Bocana, la intersección del acantilado con el cordón costero, y la zona arqueada de la costa.

Comparación de fotografías satelitales de Google Earth, años 2005, 2006 y 2010.

Complementario a las fotografías aéreas, se eligieron escenas satelitales de 25 de febrero de 2005, 09 de enero de 2006 y 21 de febrero de 2010, disponibles en el software Google Earth para la zona de la Bocana El Limón y Puerto de Acajutla. La diferencia de desplazamiento horizontal de las líneas de costa se estableció en los puntos P1, P2, P3 y P4 (ver Figura 2), sobre la línea litoral, en la orientación del tren de olas. Las olas en la zona de la costa, conforman arcos bien definidos que se proyectaron para establecer esta orientación de acuerdo con sus radios.

Comparación de perfiles batimétricos: control vertical del lecho marino.

Se utilizaron dos batimetrías: año 1957, realizada por la misión alemana y la del año 2005 hecha por la Fuerza Naval de El Salvador, con formato no oficial.

Para obtener acumulación de sedimentos, dentro de la zona cercana a la playa de la Bocana El Limón, se obtuvieron perfiles a partir las curvas batimétricas con datos de los sondeos de cada

batimetría, de forma de obtener la mejor información de la superficie del fondo marino. A partir de las superficies generadas, se obtuvieron los perfiles para las dos fechas, en las posiciones A, B, C y D, con los alineamientos representados en la figura 2.

Evolución del Cordón litoral

Las figuras 1 y 2 muestran el retroceso que ha experimentado la posición del eje del cordón litoral a lo entre los años 2005 y 2010, y que podría deberse a la existencia de un importante desequilibrio en el balance sedimentario del sistema.

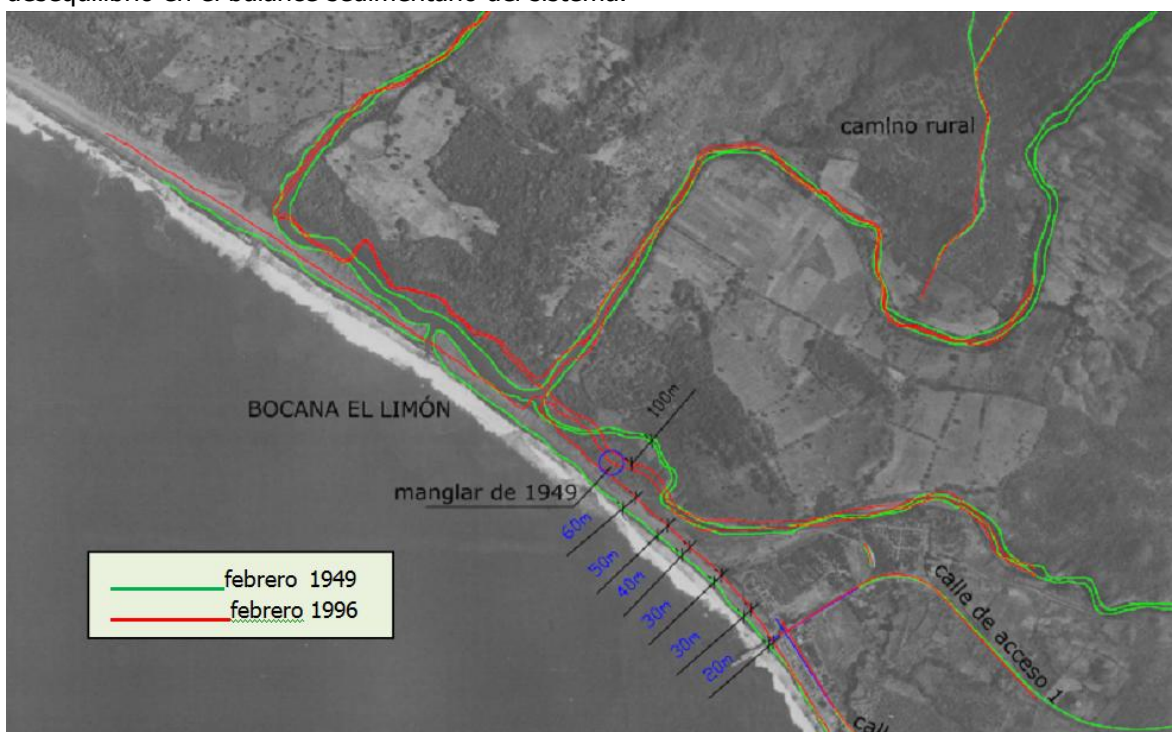


Figura 1. Superposición de bordes de playa y ríos para 1949 y 1996 sobre fotografía aérea de 1949.

La pauta erosiva presenta una marcada disminución a medida se acerca el área urbana de Acajutla, lo que puede verse con claridad en la tabla No.1 y gráfico No.1, que coincide con el cambio de materiales (presencia del acantilado) y la ruptura de la dirección de corrientes naturales, paralelas a la línea de costa que provocó la construcción del Puerto de Acajutla.

Deriva litoral y erosión costera

La deriva litoral está determinada por el oleaje incidente en la zona, que se genera en el Pacífico Sur y que casi durante todo el año tiene dirección sur-suroeste y suroeste, y por el sistema de corrientes sur-este/noroeste, que se originan en la orilla límite de la contracorriente ecuatorial que viniendo del oeste, dobla delante de costa Rica hacia el norte y después de regreso hacia el oeste, tocando la mayor parte de la costa salvadoreña, combinándose con ramales de la Corriente de California, procedente del norte, que alcanzan la punta noroeste de la costa salvadoreña (H.G Gierloff – Emdem, 1959).

Las corrientes, que no son constantes a lo largo del año, así como el oleaje se ven modificados en su dirección y velocidad al acercarse a la línea de costa por la presencia de infraestructura portuaria, la que provoca un efecto de reflexión en el sistema de olas y corrientes.

Estos cambios de dirección y velocidad de la dinámica litoral están provocando la erosión en la zona de la bocana El Limón, un área considerada de fuerte sedimentación provocada por la desembocadura del Rio grande de Sonsonate, Sunza y San Pedro (*El Puerto de Acajutla, El Salvador, Meyer- Abich, 1952*)

Actualmente no existe una estimación del volumen de sedimentos transportados por la dinámica litoral, sin embargo el presente trabajo incluyó el cálculo de volumen de sedimento que aportan los tres ríos mencionados.

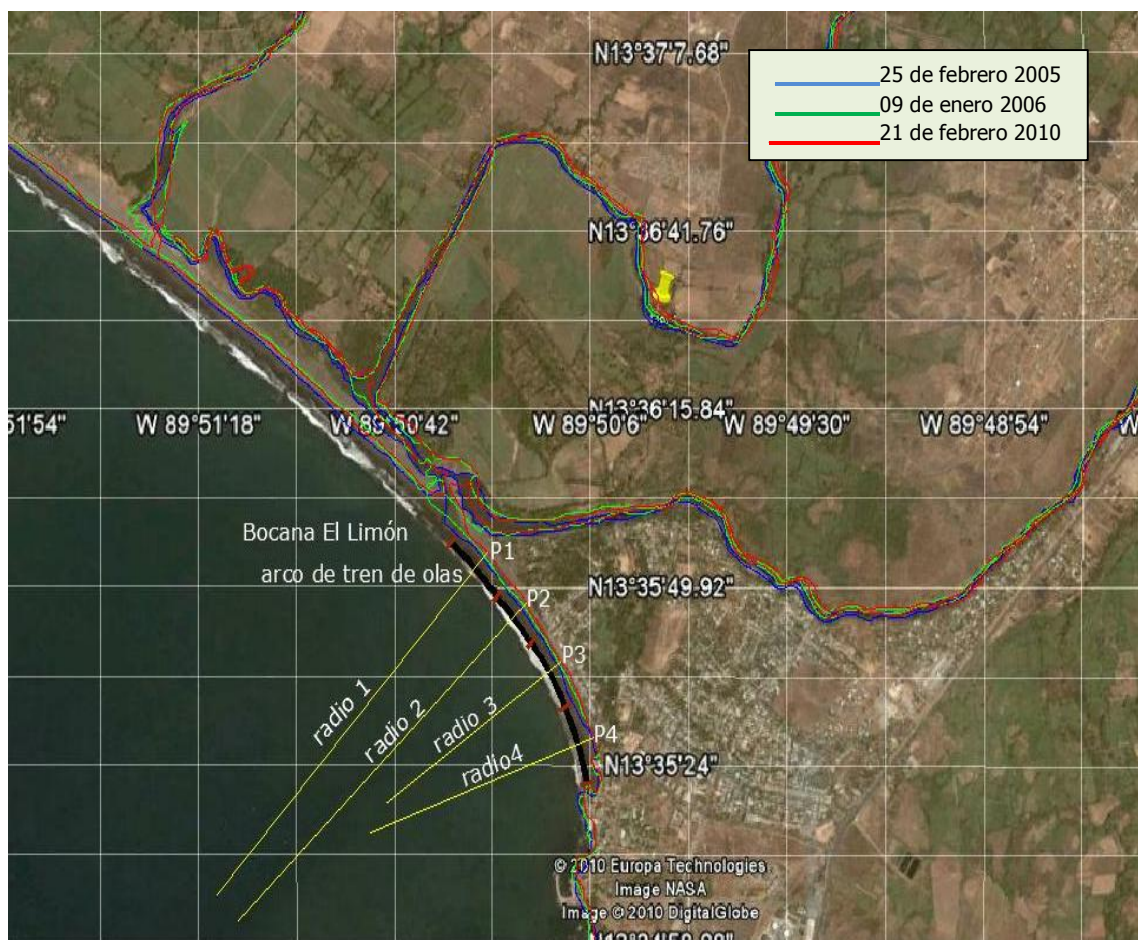


Figura 3. Arco de tren de olas y establecimiento de puntos P1, P2, P3 y P4 de control de corrimiento horizontal de línea de playa.

PUNTO	Δ 2005-2006 (m)	Δ 2006-2010 (m)
P1	6.20	19.20
P2	14.40	11.40
P3	5.80	7.00
P4	7.50	1.70
PROMEDIO	8.48	9.83

Tabla No.1. Delta de dos periodos de puntos P1, P2, P3 y P4 de control de corrimiento horizontal de línea de playa.

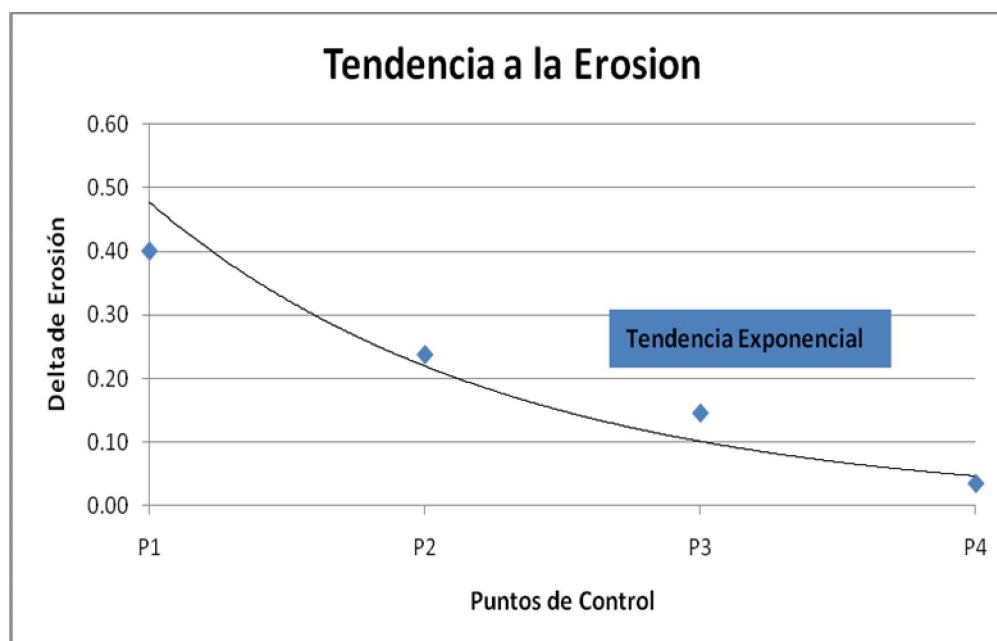


Gráfico 1. Línea de tendencia (Exponencial) de puntos P1, P2, P3 y P4 de control de corrimiento horizontal de línea de playa. Nótese que existe una marcada disminución en el avance erosivo cuando los puntos sea acercan a la zona de acantilados.

Para obtener la acumulación o pérdida de sedimentos, dentro de la zona cercana a la playa de la Bocana El Limón, se compararon los perfiles obtenidos de las curvas batimétricas de los años 1957 y 2005.

Conclusiones

Comparando fotografías aéreas y escenas satelitales, de los últimos sesenta años, y sobreponiendo los perfiles batimétricos de los años 1957 y 2005, se concluye que existe un descenso del fondo marino en la zona de rompiente de las olas.

A partir de las superficies generadas, se obtuvieron los perfiles para las dos fechas, en los alineamientos de la figura 2. En los perfiles la tendencia es de cuna de dragado, entre las distancias 100 y 500 metros desde la costa a mar adentro, donde el promedio de la diferencia de niveles de las superficies obtenido es 3.83 m. La razón vertical de erosión para el período entre 1957 y 2005 es entonces 0.08 m/año.

Horizontalmente, en la zona más cercana a la Bocana El Limón, se generan terrazas de acumulación con pendientes pronunciadas (entre 10% y 15%), las pendientes del cordón decrecen (hasta 1% y 2%) llegando al acantilado. Las acciones del oleaje y mareas deforman la playa generando desprendimientos de masas de arenas que se alejan de la playa. Así, el empuje marino contra la costa, provoca excavación en esta zona más activa, la cual, no se equilibra con la descarga de sedimentos continentales, produciendo un efecto de autdragado, generado por los mecanismos marinos-costeros prevalecientes en el lugar.

En el análisis de fotografías aéreas de los años 1949 y 1996, por sobreposición a la misma escala, se detectó erosión regresiva en este periodo, su cálculo fue 0.41 m/semestre que representa la razón de erosión por estación lluviosa, de los meses de mayo a septiembre. Con esta tendencia en los próximos 20 años, la línea de playa continuara avanzando hacia el continente, sobre la urbanización contigua a la Bocana.

Agradecimientos

Este trabajo presenta parte de los resultados obtenidos en la tesis "Evaluación de la sedimentación costera en la Bocana el Limón, en los últimos sesenta años, en El litoral de Acajutla departamento de Sonsonate". Realizado con el apoyo técnico del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.

Referencias

- Fundación del Desarrollo de El Salvador (FUNDE). 1996. Acajutla: Industria y Contaminación Ambiental. Serie Alternativas para el desarrollo. Páginas. 8-13.
- Meyer-Abich H., Cornejo A. 1952. "El Puerto de Acajutla, El Salvador". Revista Comunicaciones del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas. Año 1 No 3 Julio. Páginas 8-14.
- J. Dercourt y J. Paquet. 1978. Geología. Editorial Reverte.
- Dirección de Cultura y Comunicaciones. 1986. Geografía de El Salvador, Dirección de Publicaciones, 1ra Edición tomo 1. San Salvador. Páginas 130- 154.
- Rodolfo Meyer. 1908. Elementos de Geomorfología Física. Páginas 21-84.
- Instituto Geográfico Nacional. Monografías del Departamento y Municipio de Sonsonate.
- Juan Luis Cifuentes Lemus / María Del Pilar Torres García / Marcela Frías M., El Océano y sus Recursos II.
- Resumen Ejecutivo Proyecto USAID. 2008. Manejo y Conservación de Cuencas Hidrográficas. Propuesta del Plan de manejo de cuenca San Pedro.
- EMDEN, Gierloff. La Costa de El Salvador. Monografía Morfológica-Oceanográfica.