

Evidencia documental de los cambios en la línea de costa por sedimentación rápida en la bahía de Matanchén, Nayarit, México

Mario Arturo Ortiz Pérez*
Azucena Pérez Vega**

Recibido: 17 de mayo de 1999
Aceptado en versión final: 4 de agosto de 1999

Resumen. Este trabajo se basó en el análisis de fotografías aéreas de diferentes fechas y en una colección de mapas portulanos que datan de los siglos XVIII y XIX, en los cuales se evidencian cambios y modificaciones en el litoral desde pasadas centurias. Los procesos de sedimentación rápida en la bahía de Matanchén se registran principalmente en los últimos 50 años, alcanzando un avance máximo de agradación en el período comprendido entre 1945 y 1970; tal proceso modifica la configuración de la línea de costa, con la expansión de playas, crecimiento de flechas y tómbolos, incorporando las islas localizadas al sur de la bahía, lo cual permite la acreción y la formación de nuevos cordones litorales. El período entre 1970-1993, presenta un comportamiento distinto, ya que el proceso acumulativo se invierte hacia uno de erosión.

Palabras clave: Geomorfología costera, sedimentación, línea de costa, Nayarit, México.

Abstract: Based on the interpretation of aerial photographs of different dates and a collection of ancient nautic maps, from the eighteenth and nineteenth centuries, evidence of changes along the Nayarit littoral during the last centuries is detected. Accumulative processes have taken place along Matanchén Bay during the last 50 years reaching its maximum during 1945-1970. Such processes have modified the shoreline configuration, embracing the islands to the south of the bay, increasing the beach strip, and allowing the formation of beach-ridges. During the 1970-1993 period, a different process has taken place: the accumulative process has been reversed to an erosional process.

Key words: Coastal geomorphology, sedimentation, shoreline, Nayarit, Mexico.

INTRODUCCIÓN

La zona en estudio presenta interés debido a las significativas modificaciones morfológicas efectuadas a lo largo de la línea de costa; además, cuenta con información que permite realizar un seguimiento de la evolución de la costa en la bahía de Matanchén.

El estudio se divide en dos partes: la primera (cualitativa) corresponde al análisis y comparación de la cartografía antigua (portulanos); y la segunda (cuantitativa) está integrada por las fotografías aéreas contemporáneas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material documental histórico brinda evidencia de las diferentes características cualitativas de la

bahía de Matanchén en las pasadas centurias; un ejemplo es la cartografía histórica de la Nueva Galicia, edición realizada por la Universidad de Guadalajara y la Escuela de Estudios Hispano-Americanos de Sevilla (1984). En esta obra se presentan numerosos planos, parte de los cuales se registran en la relación de este texto. Tales levantamientos cartográficos se realizaron debido a que el puerto de San Blas fue considerado en esta época como el primer puerto militar y comercial del Pacífico mexicano y, por ende, fue de interés conocer las características hidrográficas de la bahía de Matanchén.

El material empleado en el análisis cuantitativo consistió en juegos de fotografías aéreas, correspondientes a vuelos que cubrieron el área en repetidas ocasiones. Se utilizaron fotografías

* Instituto de Geografía, UNAM, Cd. Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D. F. E-mail: maop@igiris.igeograf.unam.mx

** Programa EPOMEX, Universidad Autónoma de Campeche, Av. Agustín Melgar y Juan de la Barrera, Apdo. Postal 520, 24030, Campeche, México.

aéreas tomadas en 1945, a escala 1:30 000, de la Secretaría de Marina; las fotografías de 1961 y 1964 a escala 1:50 000 y 1:30 000, respectivamente, se obtuvieron en la Compañía Mexicana de Aerofoto; otras fotos son las de CETENAL ahora INEGI –Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática–, de 1970, a una escala de 1:50 000, y finalmente, fotografías de 1993, escala 1:75 000 del Sistema Nacional de Fotografías Aéreas (SINFA) del INEGI.

Para evaluar los cambios en la configuración de la costa y estimar las superficies de las áreas ganadas al mar, se restituyó la línea de costa en los distintos juegos de fotografías aéreas de los diferentes vuelos. La corrección se efectuó dentro de los límites de resolución del estereoketch, que es un instrumento de rectificación de tercer orden, mismo que corrige la inclinación de las fotografías aéreas, pero no el desplazamiento debido al relieve; sin embargo, como la zona en estudio mantiene un relieve predominantemente plano, el error por desplazamiento debido al relieve no es significativo. De esta manera, en los planos obtenidos se confió la realización de las medidas a la evolución contemporánea de la línea de costa.

La estimación de las superficies de acreción por la expansión de la línea de costa hacia el mar fue uno de los objetivos de esta evaluación, y para lograrlo, se utilizó un sistema de información geográfica (ILWIS, Integrated Land and Watershed Management Information System), el cual facilitó el cálculo de las dimensiones y permitió cruzar la información digitizada entre las diversas superficies de las tomas fotográficas en los distintos años.

ANTECEDENTES

Los levantamientos de los mapas portulanos se realizaron con objeto de conocer las características hidrográficas de la bahía de Matanchén, ya que en ella se fundó el puerto de Matanchel, considerado como un enclave de importancia estratégica de primer orden en el Reino de la Nueva Galicia. Fue un punto de contacto entre el centro de México y los reinos y provincias del noroeste que se abandonó, entre

otras razones, porque el fondo de la bahía no era lo suficientemente profundo ni estable para fondear a los navíos; más tarde, se funda el puerto de San Blas en 1768, pero también sin éxito, ya que presenta igualmente serios problemas de azolve e inestabilidad del fondo, que prevalecen aún en épocas muy recientes.

En el artículo inédito de la geógrafa Monique Lancin se analizan imágenes de satélite Landsat MSS, que muestran las características geomorfológicas de la costa, además de la configuración del nítido y extenso penacho de sedimentos que son transportados en suspensión, circulando en dirección subparalela a la costa y bajando hacia la bahía de Matanchén. En él se menciona el alto grado de turbidez registrado en las aguas de la bahía. Tal evidencia se basa en el análisis visual de la banda 4 (0.5 a 0.6 μm), pues es en este canal en donde el espectro de las ondas electromagnéticas presenta la mayor penetración en el agua.

Por otra parte, Ortiz (1979) y Ortiz y Romo (1994) abordan problemas geomorfológicos del curso bajo del río Grande de Santiago, particularmente aspectos de erosión y acumulación aluvial, relacionados con la inestabilidad de la trayectoria fluvial en un análisis multitemporal. El trabajo se enfoca principalmente al análisis de las modificaciones en los últimos 50 años, pronosticando las repercusiones de estos cambios en la erosión y el retroceso del frente deltaico a lo largo de la línea de costa.

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO

La bahía de Matanchén es una extensa bahía que se ubica en el límite de dos amplios sistemas costeros, uno constituido por el complejo deltaico del río Grande de Santiago, al norte, y el otro, por la costa mixta rocosa (vulcanismo cuaternario) al sur, constituida por puntas rocosas que se alternan longitudinalmente con playas arenosas, y forman amplias bahías que se disponen escalonadamente con la de configuración de zig-zag, conocida por la forma de zeta (Davies, 1980).

Este sistema costero corresponde continentalmente a la provincia del Sistema Neovolcánico Transversal, localizado en la porción centro-occidente de la costa de Nayarit (Figura 1).

La bahía de Matanchén está abierta por todo su sector sursureste, se encuentra flanqueada por tierras emergidas por el resto de sus cuadrantes y es posible diferenciar las siguientes unidades geomórficas (Figura 2).

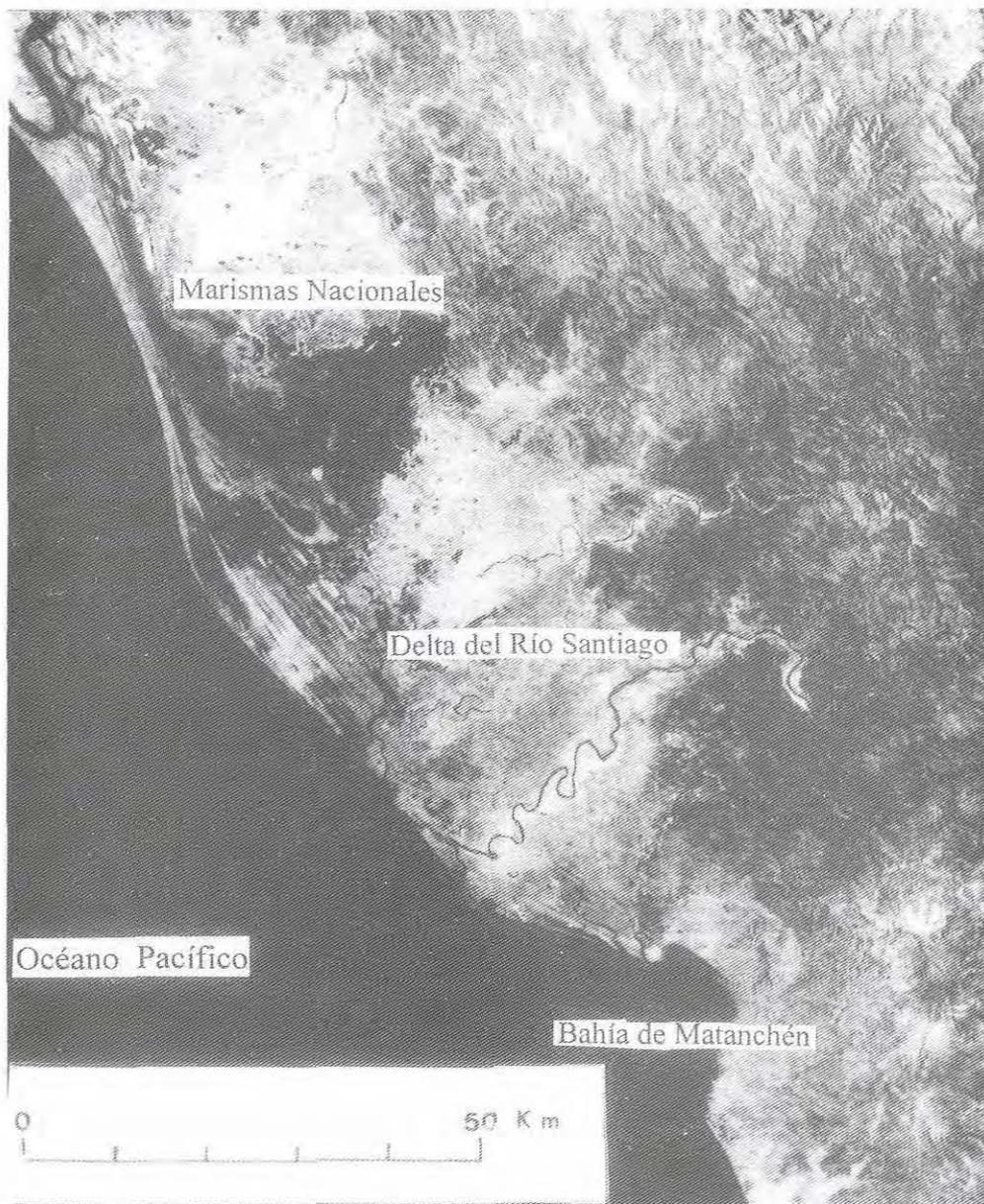


Figura 1. Localización del área en estudio y el marco de referencia en el contexto regional. La bahía de Matanchén se ubica en el límite meridional de la llanura costera de Nayarit y en el extremo noroccidental del Sistema Volcánico Transversal.

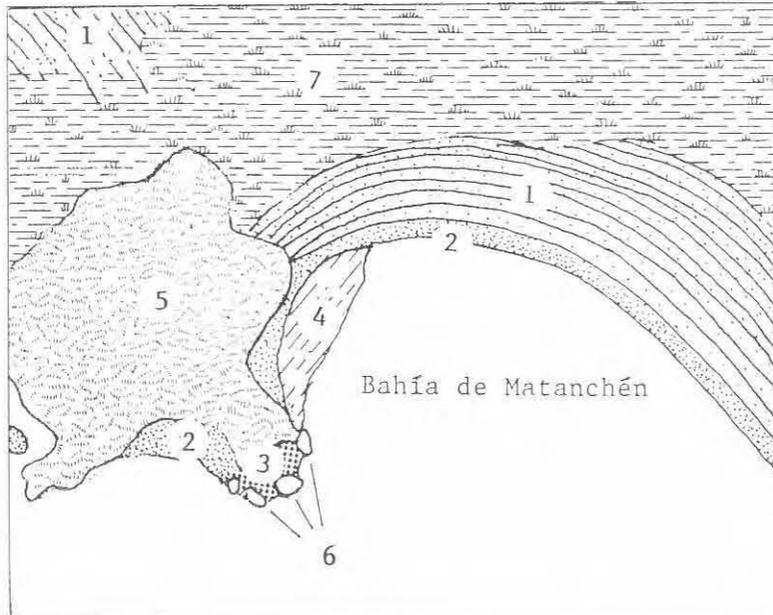


Figura 2. Unidades geomórficas (véase descripción en el texto).

1. Llanura de cordones costeros. Corresponde, por su origen, a los depósitos de antiguas líneas de costa formadas y abandonadas por el avance de la costa hacia el mar o el comportamiento regresivo del nivel del mar; ocupan espacialmente la franja interior correspondiente de la trascota y están limitados tierra adentro por el estero y los pantanos de La Tobará.
2. Playa. Esta unidad se reconoce por tener una posición adyacente a la de los campos de cordones costeros y se distingue de estos últimos por ser una playa activa modelada por el oleaje.
3. Tómbolos. Se trata de otra unidad particular constituida por la acumulación de sedimentos, los que permitieron la unión del pequeño sistema insular con la tierra firme, producto del efecto de sombra o baja energía del oleaje originado por la refracción del mismo ante el obstáculo que forman los islotes.
4. Cordones costeros recientes. Éstos han sido formados por la sedimentación de barras en flechas litorales (*spits*), se caracterizan por ser móviles y altamente inestables, de condición efímera (Figura 3).
5. Relieve volcánico. Forma otra unidad representada por roca firme de lavas basálticas recientes; cabe mencionar que, originalmente, este relieve formaba una isla que fue incorporada al continente en el Holoceno por crecimiento y migración de tómbolos (Curry *et al.*, 1969).
6. Sistema insular. Formado por islotes y roqueríos aislados; se originaron a partir de los derrames lávicos que fueron desmembrados por la remoción del oleaje.
7. Sistema de marismas. Compuesto por manglar de borde y pantanos de popal, limitan la zona con los sistemas terrestres continentales.

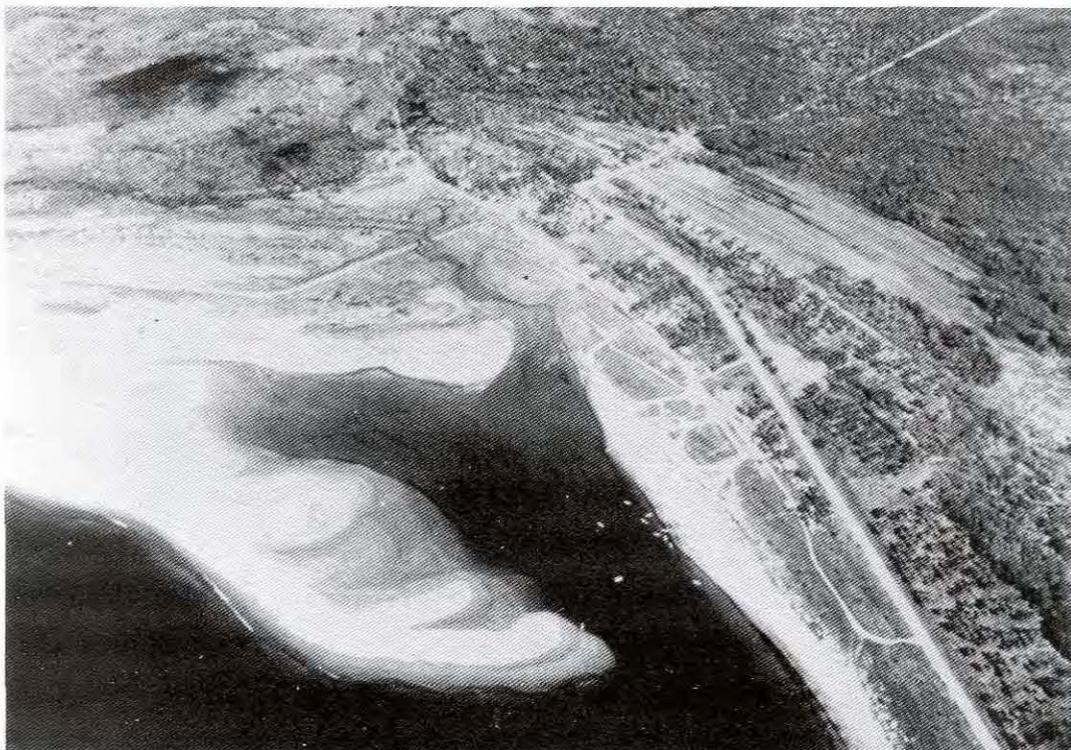


Figura 3. En primer término, detalle del avance rápido e inusitado de la sedimentación de las flechas costeras (*spits*), fotografía oblicua tomada en 1974 (Fuente: INEGI).

Evidencia histórico-cartográfica de los cambios en la línea de costa

Se consideraron cuatro mapas portulanos confeccionados para la bahía de Matanchén, de los cuales, haciendo una descripción del más antiguo al más reciente, se registraron los siguientes datos.

El portulano más antiguo data de 1746 y fue recopilado por el Archivo General de Indias, sección México y Puertos (AGI, M. y P.; Cartografía Histórica de la Nueva Galicia, 1984). En la leyenda de este documento cartográfico se menciona, entre otros atributos, que en la bahía de Matanchén penetraban barcos de hasta 50 cañones, es decir, buques de gran calado para esa época, lo cual muestra que la profundidad del fondo marino no era somera. Por otra parte, se puede observar que el relieve montañoso

limitaba al mar, directamente, sin la presencia de la barra de cordones costeros (Figura 4), hecho de vital importancia, ya que presentaba un ambiente distinto, en donde no existían aparentemente problemas de acumulación rápida de sedimentos, lo que indica por otro lado, que los cordones actuales son de una edad relativamente reciente.

La confección del segundo portulano data de 1776, fue realizado bajo la dirección de Miguel del Corral (AGI, M. y P., México 312; Cartografía Histórica de la Nueva Galicia, 1984) y en él se proyecta la construcción del muelle para abrigo de las embarcaciones, el cual se localiza en el extremo meridional del archipiélago al sur de Punta Camarón (península de San Blas). En su conjunto, estas características muestran que, entre los islotes y la península, existía todavía una profundidad adecuada para el atraque de los buques (Figura 5).

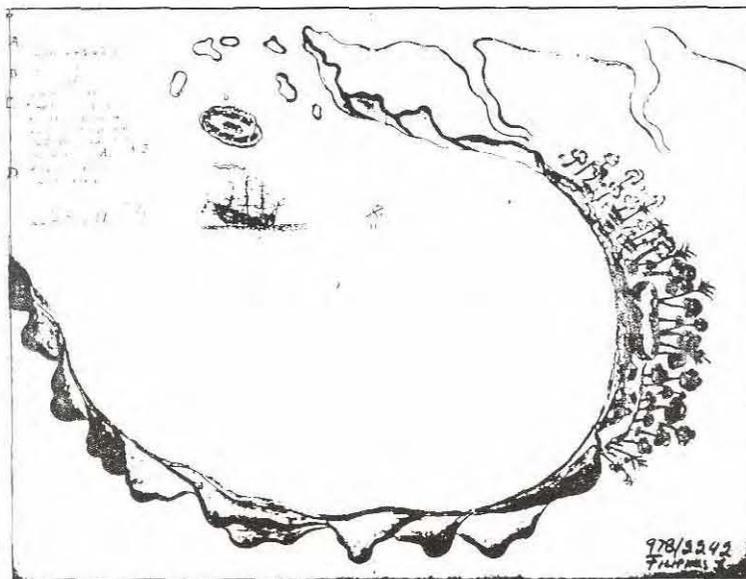


Figura 4. Copia del plano del puerto de Matanchel, sin autor, de 1746, con la clave AGN, n 3788. La leyenda especifica las defensas de carácter militar del archipiélago que resguarda la entrada a la ensenada de Matanchel.

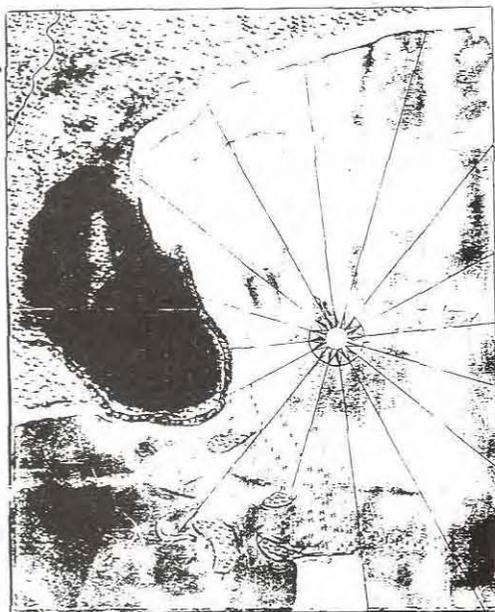


Figura 5. Copia del plano de la bahía de Matanchel, por Miguel del Corral, de 1776, con la clave AGI, M. y P., México 312. Detalla el sondeo en brazas, la posición de las islas, arrecifes sumergidos y emergidos, el muelle y el puerto del sistema insular.

Por último, se cuenta con la descripción de dos mapas portulanos de 1785, uno confeccionado por Juan Pantoja y Arriaga y el otro sin autor (M.N., B^a VIII, no. 11 y de AGI, M. y P., México 558; Cartografía Histórica de Nueva Galicia, 1984). Ambos planos registran la profundidad en "pies de castilla" y se identifica la composición del fondo de la bahía, diferenciando arenales, fangos, cascajo y zonas rocosas. Se observa que la disposición de las arenas se encuentra cercana a la línea de costa, en donde se ubican las islas septentrionales que corresponden a las zonas someras de la bahía. Por otro lado, en las islas meridionales la profundidad es mayor y queda representada por los fangos. Las islas en este plano se encuentran separadas del continente hasta un cuarto de milla náutica de la península (463 m en 1785, Figuras 6 y 7).

Sin embargo, debido al problema de inestabilidad del fondo de la bahía, el puerto de Matanchel se trasladó a San Blas, lugar que actualmente ocupa desde 1768 (Curry *et al.*, 1969), ya que aparentemente mostraba condiciones más favorables de abrigo y navegación.

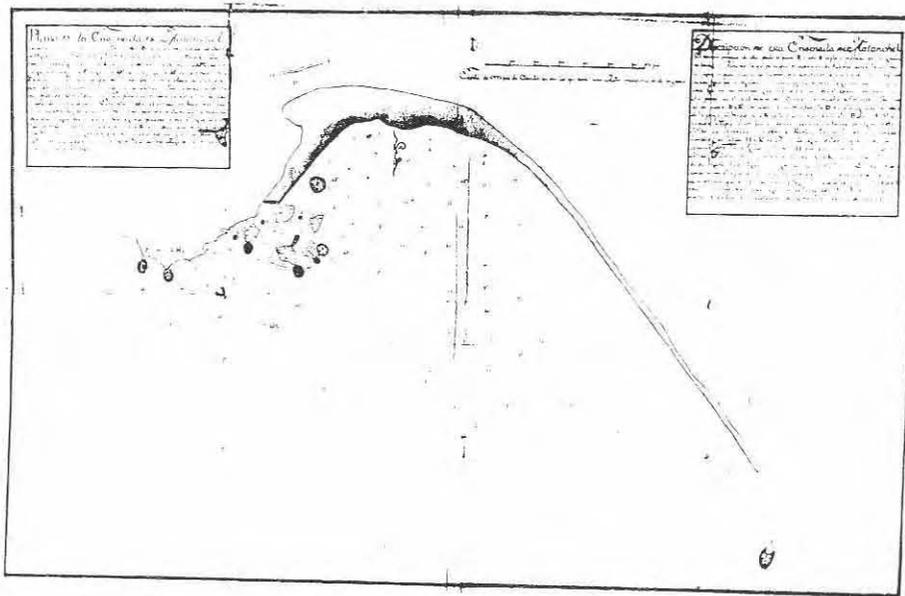


Figura 6. Copia del plano de la ensenada de Matanchel, con clave AGI, M. y P., México 558. Es una réplica del plano confeccionado por Juan Pantoja y Arriaga en 1785. En este portulano se señalan las profundidades y la composición del fondo.

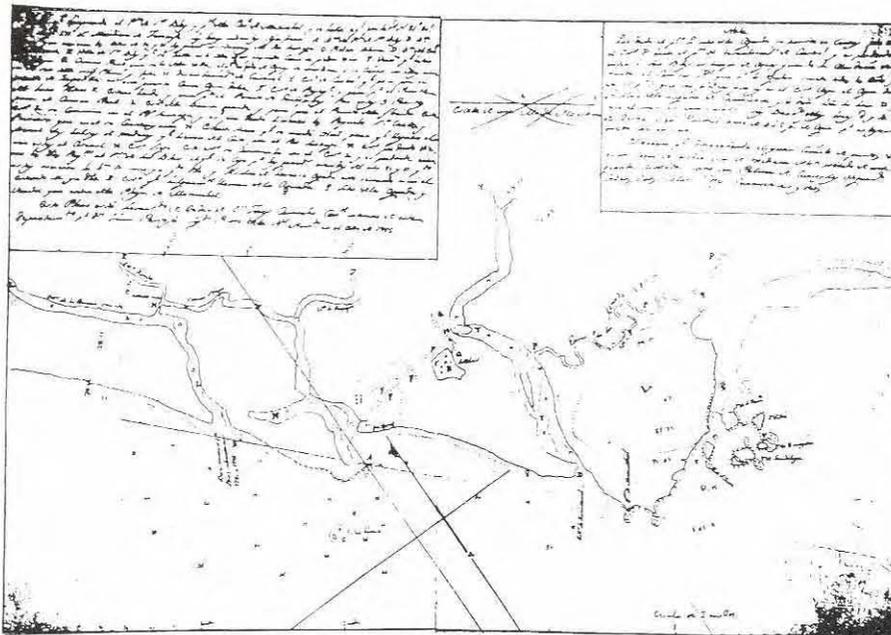


Figura 7. Este mapa muestra la zona costera del puerto de San Blas y la ensenada de Matanchel, levantado por Juan Pantoja en 1785, con clave M. N., B VIII, C, C., n 9. Detalla las inundaciones que provocó el río Santiago y los cambios de configuración en las bocas y esteros.

El análisis de todos los planos portulanos, muestra el significativo papel que tuvo el sistema insular como abrigo y asiento del puerto de Matanchel, además de servir como guarnición militar en la defensa estratégica de la bahía. Este hecho evidencia la escasa importancia que tiene la ensenada de la bahía de Matanchel con respecto a las islas; por otro lado, la propia presencia y ocupación del archipiélago permite pensar que las condiciones fueron distintas a las de la actualidad.

Evidencia de los cambios de la línea de costa en fotografías aéreas

El análisis de las fotografías aéreas contemporáneas muestra que la evolución de la línea de costa en la bahía de Matanchén, presenta un cambio repentino, sobre todo en los últimos 50 años. En las fotografías aéreas de 1945 se observa que las islas más cercanas al continente con una posición septentrional, ya fueron unidas a la porción continental; sin embargo, los islotes meridionales aún permanecen separados del continente. Por otro lado, también es posible

observar que dentro de la bahía se mantenía una delgada franja de playa (Figuras 8 y 9)



Figura 8. Imagen aérea obtenida en 1945. Se observa con toda claridad la posición de los islotes asimilados por el tómbolo y las islas más retiradas separadas de la margen continental por un estrecho.



Figura 9. La misma imagen de 1945, mostrada en la Figura 8, pero con una toma de vista oblicua de la serie de fotografías aéreas de trimetrogón. Se observa con nitidez la lengua del tómbolo.

Las fotos aéreas de 1964 muestran cómo todas las islas, sin excepción, ya forman parte de la línea de costa, al estar conectadas por el desarrollo de los tómbolos de formación reciente (Figura 10). Los tómbolos, durante este primer

periodo de análisis (1945-1964), alcanzan su máximo crecimiento (34 ha de extensión; Cuadro 1), lo cual permite que éstos sirvan de enlace para unir las islas al continente.

La franja de playa en el interior de la bahía, que aparecía muy delgada en 1945, se vuelve considerablemente amplia para 1964 (Figura 10). Los cordones litorales presentan un incremento considerable en su superficie (57 ha), en el periodo 1945-1970 (Cuadro 1). Cabe mencionar que los cordones de formación reciente no se consideraron en las mediciones, ya que se expresan como un elemento lineal y no areal del relieve. Por otra parte, son de condición efímera y sumamente inestables (Figura 3),

por lo que no es posible seguirlos en los períodos de análisis; sin embargo, su acreción sucesiva sí se tomó en cuenta, pero como extensión o crecimiento de playas.

El examen de las fotos aéreas de 1970 permitió observar el mayor crecimiento de la superficie de playa en el área interior de la bahía. En 1964 ésta tenía una extensión de 64 ha, y para 1970 asciende a 94, o sea 30 ha más que en 1964 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cambios en la línea de costa: los valores se refieren a los cambios de la superficie en hectáreas

UNIDAD DEL RELIEVE	1945	I PERIODO (1945-64)	1964	II PERIODO (1964-70)	1970	III PERIODO (1970-93)	1993
Cordones litorales	754	57	811	- 6.5	804	26	830.5
Playa	63.5	.2	64	30	94	- 56	38
Tómbolo	0	34	34	- 1.5	32.5	6	39
Relieve volcánico	362	-----	361	-----	362	-----	362
Islas	6	- .1	6	- .1	6	-----	6
SUP. TOTAL	1 185.5	91.2	1 276	21.9	1 298.5	-24	1 275.5



Figura 10. Fotografía aérea de 1964. La imagen ya incluye a todas las islas incorporadas a la margen continental. Con excepción de la isla, de posición más distante, todas presentan una unión ya colonizada por vegetación secundaria, por ello se infiere que la asimilación tuvo lugar en el decenio de la década de los cincuenta.



Figura 11. Imagen aérea de 1993 donde se muestra un retroceso generalizado de las unidades de playa, cuyo límite llega hasta el mismo terraplén del camino; por otro lado, se evidencia la ausencia y desaparición de cordones costeros recién formados en los años anteriores.

En el período de 1964 a 1970 se presentan dos decrementos de las áreas costeras: el primer decremento de los tómbolos manifiesta una pérdida de 1.5 ha, esto se explica por la presencia de ciclones en este período (ambiente de oleaje erosivo) que modifica las dimensiones de las superficies de las unidades de relieve constituidas por materiales arenosos, como es el caso de los tómbolos. El decremento no es significativo en comparación con el incremento que se registra en los otros períodos. El segundo decremento lo presentan los cordones litorales, con una pérdida de 6.5 ha. Este valor puede ser producto de errores de dibujo durante el proceso de restitución y digitización, ya que representa tan sólo un 0.8% en relación con la superficie de los cordones litorales en 1964.

La observación de fotografías aéreas de 1993 muestra un comportamiento distinto. La expansión de la línea de costa no tiene lugar en el extremo interior de la bahía de Matanchén, ya que la playa presenta un decremento de 56 ha. Sin embargo, se observa un incremento a lo largo de la margen continental, en el costado norte de la bahía (Figura 11), en las unidades de relieve denominadas cordones litorales.

En cuanto a los resultados de las unidades de relieve, durante 1993 se expresan cambios interesantes. Mientras las playas sufren un decremento del área, los cordones litorales registran un aumento de hasta 26 ha, pero por otro lado, la superficie total no refleja un proceso de acreción de la línea de costa, sino por el contrario, una pérdida de 23.5 ha. Lo anterior se explica porque la playa ha cedido superficie a los cordones costeros, que en 1970 comprendían 804 ha, y para 1993 se extendía ya a 830.5 ha, con un crecimiento de alrededor de 26 ha; por ello, la playa parece tener una pérdida de superficie, ya que de 94 ha (1970) disminuye a sólo 38 (1993), pero en realidad estas antiguas áreas de playa han formado nuevos cordones litorales que fueron recientemente colonizados y cubiertos de vegetación siguiendo las pautas de la sucesión biótica primaria.

El análisis de estos resultados indican, por otra parte, que los depósitos de cordones costeros

de la bahía son contemporáneos y que se han formado a lo largo de las dos últimas centurias. El examen de fotografías aéreas desde 1945 a 1993 registra la formación de tres a cuatro cordones litorales, que en su inicio formaron superficies de playa.

En el trabajo expuesto por Curray *et al.* (1969) no se fecharon los cordones litorales de la bahía de Matanchén; sin embargo, es muy interesante conocer cuándo la península de la bahía Punta Camarón formaba una sola unidad como isla volcánica con sus derrames lávicos basálticos recientes, la cual posteriormente, fue unida a tierra firme por un tómbolo que se desplazó como parte del sistema de cordones del delta del río Santiago a los que Curray *et al.* (*Ibid.*) dataron como depósitos de la fase regresiva de hace 2 200 años. La historia de la bahía de Matanchén presenta un proceso predominante de acreción de la línea de costa que se ha desarrollado uniendo el material volcánico separado del continente.

La comparación de las diferentes superficies obtenidas de los registros de observación aérea, muestran los siguientes resultados (Figura 12). La superficie total de las unidades de relieve durante 1945 era de 1 185 ha y para 1970 se contaba con 1 298 ha, es decir, unas 113 ha de crecimiento, y finalmente, en 1993, la superficie total constaba de 1 275 ha, lo que se traduce en una pérdida de alrededor de 23.5 ha en el período (Cuadro 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados muestra dos etapas en la evolución de la línea de costa en la bahía de Matanchén. La primera, con una acumulación rápida, mientras que en la segunda, muy reciente, se presenta un proceso de erosión. Sólo, y a manera de hipótesis, se infiere que el cambio del proceso de acumulación hacia el de erosión, quede explicado por la construcción de obras de infraestructura portuaria, que han modificado las condiciones hidrodinámicas en la boca del estuario de San Blas. Se edificaron escolleras en ambas márgenes de la bocana con objeto de retener los sedimentos de la deriva litoral, evitando la formación de bancos y barras de arena que generan problemas de azolvamiento.

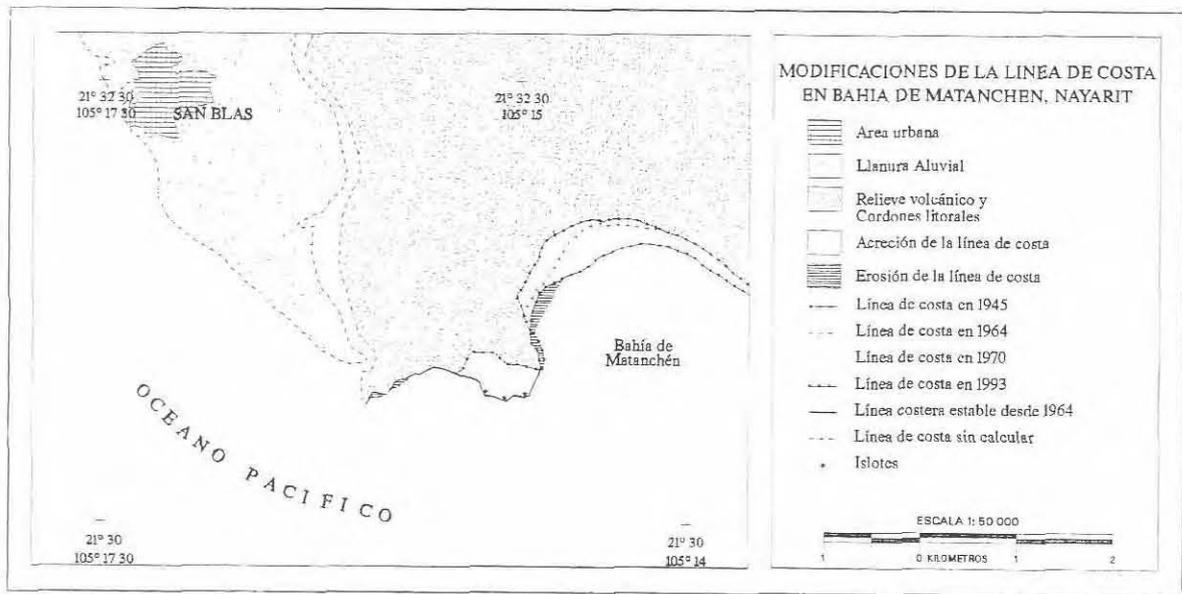


Figura 12. Cambios en la superficie total de las unidades de relieve.

Es posible que con estas obras haya menguado la sedimentación en la bahía de Matanchén, pues distan sólo dos millas de la bahía. Un hecho que viene a catalizar dicho cambio, es el funcionamiento de la planta hidroeléctrica de Aguamilpa, que a partir de 1993 controla el escurrimiento del río Grande de Santiago, cuyo embalse es el receptáculo de los sedimentos que anteriormente se aportaban al delta y acrecionaban las playas.

Es importante mencionar que en la zona en estudio, los procesos erosivo-acumulativos son reforzados por los ciclones. La zona del territorio nayarita es una clásica franja costera que recibe el impacto del paso o trayectoria de ciclones que promueven el oleaje de tormenta o erosivo, con un orden de frecuencia moderada de 10 a 13 ciclones por un período de 25 años. Lo anterior se traduce en cambios en la morfología de la línea costera, tanto de avance por acumulación, como de retroceso por erosión.

El análisis de las modificaciones de la línea de costa muestra que la agradación de la bahía de Matanchén alcanzó un avance de 470 m en el sector interior de la bahía entre 1945 y 1993.

El sistema costero y los cambios de sedimentación en su conjunto, permiten conjeturar lo siguiente:

La sedimentación rápida de la bahía de Matanchén puede presentarse por: a) la proximidad del río Grande de Santiago que constituye la fuente de sedimentos, b) por las características geomorfológicas del fondo marino somero, c) y por el arreglo espacial de las áreas adyacentes de la bahía, que facilitan un patrón de refracción y difracción, en el cual el oleaje llega a la ensenada con muy escasa energía y propicia la acumulación.

Una vez que se han demostrado las modificaciones de la línea de costa en la bahía de Matanchén, los estudios posteriores deberán enfocarse a entender el por qué, en un lapso de tiempo muy breve, se acrecentó la línea de costa y el archipiélago se unió al continente, si las condiciones fisiográficas son esencialmente las mismas. Es probable que este fenómeno se deba a un aumento de la carga del escurrimiento del río Santiago, provocado por el incremento de las tierras de labor agrícola en la cuenca alta, las cuales no cuentan con prácticas de conservación de suelos. Sin embargo, debido a la construcción

de escolleras en la desembocadura de San Blas y la construcción de represas que controlan el escurrimiento del río Santiago, se revierte el proceso de acumulación por uno de erosión a lo largo de la línea de costa.

Por último, es importante señalar que, para confirmar o eliminar las causas que expliquen las modificaciones de la costa, se requiere que a lo largo de la línea de ésta se efectúen monitoreos de las corrientes de playa o de deriva con evaluación de la carga de sedimentos, con el objeto de llegar a establecer el balance de la sedimentación dentro de un análisis multitemporal.

En conclusión, este trabajo demuestra los cambios espaciales y multitemporales de la línea de costa a través del enfoque documental como herramienta básica de análisis.

RECONOCIMIENTO

Agradecemos al teniente José Refugio Gutiérrez Infante y a la sargento Natalia Esquivel de la Secretaría de Marina, que nos brindaron la información de fotos aéreas, las cuales fueron fundamentales para la realización de este trabajo.

El trabajo se realizó dentro del proyecto de investigación "Cambio de uso del suelo y bioconservación en marismas nacionales, Nayarit", gracias a la cooperación y financiamiento del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la UNAM.

REFERENCIAS

📖 Archivo General de Indias (1984), *Cartografía Histórica de la Nueva Galicia*, Universidad de Guadalajara, México y Escuela de Estudios Hispano-Americanos de Sevilla, España.

📖 Curray, J. F., Emmel y P. J. Crampton (1969), "Holocene history of a strand plain lagoonal coast, Nayarit, Mexico", Ayala Castañares, A. y F. B. Pleger (eds.), *Memorias del Simposio Internacional sobre Lagunas Costeras*, Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 63-100.

📖 Davies, J. L. (1980), *Geographical variation in coastal development*, 2ª. ed., K. M. Klayton, Longman.

📖 Lancin, M. (inédito), *Utilidad de las imágenes multi-espectrales de Landsat 1 en geomorfología litoral. Ejemplo de la región de San Blas, Nayarit, México.*

📖 Ortiz Pérez, M. A. (1979), "Fotointerpretación geomorfológica del curso bajo del río Grande de Santiago, Nayarit", *Boletín*, núm. 9, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 65-95.

📖 Ortiz Pérez, M. A. y L. Romo Aguilar (1994), "Modificaciones de la trayectoria meándrica en el curso bajo del río Grande de Santiago, Nayarit, México", *Investigaciones Geográficas*, Boletín, núm. 29, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 9-23.