CAPITULO III
LA MORFOLOGIA LITORAL

A. Definiciones

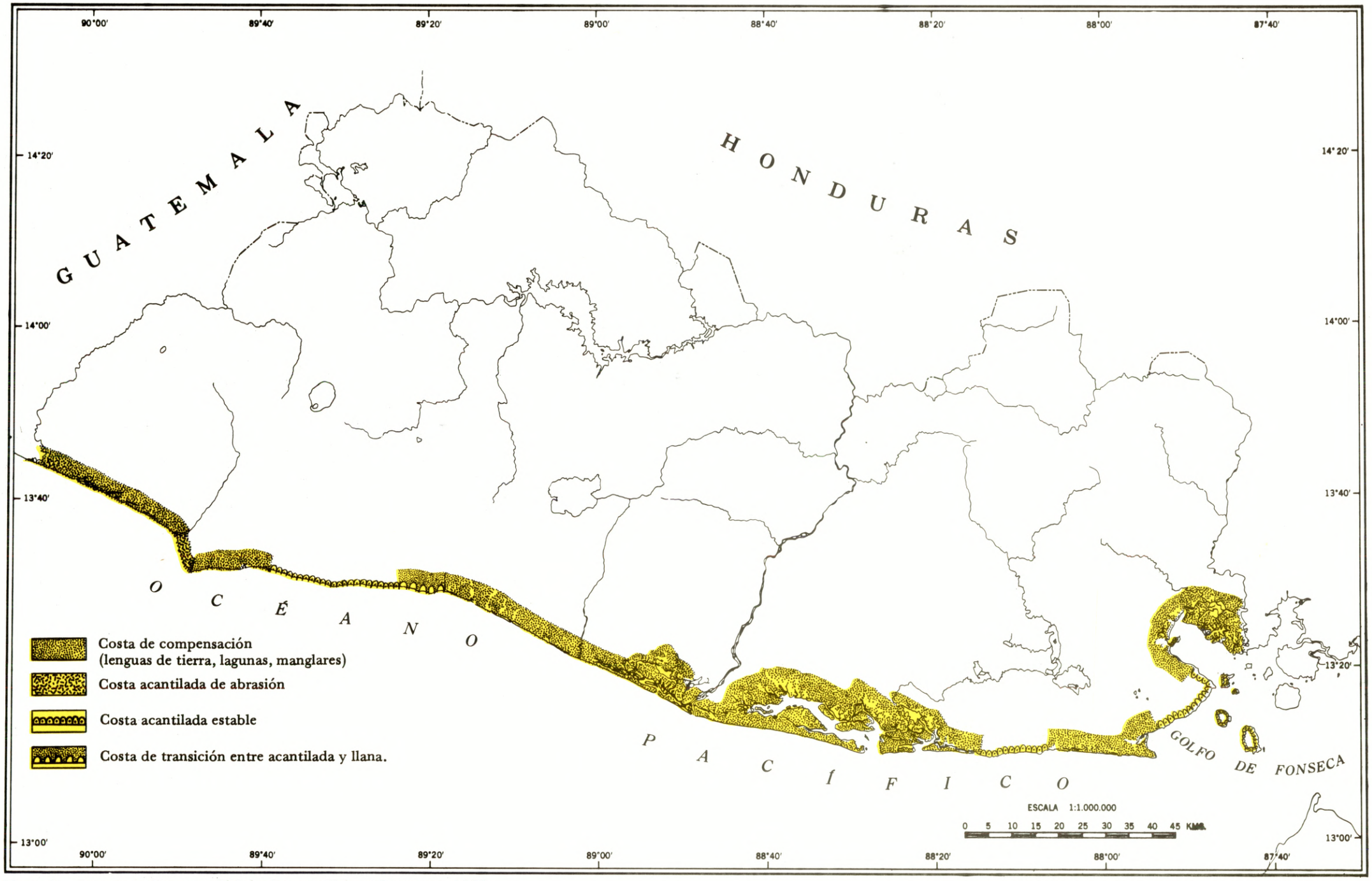
La "Costa" es la zona limítrofe de anchura variable entre la tierra firme y el mar. Incluye tanto la zona marginal de agua, como la franja de tierra que forma el sitio donde las fuerzas marinas y terrestres luchan unas con otras y se engranan,y donde de tal manera se originan características morfológicas propias.

El elemento activo que en primer lugar forma la costa, son los fenómenos marinos que suelen distinguirse especialmente por su fuerza y muy raras veces o nunca por su índole. Por esta razón las costas de toda la tierra son similares. Aunque las costas ocupan solamente una pequeña parte de la tierra firme, su importancia es grande no sólo como fenómeno geográfico en el límite entre la tierra y agua o por su marcada multitud morfológica, sino también como objeto vivo para la investigación geomorfológica. Además, las costas siempre han sido y continúan siendo muy variables, especialmente cuando son atacadas por oscilaciones del nivel del mar o por elevaciones o hundimientos tectónicos o volcánicos. Según la estratificación y dureza de la roca madre y las diversas actuaciones de la resaca, mareas, viento, corriente marina y sedimentos litorales se desarrolla una multitud de formas costeras, tanto por destrucción como por construcción o por transformación; Mapa 4.

Destructivo es sobre todo, la erosión marina o abrasión. Las formas que así se originan por la resaca –formas cóncavas de resaca, cantil, terraza de abrasión–, se encuentran en primer lugar en costas acantiladas. Pero donde la costa consiste de material menos resistente, la resaca escurre generalmente en una orilla baja, formando de tal manera una costa llana que tiene una ancha playa de arena o grava fina. También acá actúa la erosión marina, pero más fuerte es sin duda la acumulación marina.

El paisaje costero se divide en la "orilla" que limita entre la marca de bajamar y el pie de escarpa; Figura 22. En una costa llana, este último suele ser de poca altura, pero en una costa rocosa puede estar representado por un cantil de más de 100 m. de altura, donde la acción efectiva de las olas termina. Delante de la orilla se encuentra el mar marginal. Detrás se localiza una zona más ancha de tierra firme, la propia "costa" que queda separada de la orilla por la escarpa llamada también "línea de costa".

La costa de El Salvador se compone entonces de una parte de tierra firme arriba de la línea de costa que se llama el paisaje costero y una parte del mar inclusive su fondo, es decir una orla del océano vecino a la costa. GIERLOFF-EMDEN propuso para la costa salvadoreña dos límites morfológicos naturales. En el norte, el límite del paisaje costero es el pie de montaña de la cadena volcánica principal que se encuentra entre 20 y 30 km. tierra adentro. En el sur, el área costera es la plataforma continental de una anchura entre 50 y 80 km. hasta su límite natural que es el talud continental hacia la Fosa de Guatemala.



Mapa 4: Formas de Costas en El Salvador, por Helmut Lessmann, 1977.

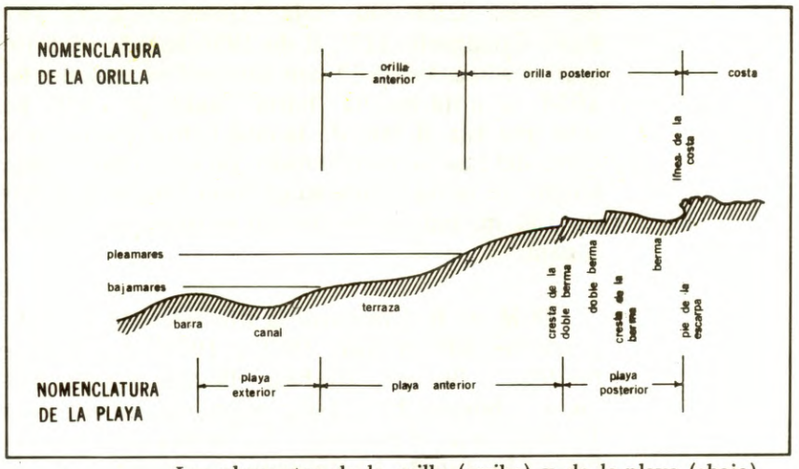


Fig. 22: Los elementos de la orilla (arriba) y de la playa (abajo) en la costa; según PANZARINI, 1970.

Según FOCHLER-HAUKE (1959), "el paisaje geográfico es un espacio terrestre típico con toda su compleja realidad, con un sistema de fuerzas definido dentro de un espacio determinado, con su contenido perceptible por los sentidos, que está sometido al cambio estacional más o menos marcado, delimitado por la naturaleza del paisaje, es decir por su "forma" condicionada por el juego de las fuerzas ecológicas y económico-sociales. En su límite de esta manera definido pasa a paisajes de otra naturaleza". Los elementos de paisaje orgánicos y abióticos más importantes son topografía, suelo y subsuelo, tiempo y clima, agua y vegetación.

Respecto a la costa de El Salvador se distinguen cinco paisajes principales: I, II, III, IV y V, que se dividen en 25 paisajes secundarios.

I: Son las planicies costeras occidental, central y oriental de tipo aluvión con varias secciones secundarias, ya sea por su diferente historia de la evolución local o por el tipo de montañas suministrantes del material de su construcción.

II: Entre las montañas costeras hay dos sierras: la Sierra del Bálsamo (40 km. de largo) y la Sierra de Jucuarán (25 km); además, se encuentra en el oriente el volcán Conchagua y las islas volcánicas del Golfo de Fonseca.

III: Siguen los paisajes de las propias costas. Primero las llanas inclusive los esteros y también una sección de costa que no es llana sino con un pequeño acantilado; pero está conectada con la planicie costera occidental.

IV: Siguen las costas acantiladas formadas por las montañas costeras.

V: Finalmente se incluye el Golfo de Fonseca Occidental como paisaje marino.

En la leyenda del Mapa 5, están detallados los paisajes según sus números.

B. Costas llanas

La Sierra del Bálsamo separa dos planicies costeras, la central a ambos lados del bajo río Lempa y la occidental. Ambas planicies se construyen de material volcánico fluvial y ambas ascienden hacia tierra adentro con el mismo declive de alrededor de 5 m. por kilómetro o aproximadamente 0° 17'.

1. Planicie costera occidental de aluvión

La planicie occidental tiene una longitud de 55 km. y se extiende desde el río Paz hasta las estribaciones de la Sierra del Bálsamo con una anchura de 8 a 20 km, hasta la isoipsa de 200 m. En realidad es el extremo oriental de una inmensa llanura costera de más de 600 km. de largo que se extiende hasta el Golfo de Tehuantepec, incluyendo toda la costa pacífica de Guatemala.

a. Sección río Paz–río Grande de Sonsonate. Paisaje 1.

La planicie de aluvión de esta sección ha sido construida con sedimentos de origen de la Sierra Tacuba-Apaneca y el macizo volcánico El Águila-Santa Ana, cuyo pie de monte presenta el límite de la planicie costera occidental como lo demuestra el panorama visto desde el mar; Fotografía 10. Numerosos ríos de 20 a 30 km. de largo se han cortado en la llanura por varios metros.

Fotografía 10: Planicie costera occidental; una veintena de lomas redondas que sobresalen; en el fondo la Sierra de Tacuba-Apaneca y volcanes del grupo del Santa Ana. Fotografía aérea por H. Lessmann.

b. Sección río Grande de Sonsonate–río Ayacachapa. Paisaje 2.

Esta parte de la planicie costera tiene una fisonomía muy distinta. Es una zona tectónicamente perturbada. En el subsuelo se encuentran las estribaciones ponientes y suroccidentales de la Sierra del Bálsamo que comienza debajo de la Plataforma Continental. Encima se depositaron sedimentos fluviales originarios de las montañas al norte y este que formaron una capa relativamente delgada.

En el área de Acajutla, la planicie costera forma una terraza elevada que rompe hacia el mar en forma de cantil hasta más de 15 m. de alto, que continúa tierra adentro por varios kilómetros, formando la ribera oriental del río Grande de Sonsonate. La roca cortada demuestra materiales fuertemente cementados.

Al norte de la carretera del Litoral cerca de donde cruza el río Banderas, se aprecia una veintena de lomas redondas que sobresalen de la planicie por 20 a 40 m. Fotografía 10. Otro grupo de menor altura se halla a lo largo del camino hacia Los Cóbanos. Evidentemente, son restos de las primitivas estribaciones occidentales de la Sierra del Bálsamo. MEYER-ABICH y CORNEJO suponen para esta planicie costera, primero, un

allanamiento por abrasión marina y, posteriormente, una elevación. Hay varias pruebas en esta parte costera de que la elevación continúa; se las detallarán algo más adelante.

c. Costa llana y esteros entre río Paz y río Grande de Sonsonate. Paisaje 11.

El curso de la costa desde la desembocadura del río Paz hasta Acajutla, igual que en la otra dirección lejos adentro en Guatemala, es una costa compensatoria casi rectilínea de orientación noroeste-sureste, con anchas playas de arena que se interrumpen por varias desembocaduras de estero; Mapas 6 y 7.

El Río Paz, que forma la frontera con Guatemala a lo largo de unos 60 km. desciende en un angosto valle hacia el suroeste. Pero, al entrar en la planicie cerca de La Hachadura, donde se encuentra el puente fronterizo "General Manuel José Arce", el río empieza un curso tortuoso y a cambiar su lecho. 4 km. río abajo dobla hacia el sur; 3 km. más abajo separa el Brazo del río Paz hacia el sureste que a través de varios canales desagua en el Estero Garita Palmera. El río principal aumenta su sinuosidad y después de otros 3 km. se orienta hacia el sureste, hasta 700 m. de la costa. Desde allá, de repente reanuda su curso hacia el oeste para desembocar finalmente, después de otros 3 km. a través de la Bocana del río Paz. Según el mapa oficial Puerto San José, Guatemala ND 15-12 de 1959 de escala 1: 250 000, un kilómetro al suroeste del caserío La Hachadura se separa al lado guatemalteco el río Nuevo Paz del río madre, para desembocar al mar 12 km. más al oestenoroeste, en costa guatemalteca. Estos hechos y testigos de antiguos lechos del río (Mapa 8), comprueban el frecuente cambio de la desembocadura, durante el curso de los siglos, sobre un trecho de la costa de casi 20 km.

El Mapa 8, muestra comprobaciones del avance de la costa hacia el mar, que se localizan hasta más de 2 km. tierra adentro, así como también las bocanas anteriores del Estero El Zapote y de la Garita Palmera que probablemente es una antigua desembocadura del río Paz. Entre ambos esteros sorprende la elevación extraordinaria de 5 a 7 m. de los antiguos sistemas de cordones costeros. En ellos, y a 400 a 700 m. de distancia de la costa, se notan claramente restos de "medias lunas de playa" de más de 2 km. de largo, hasta en tres líneas una tras otra, distinguibles por un color más obscuro que sus alrededores. Atrás del Estero El Zapote se encuentran manglares muy extendidos, mientras más al poniente son muy reducidos, posiblemente por la fuerte desalinización del agua subterránea ya halina, causada por las aguas del caudaloso río Paz y sus ramificaciones, por lo menos durante la estación lluviosa.

El Estero El Zapote llamado antes según el caserío Barra de Santiago, tiene un canal de hasta 500 m. de ancho que se extiende desde la bocana unos 5 km. hacia el sureste, hasta la Isla Bajo de los Limones. El río Cara Sucia y otras aguas desembocan a través de cuatro canales o "zanjones" en el estero. Al comparar el mapa oficial de escala 1: 50 000, hoja "Desembocadura río Paz", Cuadrante 2157 II de 1956, basado en fotografías aéreas de 1949, con fotografías recientes de 1974, se nota que la "barra", antes de 1949, ha sido una isla al este de la cual había una bocana, cerca del caserío mencionado. En este lugar la larga lengua de tierra reduce su anchura a todavía menos de 100 m. indicando que no es una construcción segura.

El Mapa 6, demuestra la dinámica de la costa y esteros, habida entre 1956 y 1971. Las desembocaduras Bocana río Paz, Bocana Garita Palmera y Bocana El Zapote, migraron durante esos 15 años hacia el noroeste. La lengua de tierra del Estero El Zapote ha formado un gancho de arena hacia adentro del estero.

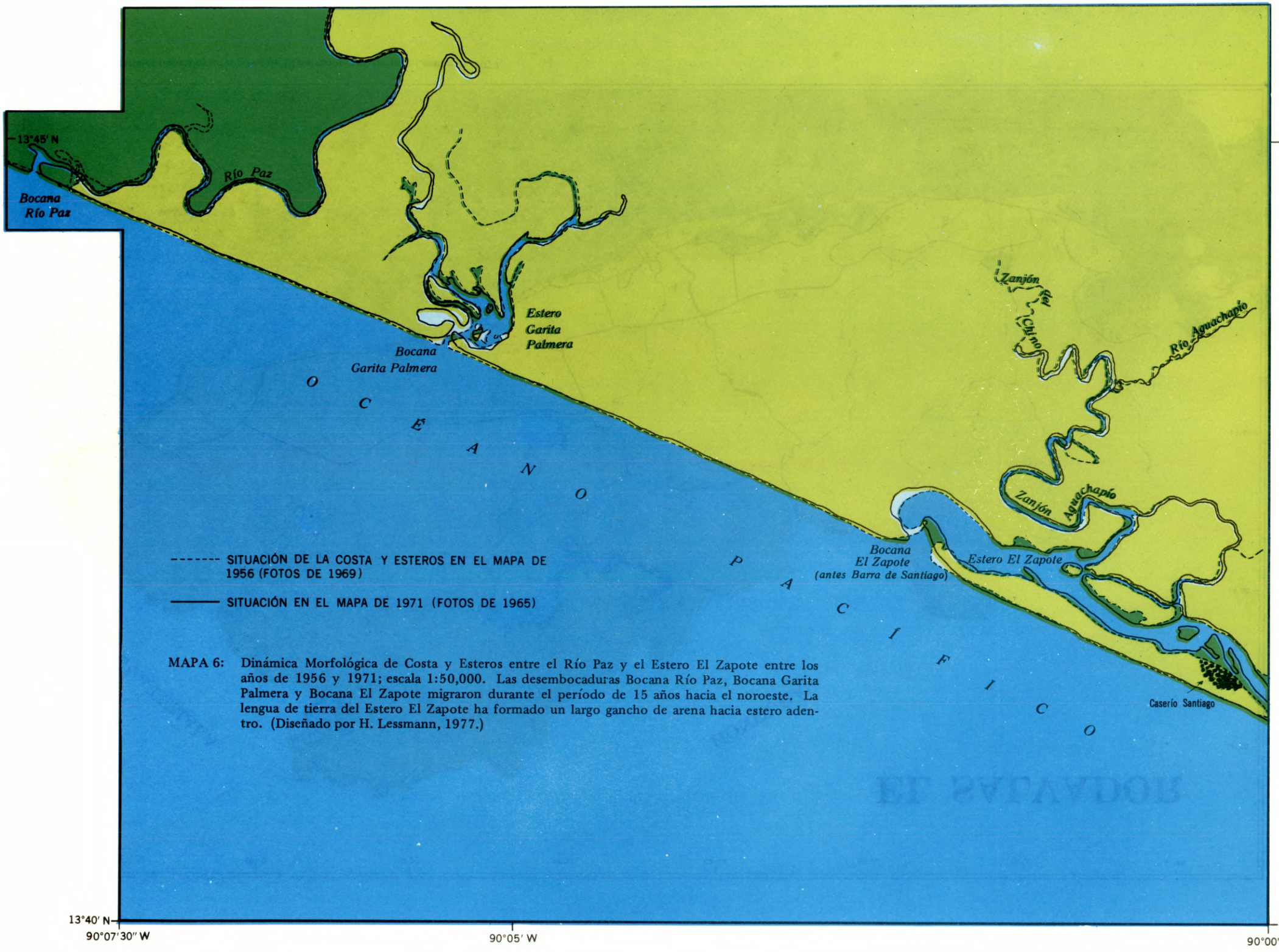
Entre el Estero El Zapote y Acajutla, se distinguen tres esteros cada uno de los cuales se alimenta de varios ríos. El Estero de San Juan, en el oeste, según fotografía aérea de 1949, no tenía desembocadura, por lo menos temporalmente, porque la de 1965, demuestra una bocana al oeste de un típico gancho de arena. La Bocana Cauta, 9 km. al oeste de Acajutla tiene una larga aunque angosta laguna y recibe tres ríos: Cauta, Metalío y Madre Vieja. La lengua de tierra con la playa de Metalío tiene más de 3 km. de largo, pero la propia desembocadura es angosta.

El río Grande de Sonsonate o Sensunapán junto con los ríos San Pedro, Las Marías y Zunza forman una pequeña laguna de igual forma que la de Cauta. Ésta desemboca al mar por la Bocana El Limón.

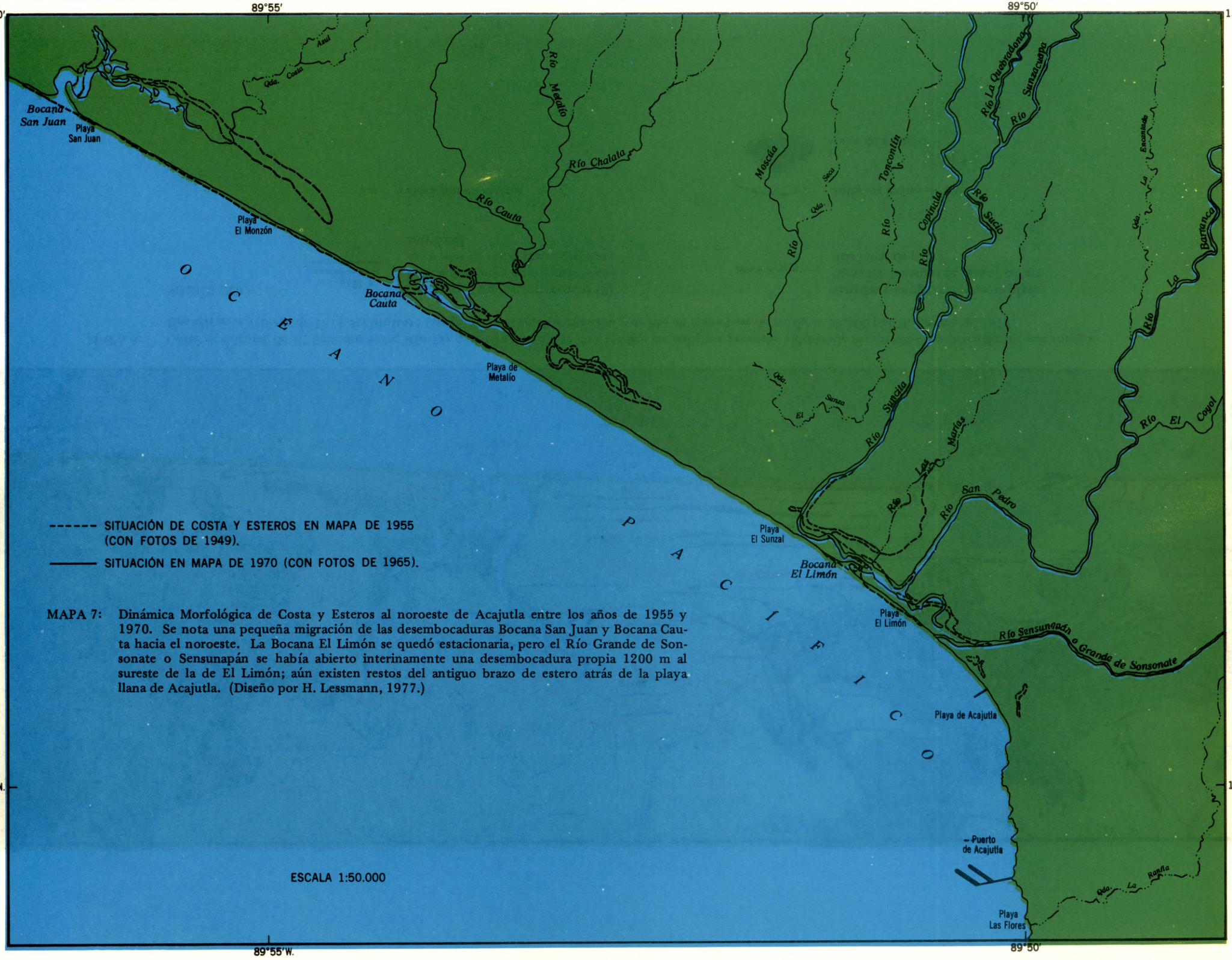
El Mapa 7, informa de los cambios ocurridos en la costa y esteros al noroeste de Acajutla entre 1955 y 1970. Se nota una pequeña migración de las desembocaduras Bocana San Juan y Bocana Cauta hacia el noroeste, mientras la Bocana El Limón no tuvo cambios.

El buque de guerra norteamericano "Tuscarora" ubicó la línea de costa que marca las mareas altas medias en 1880, 120 a 300 m. tierra adentro desde la línea de costa en 1952. Hasta 1890, la costa se había adelantado 50 a 100 m. más al mar, hasta la actual carretera. Las mareas altas vivas sobrepasaron el cordón costero de arena inundando la zona tierra adentro que entonces era el estero con profundidades de agua entre 30 y 100 cm. llegando hasta una línea indicada en el mapa, aproximadamente 300 m. al norte de la playa. El cauce del río Grande es encajonado y fijo, hasta el antiguo camino real que viene desde la Hacienda Atalaya, donde cruza el río San Pedro y después el río Grande, a 700 m. al norte de la actual línea costera. Desde este punto de vado hasta la desembocadura, el río ha cambiado frecuentemente su cauce y especialmente la bocana al mar. Esta dinámica continúa porque los cuatro ríos traen mucha agua y muchos sedimentos. En 1890, el río tenía un brazo paralelo a la costa hacia el oriente, que desembocaba al pie del acantilado. Durante la construcción del muelle y de la vía férrea sobre la costa llana de 1893 a 1900, el cauce del brazo oriental fue rellenado. Pero el río siempre ha conservado la tendencia de abrirse paso hacia el este. Lo demostraba en los tiempos

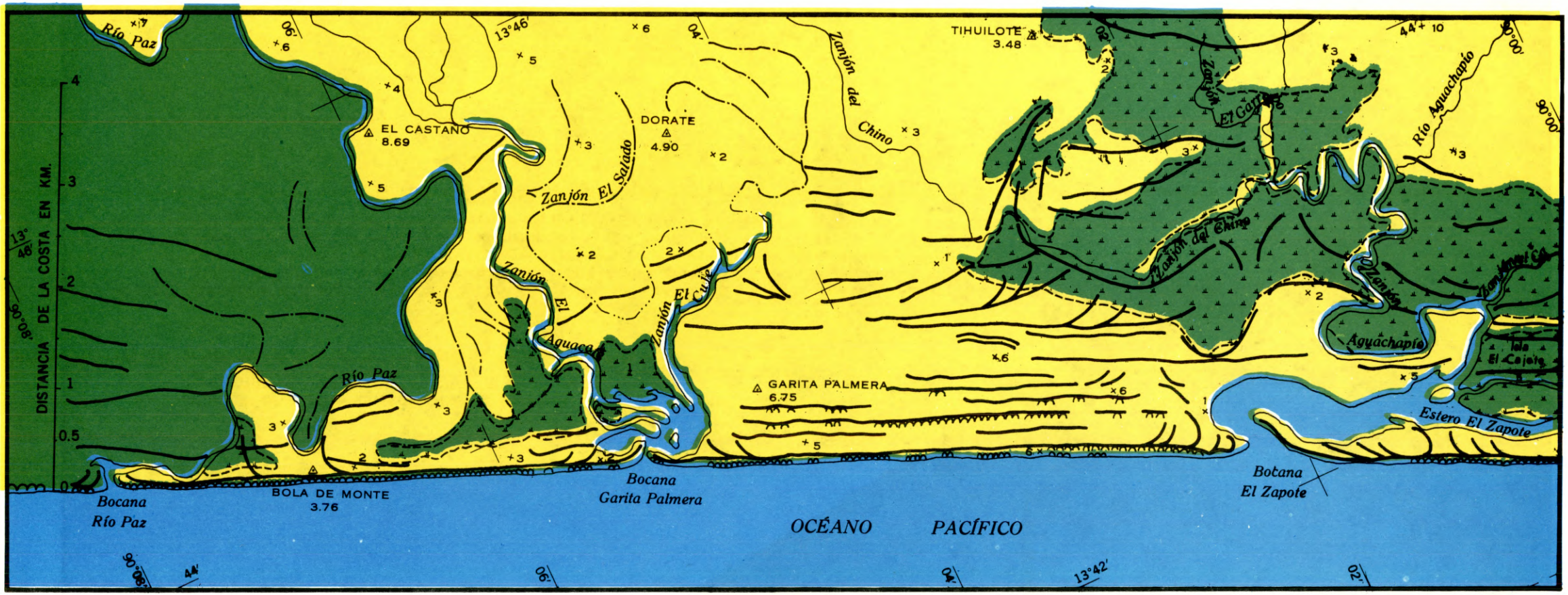
Mapa 5: Los paisajes naturales de la costa de El Salvador, por Helmut Lessmann, 1977.



MAPA 6: Dinámica Morfológica de Costa y Esteros entre el Río Paz y el Estero El Zapote entre los años de 1956 y 1971; escala 1:50,000. Las desembocaduras Bocana Río Paz, Bocana Garita Palmera y Bocana El Zapote migraron durante el período de 15 años hacia el noroeste. La lengua de tierra del Estero El Zapote ha formado un largo gancho de arena hacia estero adentro. (Diseñado por H. Lessmann, 1977.)



MAPA 7: Dinámica Morfológica de Costa y Esteros al noroeste de Acajutla entre los años de 1955 y 1970. Se nota una pequeña migración de las desembocaduras Bocana San Juan y Bocana Cauta hacia el noroeste. La Bocana El Limón se quedó estacionaria, pero el Río Grande de Sonsonate o Sensunapán se había abierto interinamente una desembocadura propia 1200 m al sureste de la de El Limón; aún existen restos del antiguo brazo de estero atrás de la playa llana de Acajutla. (Diseño por H. Lessmann, 1977.)



MAPA 8: Costa occidental de El Salvador entre Río Paz y Estero El Zapote con testigos de antiguos procesos hidrográficos morfológicos descubiertos por fotografías aéreas de febrero de 1974 del Instituto Geográfico Nacional; evaluación y diseño en mapa base de escala 1: 50,000 por H. Lessmann, 1977.

SIMBOLOGIA :

(2) / (1) — cordón costero (1) con recodos (2) indicando bordes de antiguas bocanas o islas en varias líneas costeras anteriores

actuales y antiguas formas de playa llamadas "cuernos de playa" o "medias lunas de playa"

× 8 — elevación en metros

antiguos lechos de río

zona de manglar

de crecidas, cuando las aguas transportadas por los otros tres ríos situados algo más cerca a la desembocadura común, dificultan la salida de las aguas del río Grande. Este deposita entonces los materiales gruesos como troncos y rocalla gruesa acarreados en su propio cauce, hasta que se cierre la salida natural hacia el oeste.

Estos cuatro ríos son los responsables principales de la sedimentación progresiva en el Puerto de Acajutla, sobre la costa llana. La Fig. 23, demuestra los cambios de profundidad y sedimentación desde 1900 hasta 1952, cerca del muelle. Hasta 1924, se observaba un cambio lento y proporcional. La sedimentación en la playa hizo retroceder la línea costera en una magnitud de 20 m.

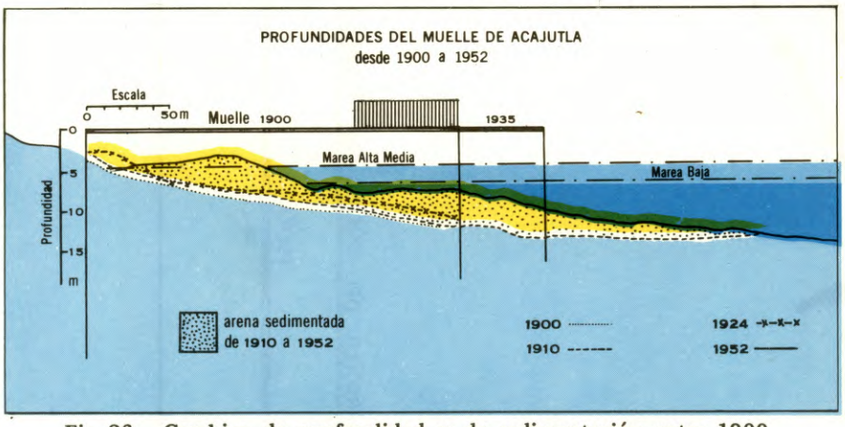


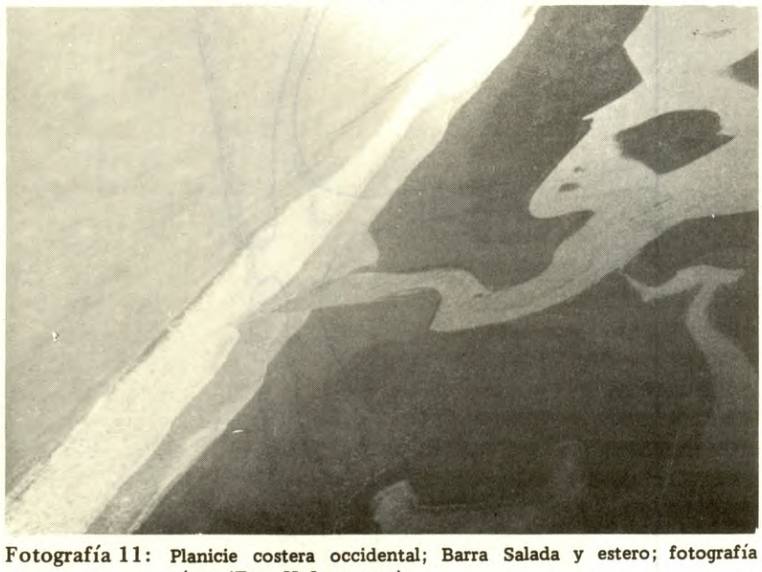
Fig. 23. **Cambios de profundidad y de sedimentación entre 1900 y 1952, cerca del muelle antiguo de Acajutla, según MEYER-ABICH, 1953.**

Durante la enorme crecida de junio de 1934, cuando una tempestad tropical cruzó esta región del país y originó el cambio de los cauces de muchos ríos, la situación varió súbitamente. Las enormes cantidades de agua acarreadas por los cuatro ríos, se desbordaron de la laguna común, abriéndose paso directamente hacia el mar. El mapa de la Fig. 24, indica con un colorido gris claro el nuevo cauce del río, 500 m. al poniente del muelle de 1900. Las aguas destruyeron varios antiguos diques construidos entre 1902 y 1905, para evitar un desvío del río hacia el este. Con los materiales acarreados rápidamente, se tapó la nueva desembocadura al mar, y el río torció hacia el sureste, para abrirse paso y desembocar bastante cerca del muelle. La Figura 23, enseña cómo cambió el depósito de sedimentos, que en esta forma se conservó por lo menos hasta 1952. La sedimentación era tan alta, que se tuvo que prolongar el muelle 50 m. Además se construyeron dos diques de piedra en 1935 y 1941, para evitar futuros desvíos del río hacia el este y sureste, respectivamente. Lo que no se puede impedir es la sedimentación progresiva en esta costa de acumulación. Siempre son las lluvias persistentes y extensas de tipo "temporal", las que sobre todo en septiembre y octubre producen cambios en el contorno de la costa llana; los de septiembre-octubre 1953, y septiembre 1961, causaron considerables daños en el área de Acajutla. Siempre se han conservado restos pantanosos de estero, atrás del antiguo muelle en la costa llana. Durante el fuerte temporal de 1961, el caudaloso río Sensunapán abrió un nuevo cauce buscando una desembocadura más directa. Llegó hasta la propia línea de costa, a unos 50 a 80 m. de la playa, inmediatamente al oeste del muelle viejo; torció con un recodo rectangular, hacia el este, pasando por debajo del muelle y desembocó nuevamente al pie del acantilado, demostrando la permanente dinámica de la costa llana.

El Mapa 7, enseña que durante el curso de los años de 1955 a 1970, el río Sensunapán abrió una desembocadura propia 1200 m. al sureste de la de El Limón; hoy en día, usa otra vez la Bocana El Limón.

d. Entre Punta Remedios y río Ayacachapa. Paisaje 12 (Mapa 9)

En esta sección costera bajan varios ríos. Los llamados Las Marías, Huiscoyol y Chimalapa nacen en la misma llanura y forman en sus desembocaduras pequeños esteros ribeteados de algunos manglares, como por ejemplo, en la playa Los Cóbanos. El río más caudaloso, río Banderas, nace en el macizo volcánico del Santa Ana. Más al este, los ríos descienden de la Sierra del Bálsamo. Antes de desembocar al mar, forman pequeños esteros y lenguas de tierra a ambos lados de las bocanas con anchas playas. El material de construcción lo suministran los mismos ríos, que durante la estación lluviosa son caudalosos. El río Banderas se transforma entonces en un raudo torrente. GIERLOFF-EMDEN observó cordones costeros frente a la desembocadura de este río, construidos durante la estación seca, principalmente por arenas finas de minerales oscuros. Únicamente los ríos Mandinga y Pulaluya han constituido un estero algo regular con manglares que ocupan más de 5 km^2 y se extienden por 4 km. tierra adentro, hasta la carretera del Litoral. Su laguna atrás de la Barra Salada tiene 1 km. de largo y 400 m. de ancho; Fotografía 11. Dentro de ella se encuentran varias islas de arena que son restos de una antigua línea de playa. Dentro del manglar, funciona la Salina de Ayacachapa, que trae el nombre del río que desemboca al mar 6 km. más al este. Con él termina la planicie costera occidental, cuando las estribaciones de la Sierra del Bálsamo, con las Lomas El Zunzal llegan al mar y forman los primeros cantiles escarpados; Fotografía 49.



Fotografía 11: **Planicie costera occidental; Barra Salada y estero; fotografía aérea. (Foto H. Lessmann).**

e. Entre río Grande de Sonsonate y Punta Remedios. Paisaje 13 (Mapa 10)

En la ensenada de Acajutla se cambia el tipo de costa. Mientras el muelle viejo, la Capitanía

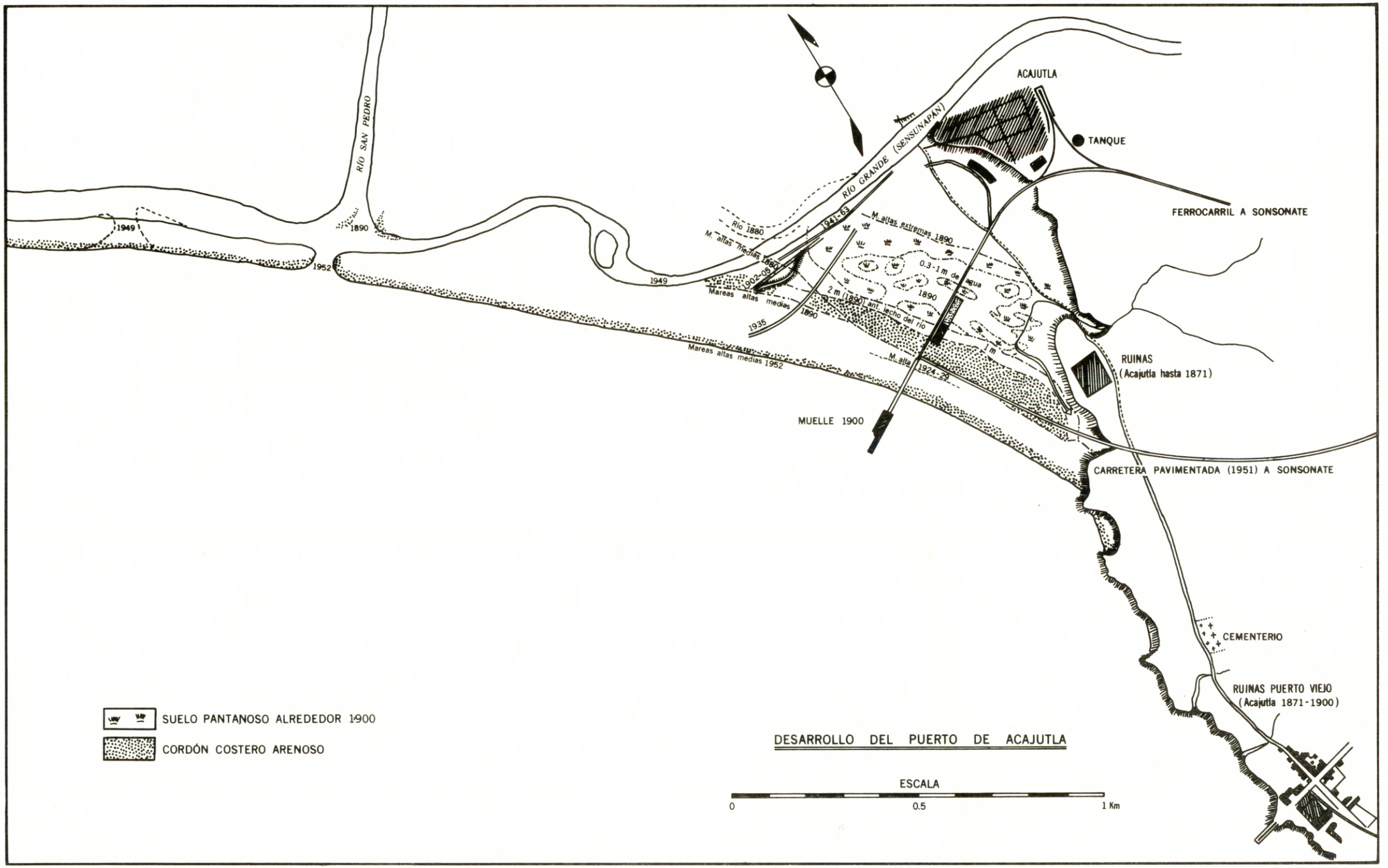
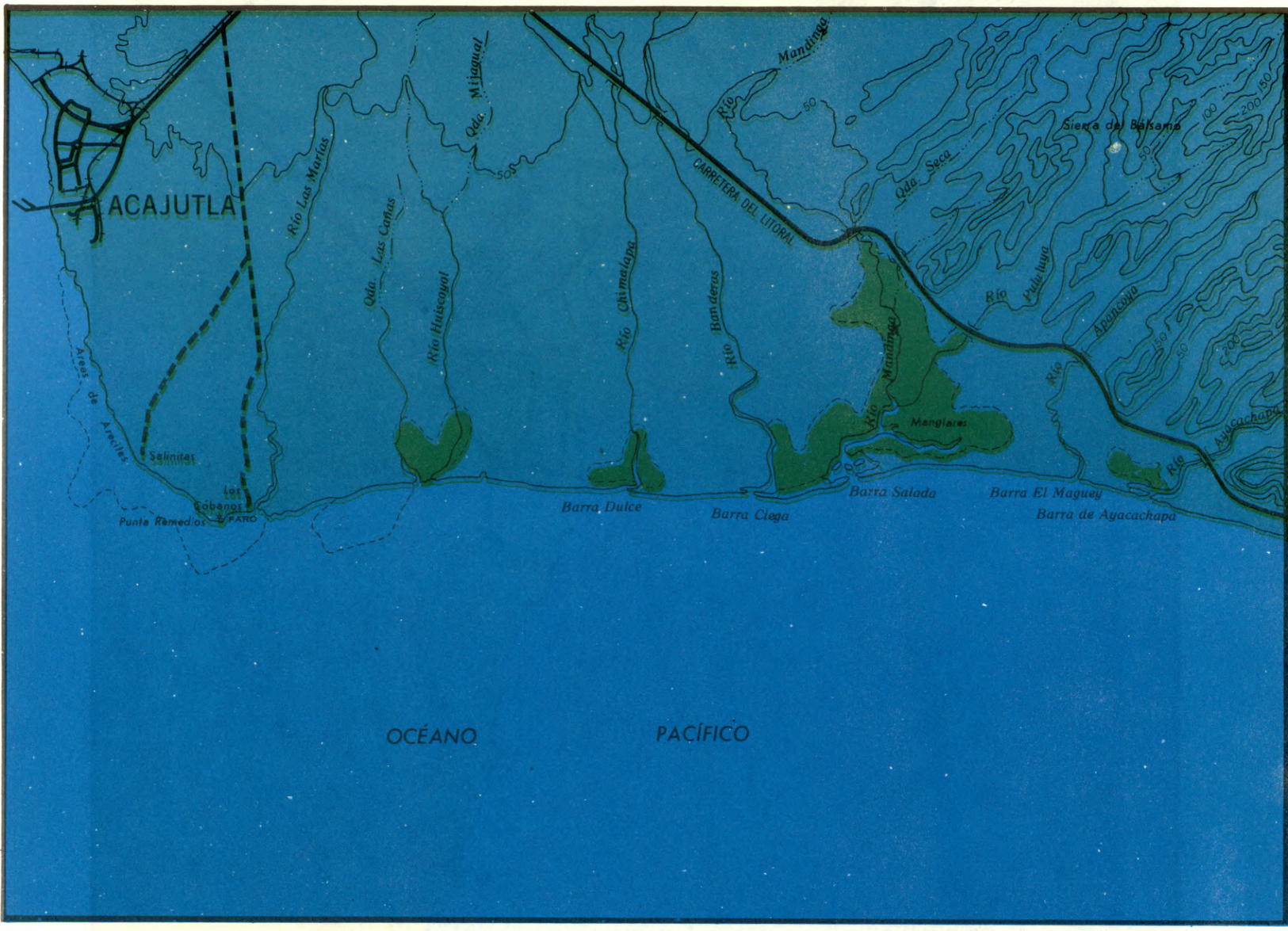


Fig. 24: Desarrollo del puerto de Acajutla, según MEYER-ABICH, 1953.



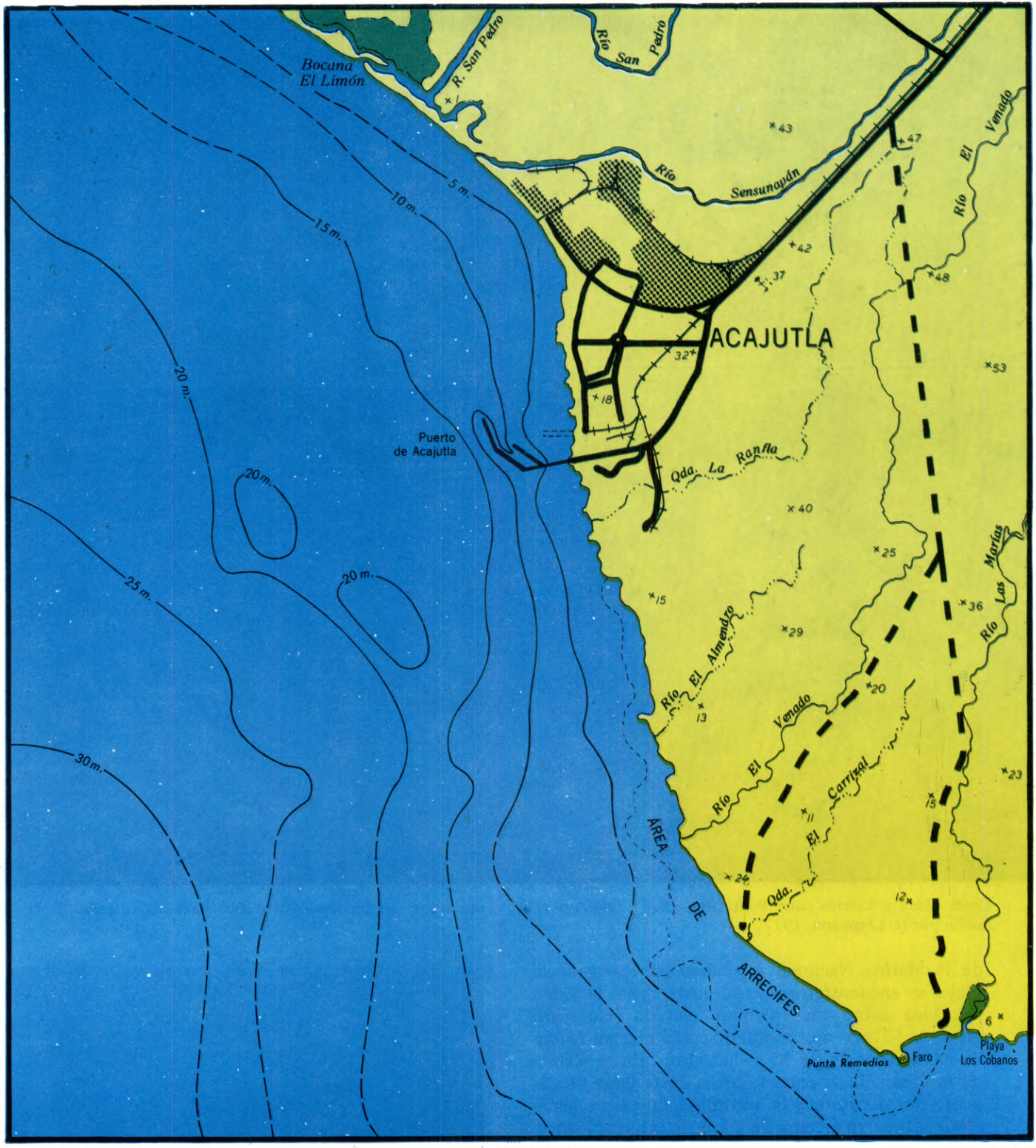
Mapa 9: Costa Llana y Esteros entre Punta Remedios y río Ayacachapa; mapa base del Instituto Geográfico Nacional en escala 1: 100 000, 1970, diseño por H. Lessmann, 1977.

de la Marina Nacional y el área recreativa de la playa se encuentran sobre la costa llana, la aldea se ubica sobre una planicie elevada (elevación máxima 52 m), que rompe hacia el mar en forma de cantil de más de 15 m. de alto. En el vértice de la ensenada se encuentran la costa llana procedente del noroeste y la acantilada que sigue hacia el sur sobre una sección de 2 km. sin interrupciones, hasta el área del Puerto Nuevo. Esta parte costera está construida de sedimentos volcánicos cementados, cenizas y otros materiales. La existencia de formas cóncavas y cavernas en su pie deja suponer que es un cantil activo. La emergencia costera se comprueba además por las cortaduras de pequeños ríos que desembocan en forma de "valles colgantes" (GIERLOFF-EMDEN); Fotografía 12. Sin embargo, MEYER-ABICH considera esta costa acantilada de calidad neutral.

Fotografía 12: "Valle Colgante" cerca de Acajutla. (Foto H. Lessmann).

Más al sur hacia la Punta Remedios la costa acantilada pierde altura y las ensenadas se cubren con arenas gruesas de color anaranjado, que se componen de conchas de moluscos molidas y restos de coral; Fotografía 13. SCHUSTER confirmó que estos sedimentos gruesos, entre Acajutla y Los Cóbanos, tienen un contenido de cal de 88o/o que es sumamente alto. Directamente al norte de Punta Remedios se ha formado un cordón costero de más de 2 m. de alto; Fotografía 14.

Frente a esta costa acantilada de dirección aproximada 160°–340° la mar de leva de orientación alrededor de 100°–280°, aunque exista el efecto de mudar su orientación longitudinal con el acercamiento a la costa hacia el curso de la última, llega a la costa con un ángulo mayor aún de 10° ó 20°, que desarrollaría una corriente de resaca mayor de 4.5 a 5 m. x seg^{-1}, que según MA-



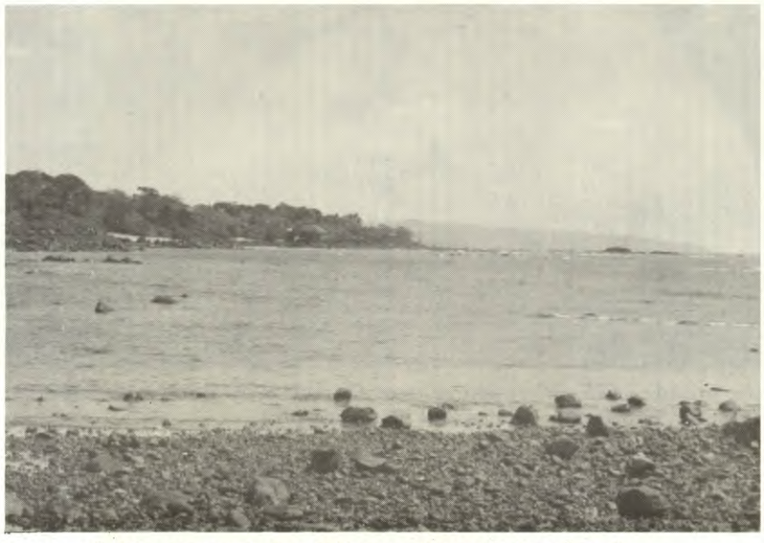
Mapa 10: **Topografía del fondo submarino de la Ensenada de Acajutla, diseñado por H. Lessmann, 1977. En base a la Carta Hidrográfica SAL. C. H.–3 del Instituto Geográfico Nacional, San Salvador 1971. Puerto de Acajutla, escala 1:10.000; información geográfica basada en el Cuadrante 2256 IV de junio 1970, del mismo I. G. N., escala 1:50.000; isobatas en metros, construidas de sondeos reducidos al nivel medio de bajamar viva en brazas o "fathoms"; 1 braza = 1.8288 m.**

GENS produciría erosión o sea una costa de destrucción, mejor dicho "costa de abrasión", que actualmente parece ser la única existente en nuestras costas; Mapa 4.

El Mapa 10, que reproduce las isobatas frente a la costa de Acajutla–Punta Remedios, diseñadas en base a la carta hidrográfica SAL C.H. 3, del Instituto Geográfico Nacional, San Salvador, de marzo 1971, demuestra la existencia de una terraza marina de abrasión de varios hectómetros de ancho al norte y sur del puerto, que se ensancha hacia el sur a más de un kilómetro, frente a Punta Remedios, Los Cóbanos y la Hacienda El Flor. Durante marea baja salen un sinnúmero de arrecifes entre éstos algunos de coral; según GIERLOFF-EMDEN son los únicos en la costa salvadoreña; Fotografías 15, 16 y 17. En la playa poniente, las terrazas de playa se forman de "beach rocks" de color amarillo-verde, quebradas en grandes piezas de hasta un metro de espesor. Constan de arena y restos de conchas y coral, y sedimentos fluviales hasta tamaños de un puño, todos bien cementados con la participación de procesos microorgánicos (GIERLOFF-EMDEN). En la superficie se observan cavidades donde la resaca aflojó y sacó primero los cantos rodados; Fotografías 14, 18 y 19. GIERLOFF-EMDEN considera la existencia de esta ancha terraza marina, que se hace notar todavía por los contornos de la isobata 15 m. que se ubica a 4 km. al oeste de Punta Remedios, como otro testigo de procesos recientes

Fotografía 13: Punta Remedios y Los Cóbanos; arena consta de cáscaras de moluscos molidos y restos de coral. (Foto H. Lessmann).

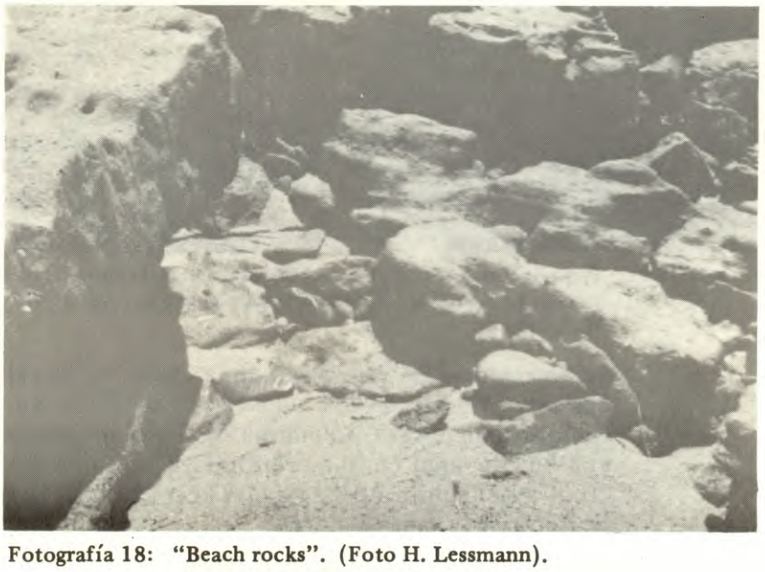
Fotografía 14: Punta Remedios; terraza marina de abrasión consta de "beach rocks". (Foto H. Lessmann).



Fotografía 15: Ensenada Los Cóbanos. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 16: Punta Remedios con fanal. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 17: Punta Remedios; numerosos arrecifes emergen durante bajamar. (Foto H. Lessmann).



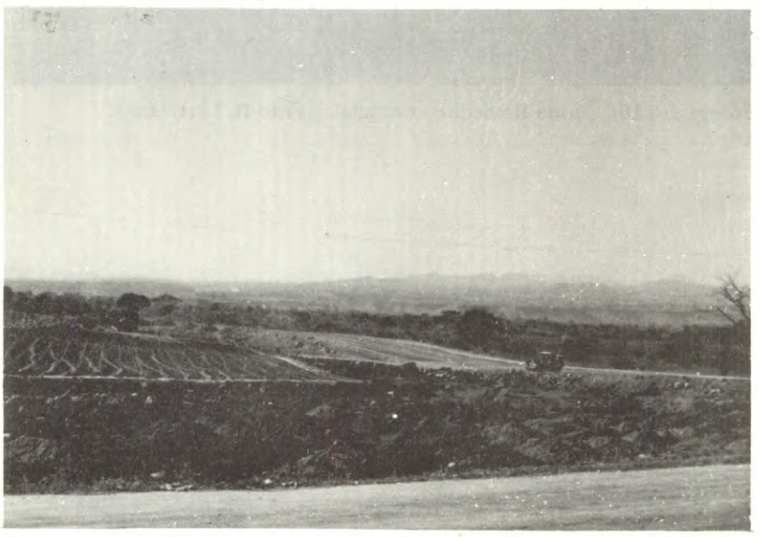
Fotografía 18: "Beach rocks". (Foto H. Lessmann).

Fotografía 19: Cavidades en "beach rocks". (Foto H. Lessmann).

con una costa llana de 120 km. de largo, cuyo límite oriental es el borde occidental de la Sierra de Jucuarán, y una anchura de hasta 15 km; Fotografías 20 y 21. Se divide en varios paisajes parciales. Tierra adentro, hacia el norte, la llanura se extiende hasta el pie de monte de la parte oriental de la Sierra del Bálsamo, el volcán San Vicente y al este del río Lempa, la Sierra del Bálsamo, el volcán San Vicente y al este del río Lempa, la Sierra Tecapa-Chinameca-San Miguel. El límite suele ser marcado por un cantil de 20 a 50 m. de alto, entre las curvas de nivel de 50 y 100 m.

Morfológicamente, resulta una división paralela a la costa y otra transversal a ésta. Desde el pie de monte hasta el borde de manglar de los esteros, tenemos la planicie de aluvión con una pendiente uniforme, y en la costa propia, el paisaje de estero y manglar, que en forma horizontal ya se encuentran en el nivel de mar. El límite entre ambos es bien marcado por un escalón, y bien visible durante todo el año

Fotografía 20: Vista panorámica de la Planicie Costera Central hacia el occidente, tomada desde un escalón de unos 20 metros de alto que delimita la planicie del pie de monte de las montañas que la rodean; al fondo la Sierra del Bálsamo. (Fotografía H. Lessmann).



Fotografía 21: Planicie Costera Central; Autopista San Salvador—Aeropuerto El Salvador—Zacatecoluca en construcción. (Foto H. Lessmann).

de emergencia en esta parte de la costa 2.5 km. al oeste y suroeste de los muelles portuarios se encuentra una terraza submarina de 1 km. de ancho y 2 km. de largo en una profundidad uniforme de 20 m. orientada paralelamente a la costa llana que se ubica a 4 km. más al norte.

2. Planicie costera central de aluvión (Mapa 11)

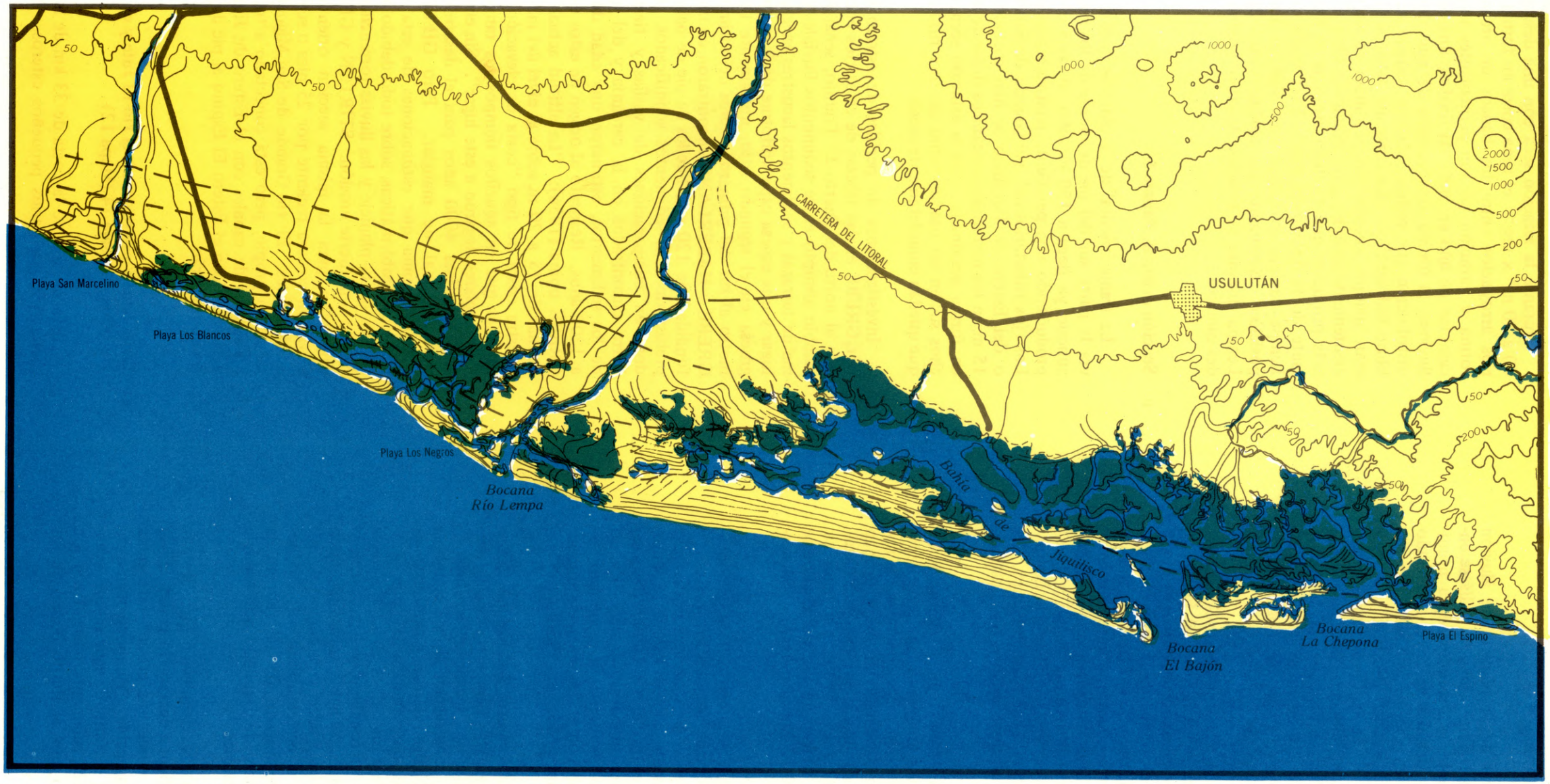
A partir de la desembocadura del río Jute, 2 km. al este de La Libertad, empieza a extenderse hacia el este como macropaisaje la planicie costera central, por el colorido verde oscuro del manglar. De acuerdo a su origen aluvial y la firme consistencia del suelo, la planicie costera forma parte de la tierra firme.

Transversales a la costa se ofrecen tres divisiones: la central es el Delta del Lempa, que se delimita por las marcas de los antiguos lechos más extremos, entre los cuales ha oscilado el curso inferior del río, que son reconocidos claramente en las fotografías aéreas. A esta división pertenecen también casi todo el Estero de Jaltepeque y la parte poniente del Estero de Jiquilisco. Las otras zonas se encuentran al este y al oeste del delta.

a. Sección occidental. Paisaje 3

WEYL dedujo del reconocimiento de varias terrazas fluviales en la cuenca del río Comalapa tres levantamientos parciales en esta región a la cual pertenece todavía el área de transición hacia la planicia costera. 20 km. más al oeste, en la Hacienda San Diego, GIERLOFF-EMDEN encontró al pie de la Sierra del Bálsamo una ladera a pique de hasta 40 m. de alto, que continúa en el subsuelo de arena pura por lo menos hasta 30 m. de profundidad. Este cantil que consiste de roca volcánica, tobas y rocalla, preparada por procesos marinos o fluviales y posteriormente cementada, es testigo de una elevación considerable de más de 40 m. WEYL se adhirió a esta interpretación. Pero, probablemente ha sido antes parte de la costa de mar.

El río más importante es el Jiboa, que corre cerca del límite oriental de este paisaje.



MAPA 11: Mapa morfológico sinóptico de la gran planicie costera central de El Salvador, diseñado por H. LESSMANN, 1977; según fotografías aéreas de 1974, proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional "Ingeniero Pablo Arnoldo Guzmán", San Salvador; como mapa base se usaron las hojas de los mapas departamentales: La Paz, San Vicente y Usulután de 1969, escala 1 : 100,000.

SIMBOLOGÍA

- SISTEMA DE CORDONES COSTEROS
- ANTIGUOS LECHOS DE RÍOS
- MEANDRO TÍPICO DE DESEMBOCADURA ANTIGUA
- LÍNEA COSTERA ANTIGUA
- MANGLAR

ESCALA 1:300.000

b. Sección río Lempa. Paisaje 4

La región central de la planicie de aluvión empieza cerca de San Marcos Lempa. Allá se encontraba originalmente la desembocadura primitiva del río Lempa, después de haber atravesado entre los volcanes San Vicente y Tecapa, un sistema montañoso más antiguo (GREBE) que pertenece al grupo "b 3" de la Formación de Bálsamo, de la era de Mioceno-Plioceno (WIESMANN). Desde allá, se formaba un delta que poco a poco llenaba la ensenada que originalmente fue formada por el pie de monte de las sierras mencionadas.

La orientación paralela y la agrupación de los sistemas de cordones costeros desde el Estero de Jaltepeque y el río Jiboa hasta el Estero de Jiquilisco, demuestra el avance de la línea de playa dos brincos hacia el sur. En el Mapa 11, además se localiza más tierra adentro, numerosos antiguos meandros de desembocadura que permiten la ubicación de otras dos líneas de playa hasta la altura del actual meandro fluvial del río Lempa unos 9.5 km. río abajo de San Marcos Lempa. La línea de playa más antigua todavía no mostraba la forma encorvada.

Las condiciones edáficas en el delta varían mucho: de sedimentos arenosos a zonas de depósitos muy finos formando áreas con subsuelo impermeable, donde en la estación lluviosa se forman lagunas de poca profundidad; por ejemplo, laguneta El Matazano, laguneta El Cajón o laguneta Las Garcitas que se ubican un kilómetro al oeste del río Lempa a 10-12 km. al noreste de la desembocadura.

Unos dos kilómetros antes de la desembocadura del río, salen brazos laterales hacia el este y el oeste. Actualmente, existen comunicaciones canaliformes únicamente con el Estero de Jaltepeque, camino por el que el río Lempa descarga aguas cuando ocurren grandes avenidas. En las fotografías aéreas, sin embargo, se reconocen restos de una conexión con el Estero de Jiquilisco, seguramente en tiempo histórico; Fig. 40.

La zona al sur del caserío Las Mesitas, sobre la ribera oriental del río Lempa, consta de numerosos micropaisajes de secanos, manglares y canales, que por la conservación de sus nombres de paraje, revelan el origen de esas tierras en tiempo histórico, porque todas eran "islas"; por ejemplo, isla Tihuilotera o isla El Ajalín. De todas estas características se concluye que la desembocadura del río Lempa se había trasladado poco a poco desde el vértice geodésico "Lempa 3.91 m." más de 5 km. hacia el oestenoroeste, hasta la bocana actual, interrumpiendo de tal manera la conexión con el Estero de Jiquilisco que todavía existía en tiempo histórico.

GIERLOFF-EMDEN demuestra que el río Lempa por la pendiente demasiado grande en la parte baja, todavía posee una erosión retrógrada y por eso no es navegable. Tampoco forma un gran estuario tidal y el límite de agua salobre avanza en la estación seca solamente hasta 4 a 6 km. río arriba, marcado por el límite boreal de los manglares.

Durante la estación seca con una descarga de 40 a 70 m^3 x seg^{-1} el agua corre en forma de varios arroyuelos entre los bancos de arena. Su forma y posición no son permanentes sino que cambian de año en año. Al final de una estación lluviosa, la última gran avenida de agua deja una distribución que refleja el último estado de equilibrio hidrográfico. La corriente saliente de bajamar, siempre cuenta con una masa de agua suficientemente grande, para mantener libre el canal más profundo que también atraviesa la barra delante de la desembocadura. Esta barra del río Lempa cambia continuamente algo su forma y posición. Solamente los caudales altos del río Lempa durante la estación lluviosa origina grandes cambios.

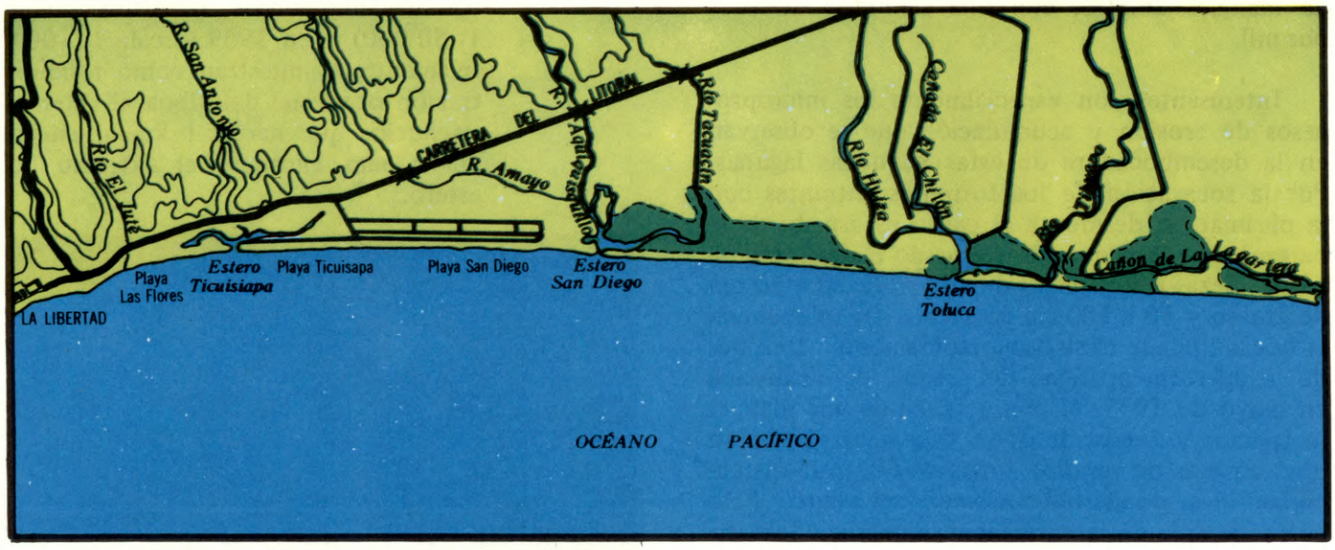
c. Sección oriental. Paisaje 5

La franja oriental de la planicie incluye todavía la parte sur del pie de monte de los volcanes, aunque ya llega a 150 m. sobre el nivel del mar, produciendo una pendiente relativamente grande. Los ríos tributarios del río Grande de San Miguel o del Estero de Jiquilisco se han cortado hasta 15 m. en los materiales volcánicos flojos de aluvión en forma acajonada. En la estación seca, sus lechos suelen ser usados como caminos rurales porque quedan completamente secos.

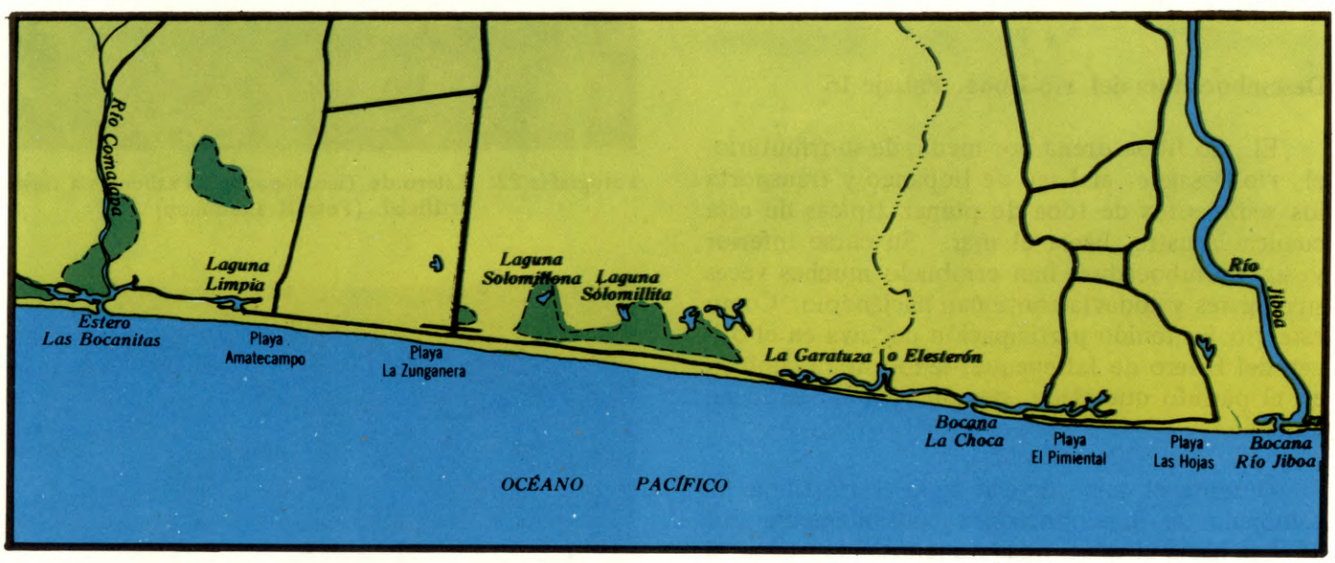
Investigaciones de perfiles de estrato hechas por GREBE en las riberas de estos ríos encajonados al norte del Puerto El Triunfo, señalaron un cambio abrupto entre sedimentos fluviales en forma de terrazas y sedimentos lacustres en el primer lugar y una espesa capa uniforme de 3 m. de arena gruesa en el segundo sitio, únicamente un kilómetro al sur del primero. Cerca del último lugar GREBE y HABERLAND encontraron en una profundidad de 120 cm, huellas de pie de habitantes prehistóricos en sedimentos solidificados. Basándose en comparaciones de vasijas y tiestos de barro encontrados en la cercanía y del espesor de los sedimentos, estimaron una edad de 2000 a 1200 años. Respecto al origen de estos estratos GREBE opina (1956): "La altitud actual de las huellas de 15 a 20 m. sobre el nivel del mar, para nuestra costa de tipo "costa de elevación", deja suponer que en aquellos tiempos los ramales de los manglares llegaron a este lugar". Sin embargo, WEYL estima 4000 años para el desarrollo del paisaje actual de manglar. Pero GIERLOFF-EMDEN opina que estimaciones de esta índole son muy problemáticas, sobre todo debido al gran declive de la planicie y las lluvias torrenciales que causan una fuerte erosión. STIRTON y GEALEY calcularon para la misma sección oriental una elevación costera reciente por 25 pies o sean 8 m. en dos fases. El río Grande de San Miguel tiene su estero propio, pero está conectado a través de un sistema de canales con el Estero de Jiquilisco y también con el Estero El Espino al pie de la Sierra de Jucuarán.

d. Costa llana y esteros entre el río El Jute y el río Jiboa. Paisaje 14 (Mapa 12)

Esta sección de la costa de 33 km. de largo se caracteriza por varios pequeños esteros. Nume-



PARTE I LA LIBERTAD — CAÑON DE LA LAGARTERA



PARTE II CAÑON DE LA LAGARTERA — RÍO JIBOA

Mapa 12: Costa Llana y Esteros al Oeste del río Jiboa; mapa base del Instituto Geográfico Nacional "Ingeniero Pablo Arnoldo Guzmán", Escala 1:50.000 de 1972, diseñado por H. Lessmann, 1977. Escala 1:100.000.

rosos cambios de las siete desembocaduras crean continuamente nuevas condiciones. Por el transporte de arena en las desembocaduras, empieza la formación del cordón costero que causa la separación de lagunas de poca profundidad de uno a varios kilómetros de largo y hasta 50 a 100 m. de ancho. Los esteros Toluca, Las Bocanitas y Limpio están unidos por medio de canales angostos orientados paralelamente a la costa y juntos forman una vía acuática de 8 km. de largo. Otro sistema de lagunas y canales se une desde el Estero El Esterón, incluyendo la laguna El Pimental, hasta las áreas de desembocadura del río Jiboa, que mide hasta el recodo Las Hojas 10 km. aún.

No todas las desembocaduras están siempre abiertas. Esto depende de los caudales de los ríos que alimentan las lagunas. Las que reciben únicamente ríos pequeños y riachuelos durante la estación seca, casi no tienen agua sino que reducen su superficie, por la gran evaporación. Consecuentemente, las desembocaduras se cierran con una barra de arena construida por la pleamar. Con la caída del primer chubasco torrencial en abril o mayo, que produce la primera avenida de agua de los ríos contribuyentes, de repente se rompe el sisteme de cordón costero, pero no siempre en el mismo lugar que en el año anterior. Muchas veces, los vecinos del estero ayudan en la pronta apertura de la bocana, para evitar que la laguna creciente invada las tierras agrícolas adyacentes. Entonces empieza nuevamente la "respiración" de la laguna con el vaivén de agua dulce y agua salada. Sin embargo, la barra de arena frente a la desembocadura permite una conexión con el mar solamente durante la pleamar, cuando crece el agua a partir del nivel medio de mar.

En los mapas oficiales de El Salvador de 1: 50.000, construidos con métodos fotogramétricos, los esteros de Ticuisiapa y San Diego tienen las desembocaduras cerradas; seguramente, porque las fotografías aéreas de 1949, se tomaron durante la estación seca.

En las orillas de las lagunas se encuentran franjas de manglares de 100 hasta 1000 m. de ancho. GIERLOFF-EMDEN y HARTMANN, investigaron el Estero de San Diego en más detalle. Cerca de la desembocadura encontraron dentro del estero riberas bajas consistentes en arena y piedras, mientras en la parte superior de un canal las riberas eran más escarpadas construidas de arena fangosa. HARTMANN midió la temperatura del agua cerca de la desembocadura con 28°C y en el extremo delgado del canal, en la sombra

de mangles 26.5°C, con una salinidad de 15.7 por mil.

Interesantes son especialmente los microprocesos de erosión y acumulación que se observan en la desembocadura de estas pequeñas lagunas. Por la socavación de los torrentes entrantes con la pleamar, se desmonta el canto escarpado de la barra de 1 a 2 m. de alto, causando el deslizamiento de piezas o rebanadas de arena, de 20 a 50 cm. de grueso y 50 a 100 cm. de ancho. De tal manera, la bocana puede trasladarse rápidamente. Después de la apertura artificial del Estero de Ticuisiapa en mayo de 1977, el mar actuaba de una manera inesperada y dentro de pocos días había destruido dos ramadas de veraneo a más de 50 m. de distancia del lugar donde habían abierto el estero. Esto es un ejemplo de la permanente dinámica de nuestras costas llanas y esteros que se observa fácilmente bajo circunstancias oceanográficas completamente normales; Fotografías 22-26.

e. **Desembocadura del río Jiboa. Paisaje 15**

El río Jiboa drena por medio de su tributario, el río Desagüe, el Lago de Ilopango y transporta los sedimentos de toba de pómez típicas de esta cuenca lacustre, hacia el mar. Su curso inferior y su desembocadura han cambiado muchas veces sus lugares y todavía continúan haciéndolo. Como este río ha tenido participación decisiva en el origen del Estero de Jaltepeque, se lo tratará también en el párrafo que sigue, siempre cuando se lo requiera.

Durante el curso de este siglo el río Jiboa ha cambiado su desembocadura continuamente por 15 km. hacia el este y más o menos 5 km. hacia el oeste del curso inferior actualmente existente. En 1949, el río desembocaba 2.5 km. al oeste de la desembocadura actual, la Bocana río Jiboa, como lo demuestra el Mapa 13. Poco tiempo después, entre 1951 y 1955, el Jiboa temporalmente salía de su lecho inferior y se derramaba en el extremo poniente del Estero de Jaltepeque, 6 km. más al este, para desembocar al mar a través de la Bocana de Cordoncillo del estero, es decir 18 km. al este de su bocana anterior. En 1972, el río desembocaba en la intersección de su curso norte-sur con la costa, directamente al mar, formando un pequeño estuario.

Igual que el río Lempa, también el río Jiboa demuestra en su curso inferior numerosos meandros de desembocadura. Se nota que los del actual y de anteriores lechos del río, se dejan agrupar en varias líneas, más o menos paralelas a la costa, con una distancia de aproximadamente 2 km. entre ellas. De manera que se puede identificar el curso de antiguas líneas de costa y demostrar además que desde hace mucho tiempo, el lugar de desembocadura sobre la misma línea costera cambiaba con mucho más frecuencia de lo que ocurría en el traslado negativo de la playa por saltos. El antiguo meandro de la desembocadura se encontraba en 1956, a 3 km. de la costa, pero en 1972, tenía una distancia más pequeña, habiendo migrado durante 16 años 700 m. hacia la costa.

Los mapas topográficos oficiales basados en las fotografías aéreas de 1949, pero actualizadas con levantamientos terrestres en 1956 (escala 1: 50 000) y en 1969 (escala 1: 100 000), respectivamente, demuestran como residuos de la infiltración ocasional del Jiboa al estero sólo algunos riachuelos que nacen 1 km. al este del lecho del Jiboa para encauzar el extremo occidental del estero.

Fotografía 22: Estero de Ticuisiapa; aguas salientes a través de la bocana artificial. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 23: Estero de Ticuisiapa; aguas salientes a través de la bocana artificial. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 24: Estero de Ticuisiapa; aguas salientes a través de la bocana artificial. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 25: Estero de Ticuisiapa; aguas salientes a través de la bocana artificial. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 26: Estero de Ticuisiapa; aguas salientes a través de la bocana artificial. (Foto H. Lessmann).

f. Estero de Jaltepeque. Paisaje 16 (Mapa 14)

El gran estero de 20 km. de largo se encuentra entre el río Jiboa y el río Lempa. Su anchura varía entre 400 y 1200 m. Las profundidades oscilan según GIERLOFF-EMDEN entre 1.5 y 5 m. HARTMANN, sin embargo, informa de profundidades mayores. "La parte inferior del canal principal es muy honda y en algunos lugares tiene más de 10 m. de profundidad. Hasta el curso superior conserva la profundidad de varios metros". Más arriba de Los Blancos ya es menos profundo. Este paisaje costero en su definición más restringida incluye la lengua de tierra, la laguna y el sistema de canales con las zonas anfíbicas del manglar y marismas que en la parte occidental tienen una anchura de solamente 1 km. aumentando hasta 6 km. en la parte oriental.

El Mapa 14, demuestra en detalle la topografía actual. En la laguna se encuentran once islas y muchos islotes. La isla más grande, la isla de Tasajera, tiene unos 5 km^2 y mide 8.5 km. de largo, entre las bocanas Cordoncillo y río Lempa, y hasta 1.5 km. de ancho. Otras cuatro islas grandes son de 1.5 a 2 km. de largo con 0.5 a 1 km. de ancho. La Punta La Tasajera, que en 1956, formaba una lengüita larga angosta hacia el noroeste la perdió en 1972, formando una verdadera punta hacia el norte. En 1972, en el extremo poniente del estero se manifestaba el proceso de formar tierra nueva con la incorporación de las antiguas islas Los Mangos y El Llanto. Además varias islas grandes se han dividido o reducido.

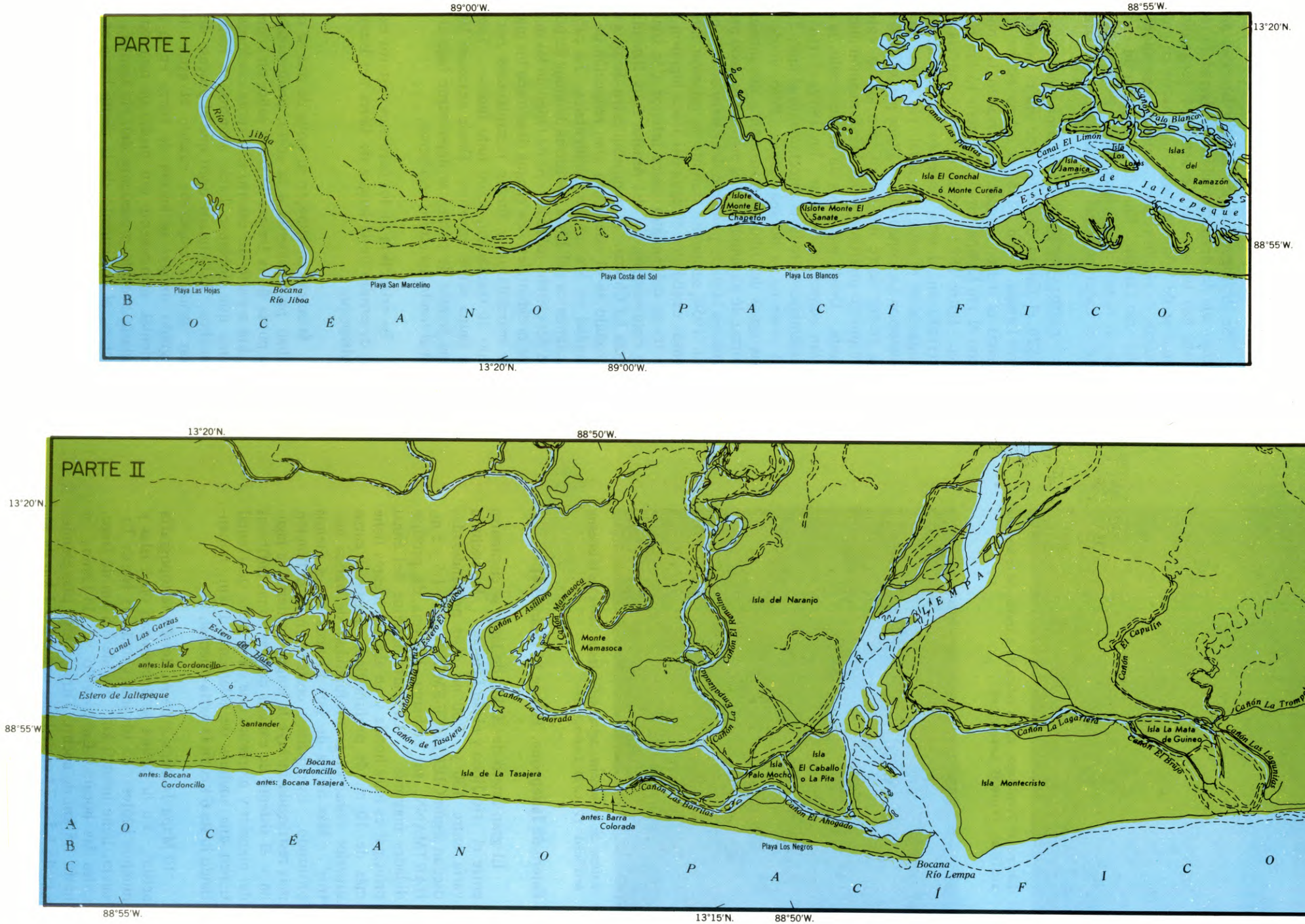
Se distinguen varios canales laterales anchos. Uno sale del desembarcadero La Herradura. Más al este hay un sistema de canales y conexiones estrechas de 9 km. de largo, que nacen en antiguos lechos de río en el norte, antiguas desembocaduras del río Lempa. En total se observa un aumento de la superficie de agua desde 1956 hasta 1972 en el canal principal y también en los laterales.

GIERLOFF-EMDEN informa que en el año 1826, el Estero de Jaltepeque era el estuario del río Lempa. En 1855, el estero estaba abierto hacia el oeste, siempre conservando la conexión con el río Lempa en el este, pero 15 km. río arriba. Entre 1892 y 1905, el estero todavía estaba cerrado en el este, teniendo su desembocadura todavía en el oeste, cerca del río Jiboa. El lugar histórico La Concordia o Jaltepeque, situado sobre la ribera norte del estero, funcionaba entonces de puerto marítimo; véase la información más adelante. Desde mediados de nuestro siglo, la situación empezó a cambiar. En 1949, el río Jiboa desembocaba todavía directamente al mar; 2.5 km al oeste de la bocana actual. Pero, desde 1951 las aguas del Jiboa comenzaron a desembocar en forma de un sinnúmero de arroyuelos poco profundos, en la parte poniente del Estero de Jaltepeque. En 1954, solamente durante la estación lluviosa, pocas cantidades de agua del Jiboa lograron llegar a través del antiguo cauce inferior a la laguna y la entonces Bocana del Amatal (hoy llamada Bocana La Choca). El gran suministro de agua dulce produjo en el estero una gran reducción de la salinidad en los canales occidentales. La carga de sedimentos del Jiboa, en forma de arena de pómez, se depositaba sobre la zona de fango de los manglares occidentales. En el agua desalinada los mangles se marchitaron y fueron reemplazados por otro tipo de vegetación, sobre todo Ipomea. También la fauna sufrió estorbos. Desde entonces las arenas gruesas de pómez se depositaron bajo el agua en el fondo del estero occidental.

La estructura de los cordones costeros explica el desarrollo de la lengua de tierra del Estero de Jaltepeque.

Mientras en 1954, en su orilla de mar se orientaban paralelamente a la costa, predominaba en la punta de la lengua de tierra sobre un tramo de 2 km. a partir del caserío El Zapote cordones costeros que doblaban hacia adentro en forma de ganchos. Esto quiere decir que el proceso de formar ganchos empezaba cuando el estero había logrado romper la lengua de tierra en la parte oriental, seguramente por medio de una extraordinaria avenida procedente del río Lempa. Entonces, el crecimiento de la punta hacia el este, hasta 1949, por 2 km, se verificó en menos de 44 años.

Además, antes que se abriera la bocana oriental, la desembocadura del estero se ubicó durante muchos años algo al oeste del lecho actual del

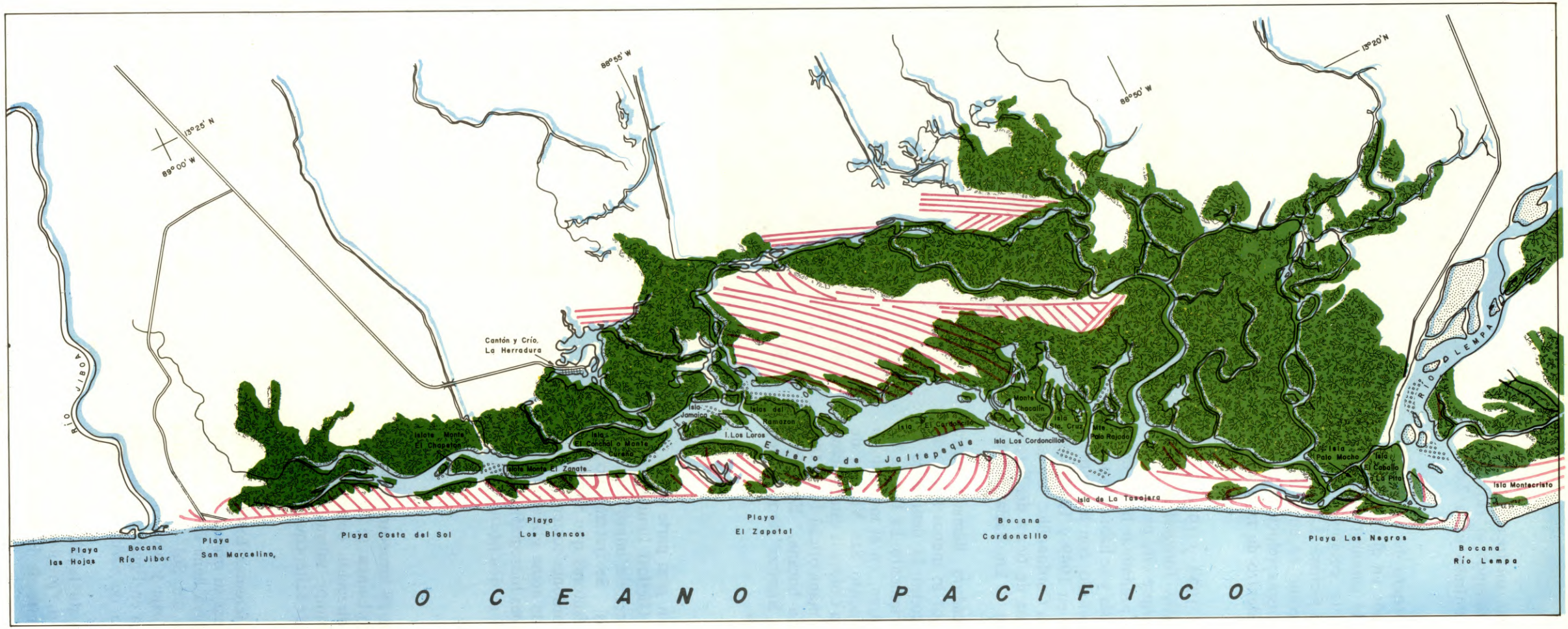


Mapa 13: Dinámica Morfológica de Costa, Estero de Jaltepeque, río Jiboa y río Lempa durante el período de 25 años: 1949–1974; escala 1:50 000; diseño por H. Lessmann, 1977; Parte I: río Jiboa y zona poniente del Estero de Jaltepeque; Parte II: Boc. Cordoncillo–Boc. río Lempa.

A ..... **Situación de la costa, estero y ríos según las fotografías aéreas de 1949 del Instituto Geográfico Nacional;**

B - - - - - - - - Situación según el mapa oficial de 1959, para el área del río Jiboa de 1956;

C ———— Situación según el mapa de 1973–1974, para el área del río Jiboa de 1972.



Mapa 14: Mapa físico del Estero de Jaltepeque y la zona costera entre los ríos Jiboa y Lempa; esc. 1:50 000; contorno según los cuadrantes existentes 2356 II (1972), 2455 IV (1973) y 2456 III (1974) del Instituto Geográfico Nacional, San Salvador; diseño por H. Lessmann, 1977, en base a las fotografías aéreas oficiales de noviembre de 1973 y enero y marzo de 1974, del mismo Instituto.

río Jiboa. Esto era posible, sin tocar el uno al otro, porque en aquellos tiempos el río corría por otro lecho que se encontraba unos 2.5 km más al oeste.

Entre mayo de 1949 y enero de 1954, se observaban importantes cambios en el estero, seguramente relacionados con el suministro de agua desde el poniente, como lo comprobaban las fotografías aéreas de ambas fechas. La parte sur de la Isla Cordoncillo se redujo en cinco años a la quinta parte y con la misma velocidad creció la lengua de tierra hacia adentro de la ensenada dejada por la primera.

Los mapas oficiales de 1972 y 1974, escala 1: 50 000, basados en nuevas fotografías aéreas de 1969 y 1970, enseñaban que este proceso continuaba y como resultado preliminar había desaparecido la parte sur de la isla y se habían fundido en una sola Bocana Cordoncillo con la segunda, la Bocana La Tasajera, que en 1949 y 1954, todavía existía al este de la Isla Cordoncillo. De esta manera en 20 años la lengua de tierra del Estero de Jaltepeque creció otros 2 km. hacia el este.

También la desembocadura llamada Barra Colorada, 4 km. al este, por lo menos temporalmente quedaba cerrada, como lo demuestra el mapa 1: 100 000 del departamento La Paz de febrero de 1969. Sin embargo, en el mapa de la misma escala del departamento San Vicente de septiembre de 1969, la Barra Colorada estaba abierta igual que en 1954. En el mapa oficial 1 : 50 000 de 1973, ya no existe esta bocana. El antiguo canal llamado "Cañón Las Barritas" termina hoy a 300 m. al norte de la playa.

Fotografía 27: Costa del Sol; vista aérea del Turicentro ISTU. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 28: Costa del Sol; "medias lunas de playa". (Foto H. Lessmann).

– Morfología del estero

Este capítulo se basa en gran parte en las detalladas investigaciones de Gierloff Emden, dando descripciones y explicaciones de importancia básica para todos los esteros. Se tratará uno por uno de los elementos y factores que forman el paisaje del estero: playa, cordones costeros, lengua de tierra, zonas anfíbicas de arena y marisma con los manglares, las condiciones hidrográficas y sedimentos. La flora y fauna se describen aparte en sus propios capítulos.

– La playa

Sobre un tramo de casi 28 km. entre la Bocana río Jiboa y la Bocana río Lempa se ha formado una playa rectilínea de dirección oestenoroeste-este-sureste que se interrumpe solamente por la desembocadura del Estero de Jaltepeque, la Bocana Cordoncillo.

Para demostrar las diferentes formas morfológicas de la playa y explicar su origen, se efectuó un levantamiento de la playa llana frente al Turicentro del ISTU "Costa del Sol" (Fotografías 27 y 28) durante marea baja y luna menguante. Los resultados se presentan en Figura 25, ilustrada adicionalmente por medio de varias fotografías.

Las partes principales de la PLAYA son las siguientes: playa exterior o "prelitoral" (1) es la zona inmediatamente delante de la playa donde uno todavía puede mantenerse de pie durante bajamar; HARTMANN la llama "sublitoral". Allá la resaca a veces sobreforma el suelo submarino con ondulaciones paralelas a la orilla; Fotografía 29. En la punta poniente de la Bocana Cordoncillo del Estero de Jaltepeque los bañistas durante bajamar se suelen congregar en las "pozas", que son los valles de las ondulaciones en la arena floja submarina, con amplitudes entre cresta y valle hasta más de un metro. El agua en las pozas queda bien tranquila y fresca mientras la capa rizada de agua encima de las anchas lomas es muy delgada.

Playa anterior es la "playa húmeda" (2) o "eulitoral". Se delimita por las líneas medias de bajamar (3) y pleamar (4). Sobre la parte inferior, que es la más llana, corre la resaca de bajamar y sobre la sección superior la resaca de pleamar, de manera que durante pleamar toda la playa anterior queda sumergida. Sobre la parte media se derraman los rompientes de bajamar; Fotografías 9 y 30. Junto con el agua saliente turbulenta se construyen microformas onduladas (5), Fotografía 29, y romboidales (6), Fotografía 31, en la arena o en la rocalla, también canales (7) paralelos a la playa, donde a veces sobre suelo arcilloso queda uno que otro charco de agua de mar (8).

En la costa abierta de El Salvador, la playa

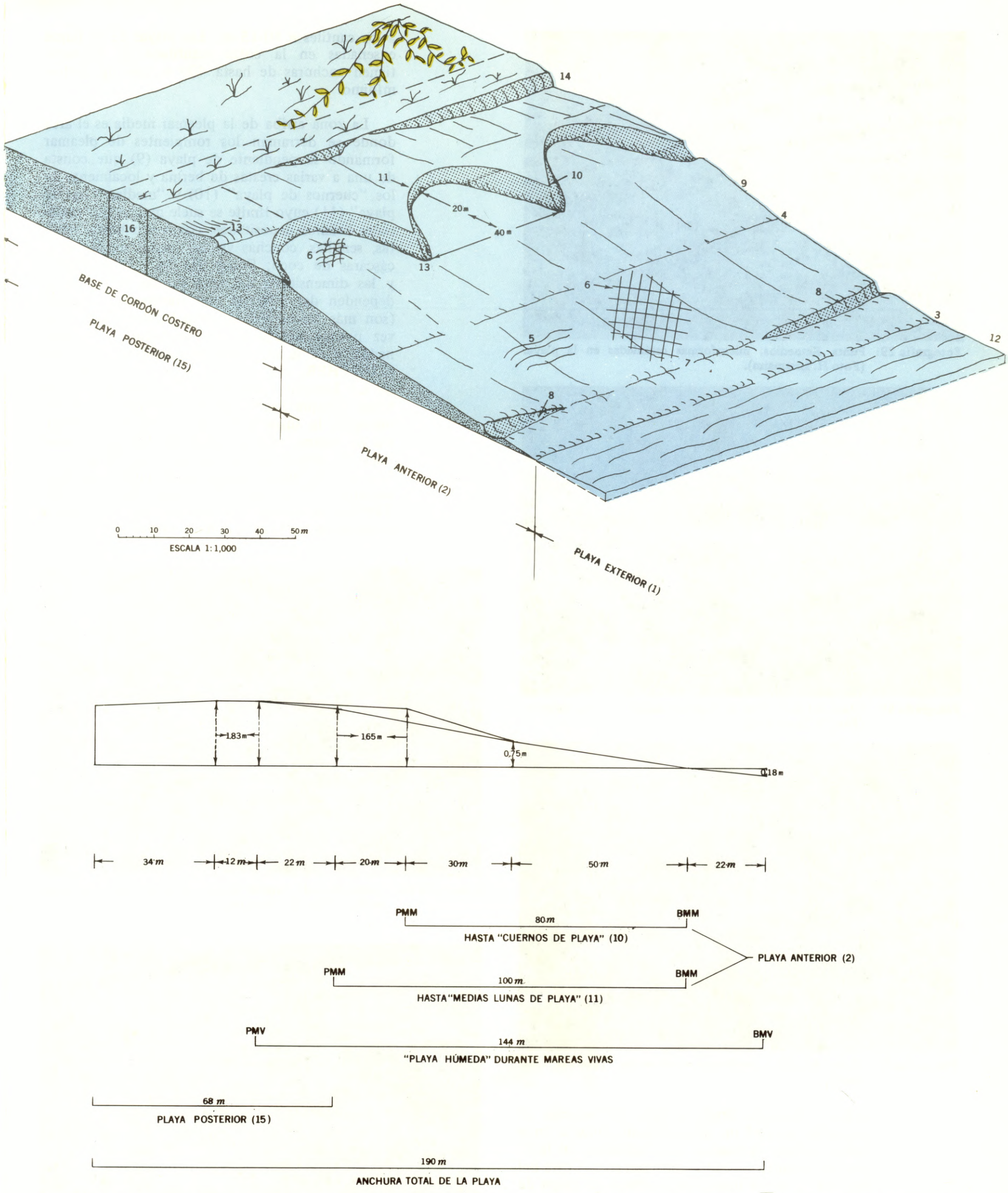


Fig. 25. Diagrama de bloque y perfil de la playa frente al turicentro del Instituto Salvadoreño de Turismo "Costa del Sol", aproximadamente 1 km al oeste de Los Blancos ubicado en la península de tierra del Estero de Jaltepeque, durante marea baja y cuarto menguante; 10 veces peraltados; levantamiento y diseño por H. Lessmann, 1977.
BMM = bajamar media PMM = pleamar media BMV = bajamar viva PMV = pleamar viva.

Fotografía 29: Punta Remedios; microformas onduladas en la playa. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 30: Costa del Sol; línea de bajamar media y playa anterior. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 31: Costa del Sol; microformas romboidales. (Foto H. Lessmann).

anterior asciende desde la línea de bajamar en promedio de 1.65 m. Su pendiente aumenta en la parte superior formando una dobladura en la línea de pleamar. Resulta entonces en la Costa del Sol, en la playa llana, una anchura de playa de aproximadamente 80 a 100 m. con una pendiente de 1.7° a 1° respectivamente. En la playa San Diego, que tiene un declive de aproximadamente 3°, la playa se reduce a solamente 50 m. de ancho y en pequeñas ensenadas de cantos rodados frente a los cantiles a 10-15 m. Las playas de las largas ensenadas en la costa acantilada de Jucuarán tienen anchuras de hasta 400 m. con un declive mínimo.

La zona arriba de la pleamar media es el área donde se derraman los rompientes de pleamar formando la pendiente de playa (9) que consta de una a varias crestas de berma y localmente de los "cuernos de playa" (10) y "medias lunas de playa" (11) cuyo límite se suele marcar por materiales livianos depositados, como son hojas, ramitas, semillas, conchas vacías, piedra de pómez y cáscaras de coco; Fotografía 32. El desarrollo y las dimensiones de estas formas morfológicas dependen del material que transporta la resaca (son más frecuentes en rocalla que en arena, tal vez porque necesitan una pendiente más empinada); y de la existencia de grandes rompientes (GUILCHER; como por ejemplo en la ensenada de La Libertad, donde por la convergencia del oleaje siempre existe una fuerte resaca); y probablemente la ausencia de una corriente longitudinal de resaca. En la Costa del Sol las "medias lunas de playa" tienen un radio de 20 m. y los "cuernos de playa" tienen en las puntas pendientes entre 15° y aun 45°; Fotografías 28 y 33. También allá se observan microformas romboidales construidas por el agua saliente turbulenta.

Fotografía 32: Costa del Sol; material liviano marca la línea de pleamar media. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 33: Costa del Sol; "cuerno de playa". (Foto H. Lessmann).

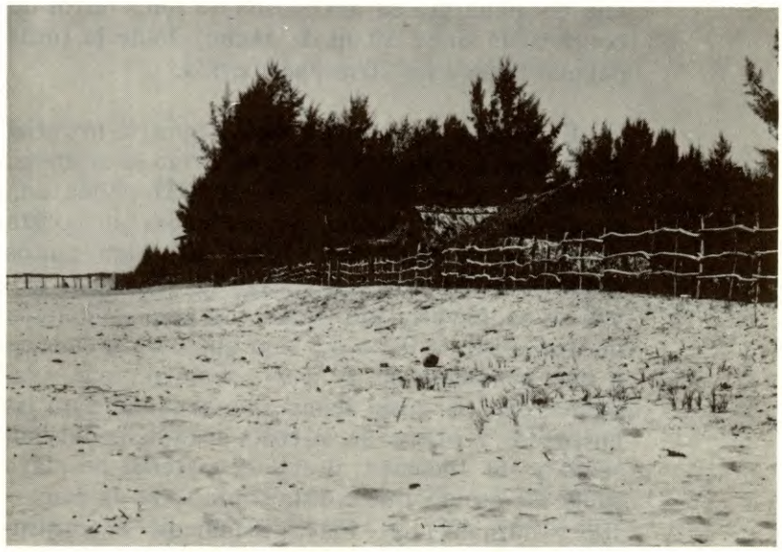
Delante de la línea de bajamar media hacia el mar y arriba de la línea de pleamar media, hay dos zonas que son alcanzadas por las mareas vivas que ocurren uno a dos días después de luna nueva y luna llena. Su amplitud media de altura en la costa abierta es aproximadamente 2.00 m, es decir 0.35 m. más que la de las mareas normales. Esto quiere decir que, de la playa exterior (1), emerge dos veces al mes una franja del sublitoral, que se encuentra unos 18 cm. debajo de la línea de bajamar media, que llega hasta la línea de bajamar viva media (12), que es el nivel medio del "CERO hidrográfico", para las cartas marinas o hidrográficas. Esta línea de bajamar viva se encuentra en nuestro ejemplo unos 22 m. delante de bajamar media, al suponer un declive de 0.5°.

Playa Posterior o "sobrelitoral" (15), se ubica sobre la playa superior o berma (13) detrás de la pendiente de playa (9) donde se derraman los rompientes de pleamar formando una a varias terrazas. La más alta es la escarpa, cuya altura es irregular entre 30 y 70 cm., con pendientes entre 10° y 35°, Fotografía 34. El pie de escarpa (14) es alcanzado solamente por derrames de las raras pleamares vivas, que con sus sedimentos depositados construyen el cordón costero (15). En nuestro ejemplo tiene una anchura de 22 m. con una pendiente de solamente 0.5°. La base del cordón costero se extiende sobre toda la playa posterior (15), midiendo más o menos 70 m. mientras su corona (16) mide solamente pocos metros de ancho. Sobre el cordón se inicia la formación de vegetación pionera; gramíneas y también Ipomea; Fotografía 34. El cordón costero ya es tierra firme. La corona (16) junto con la escarpa (14) forman la "línea costera" o la "costa" propiamente dicha. El cordón costero "activo" a veces se junta a otro cordón más antiguo tierra adentro y que en tiempos pasados una vez formaba la costa. Pueden unirse varios, hasta muchos cordones, como se observan en las grandes lenguas de tierra de los esteros grandes. Pero el borde terrestre del cordón también puede ser la ribera de una laguna o canal ya separados del mar.

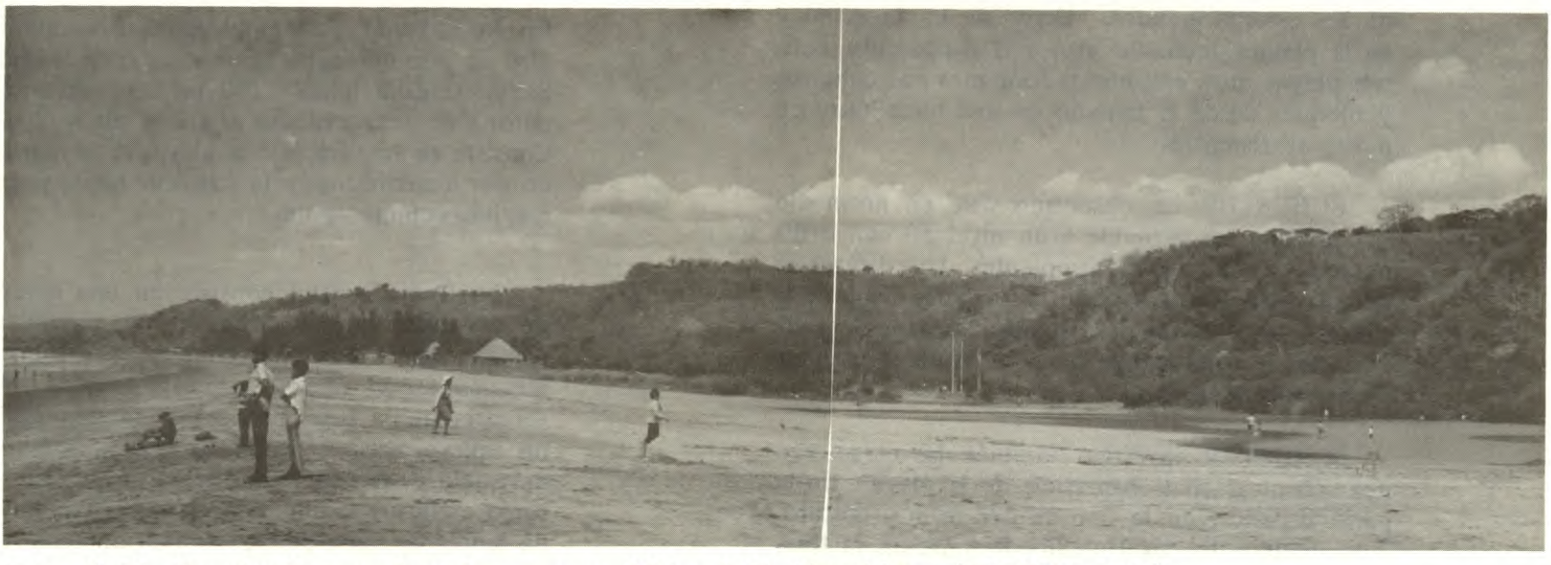
Las formas y dimensiones de las tres zonas principales de la playa varían mucho; en El Salvador la mayoría es poco inclinada.

En la playa San Diego se observan dos bermas con "medias lunas" irregulares y superpuestas por microformas de la misma naturaleza con radios de 2 a 3 m. Los "cuernos de playa" de la primera berma son bien marcados, resaltando con alturas de 30 a 50 cm. y pendientes hasta 60°. El cordón costero tiene una altura sobre la playa llana de 4 a 5 m. Del pie de escarpa asciende una pendiente de unos 25° a 30° localmente ya cubierta con vegetación pionera. Esta playa se caracteriza por frecuentes cambios morfológicos. A veces se observa una sola berma con un cantil de más de un metro de alto; Fotografías 35 y 36.

Las arenas de la playa en la Costa del Sol son de color gris claro hasta gris oscuro. Una prueba tomada cerca de Los Blancos por GIERLOFF-EMDEN en 1954, en la playa superior (entre líneas 4 y 14), contuvo predominantemente fracciones de 0.1 a 0.4 mm. y pocas partes de 0.8 a 1.0 mm. Las grandes consistían principalmente de feldespatos poco redondeados y partículas de toba de pómez más redondeados. Las partículas que tiñen la arena de gris oscuro contuvieron mucha magnetita y hornablenda, HINTZ al analizar una prueba tomada en la misma zona encontró materiales originarios del lago de Ilopango que fueron transportados por el río Jiboa hasta el mar. La resaca usa estas cargas de sedimentos fluviales para la construcción de las arenas de la playa de Los Blancos que son muy claras. Sobre la marca de pleamar en la playa



Fotografía 34: Costa del Sol; pie de escarpa y corona del cordón costero. (Foto H. Lessmann).



Fotografía 35: Playa San Diego; una barra de arena separa el Estero de Ticuisiapa del mar. (Foto H. Lessmann).

Fotografía 36: Playa San Diego; "cuerno de playa". (Foto H. Lessmann).

Fotografía 37: Costa del Sol; guijarros de pómez. (Foto H. Lessmann).

el autor encontró al azar nueve guijarros de pómez con el diámetro más grande entre 2.2 y 9.0 cm. como lo demuestra Fotografía 37. La distancia entre uno y otro era de 15 a 20 m. SCHUSTER encontró en la playa inferior y en el sublitoral de la misma playa depósitos de conchas de 2 a 3 cm. de espesor consistentes en restos de moluscos de 2 mm. de diámetro, alternando con capas de arena fina de 3 a 4 cm. de espesor. Recientemente, el autor encontró en el área de la misma playa una faja de arena gruesa anaranjada de finos restos de conchas de unos 50 m. de ancho, desde la orilla del mar hasta unos 20 m. playa arriba.

El declive de la playa varía según el material de la cual se construye. Lo más fino es la arena, lo más llano es la playa. SHEPARD estima una pendiente de 2º para una playa arenosa que consta de granos de 0.12 mm. hasta 20º para cantos rodados de 64 mm. (GUILCHER). Nuestras playas en su mayoría son llanas, con granos de arena de diámetros de 0.1 a 0.3 mm. que correspondería a una pendiente de 2º a 6º. Esto no vale solamente para la costa llana, sino también para las ensenadas y playas de la costa acantilada del Bálsamo y de Jucuarán, donde el material de playa suele ser oscuro que consta sobre todo de magnetita y hornablenda. Playas empinadas se construyen con fracciones de 0.25 a 0.5 mm. como lo demuestra SCHUSTER en las playas empinadas que se encuentran en la base de las penínsulas de los esteros grandes. Cerca de La Libertad y en la playa Conchalío, algo más al poniente, existen playas muy empinadas formadas por guijarros y bloques desde el tamaño de una nuez hasta un metro de diámetro.

SCHUSTER ha observado que en promedio "el derrame se extiende a un nivel 50 cm. arriba de aquel de la zona de rompientes. Una diferencia de esta altura corresponde en la parte llana de la playa a unos 15 m. de distancia horizontal desde la zona de rompientes, pero en la playa empinada son solamente 2 m.".

SCHUSTER investigó también las características térmicas en la superficie de la playa. En la parte superior, en la corona del cordón costero, 3 m. encima del nivel medio de bajamar, la temperatura en la superficie alcanzaba entre 50º y 57ºC a mediodía durante varios días. Los sedimentos cerca de la escarpa, 2.7 m. de elevación, se enfriaban con la llegada de la fuerte brisa marina entre 10 y 12 horas, alcanzando su calentamiento máximo no antes sino en la tarde; nunca midió más de 43.5ºC. En la parte inferior de la playa, a un metro de altura, la temperatura de la superficie era solamente pocos grados más elevada que la del aire, entre 33º y 36ºC. En la zona inferior de la playa anterior, que siempre queda bajo la influencia de las aguas de bajamar, la temperatura de superficie es igual a aquella del mar. Las temperaturas dentro del suelo de la playa entre 27º y 29ºC, no difieren de la del agua.

– **Cordones costeros**

La formación de los cordones costeros es lenta y continua durante las pleamares vivas. Los ríos costeros, suministran el material de construcción para el Estero de Jaltepeque, el río Jiboa y el río Lempa. Y la corriente costera longitudinal, originada por la resaca, transporta el material de arena fina hacia la playa superior. Modificaciones secundarias ocurren por el afirmamiento de los cordones, efectos eólicos como pequeñas dunas y disipación, el escurrimiento por las lluvias y la población de estas zonas.

– **Lengua de tierra**

La lengua de tierra separa el estero del mar. En su extremo occidental tiene una anchura de 400 m. y se ensancha hacia el este, en la Hacienda Santa Teresita hasta 1200 m. Se eleva hasta la corona de los cordones costeros entre 2 y 4 m. Consiste en tres franjas: la playa, el núcleo formado por los cordones y la franja de fango y manglar que linda con la laguna.

La franja central consiste en una agrupación de cordones que no siempre van paralelos a la costa. Entre San Marcelino y Los Blancos, la atraviesan con rumbo noroeste-sureste. Muchas veces la franja tiene una superficie acanalada con un relieve suave. Según HINTZ la composición del suelo es la misma que en la playa. En el subsuelo arenoso, se acumula el agua lluvia en forma de lentes de agua dulce, encima del agua salobre, que los veraneantes aprovechan para preparar la comida y regar sus jardines.

La franja interior, la ribera austral del estero está llena de sinuosidades por el fuerte engranaje entre el núcleo arenoso y la franja de fango. En la parte occidental de la lengua, a veces entran canalitos en el núcleo de arena, formando pequeños charcos en su extremo, mientras estribaciones de cordones costeros avanzan como dedos hacia el estero. Esta zona que ya es tierra firme, cubierta completamente de vegetación y en gran parte urbanizada, pertenece como unidad de paisaje por su naturaleza anfíbica y los manglares, tanto a la lengua de tierra como al estero.

En la zona de la punta de la lengua de tierra se observan las diferentes fases de construcción de la lengua. Ya cerca del Caserío El Zapote, 2 a 3 km. de la punta, aproximadamente 15 cordones costeros cruzan en forma de ganchos transversales la lengua de tierra firme. Por la poca vegetación, el viento revuelve fácilmente las arenas dando a los cordones nuevas formas de microrrelieve. Desde el estero, 2 a 5 km. al oeste del caserío, algunos canales penetran profundamente en el núcleo de arena hacia el sureste, hasta cerca de la playa. Sin duda, son testigos del crecimiento de la lengua por los ganchos de arena, aparentemente de este a oeste. La propia punta tiene una forma circular de arena, debajo de la cual hacia el lado del estero se esconden áreas de fango, donde el turista curioso de repente hunde sus pies en el lodo invisible.

GIERLOFF-EMDEN en 1954, ya indicaba la poca profundidad en la mayor parte de la antigua Bocana Cordoncillo, donde con la bajamar emergían grandes áreas de marisma. Otra área de marisma arenosa, de un kilómetro de ancho, se encontraba al sur de la Isla Cordoncillo. Probablemente por el aumento de la masa de agua en el estero en este tiempo, causado por la entrega de las aguas del río Jiboa al Estero de Jaltepeque, éste tenía que encontrar un nuevo equilibrio hidrográfico junto con las modificadas corrientes tidales y el cambio de la sinuosidad de su canal principal, con la consecuencia que en relativamente corto tiempo la Isla Cordoncillo se cortó en dos, dando paso al canal principal, para conectarlo entonces directamente con la Bocana Tasajera. La parte sur de la isla se unió rápidamente con la lengua de tierra por medio de un sistema de cordones costeros en forma de ganchos y marismas de fango. Es muy probable que una gran avenida, junto con vientos tempestuosos durante un temporal, fue el evento causante inicial.

La lengua de tierra puede crecer y ensancharse hacia el mar también por secciones enteras en forma de nuevos cordones costeros, frente a la playa, sin que este crecimiento necesariamente sea definitivo. En la Figura 26 se demuestra este fenómeno al comparar los contornos costeros cerca de la Bocana El Bajón. Durante 80 años: el levantamiento topográfico en 1897, por el buque USS Bennington (según GIERLOFF-EMDEN), y los mapas oficiales del Instituto Geográfico Nacional de 1956 y 1975, respectivamente, lo hacen probable. Durante 59 años, hasta 1956, se había construido un nuevo gancho en la lengua de tierra hacia el sureste de 2.5 km. de largo, que durante los últimos 20 años se perdió otra vez por completo. GIERLOFF-EMDEN observó crecimientos parecidos de cordones costeros hacia el mar en la Barra Ciega. Durante la acumulación de sedimentos por la corriente de resaca, la lengua de tierra "camina" hacia el mar junto con la playa posterior (zona 15 en Figura 25), hacia la parte inferior de la terraza de playa, alcanzando su mayor anchura frente a cierta profundidad de agua. Entonces empieza la abrasión en la escarpa del cordón costero, como GIERLOFF-EMDEN lo ha observado en 1954-1955, en la lengua de tierra de este estero.

Estos procesos pueden explicar el crecimiento de la costa por saltos hacia el mar como lo indican las distancias de los antiguos meandros de desembocadura y las distancias transversales de antiguos sistemas de cordones que marcan antiguas líneas de playa. Pero antes, la terraza de playa probablemente debe ser levantada tectónicamente para poder suministrar nuevamente el material sedimentario de construcción. Pueden crecer primero ganchos laterales frente a la desembocadura del estero, construyendo una nueva lengua en forma longitudinal paralela a la costa, dejando formarse poco a poco una laguna entre la antigua y la nueva lengua. Pero no siempre se logra terminar este proceso, como lo demuestra la transformación

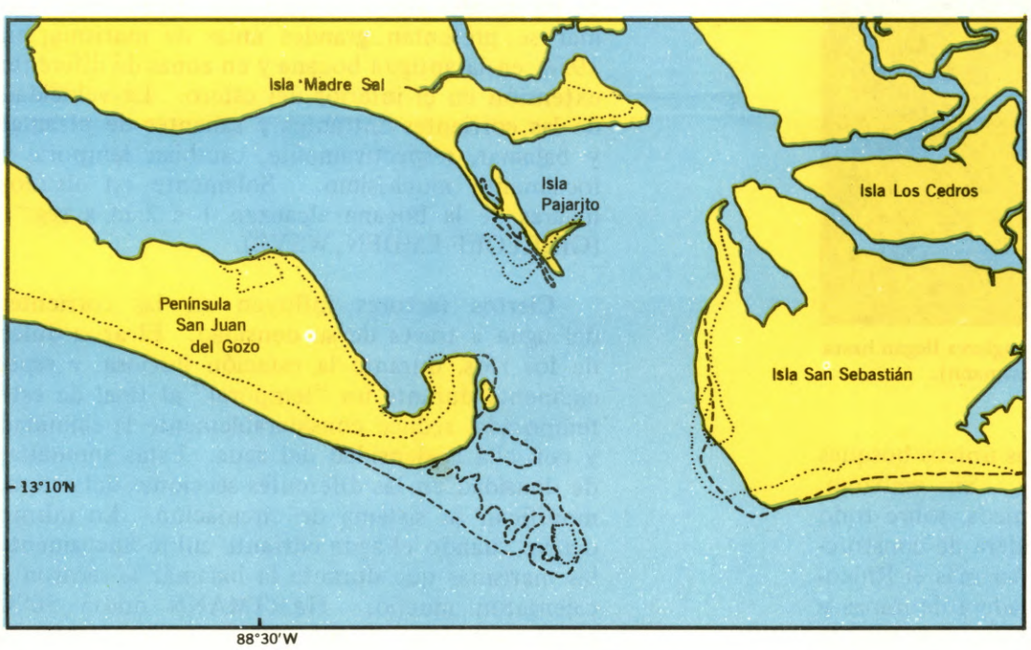


Fig. 26. Cambios de los contornos de la bocana de la bahía de Jiquilisco entre 1897 y 1975; diseño por H. Lessmann 1977; mapa base escala 1:100.000 "Usulután" del Instituto Geográfico Nacional, San Salvador.

..... contornos en 1897, según levantamiento hidrográfico del buque USS Bennington (comunicado por GIERLOFF-EMDEN);

---------- contornos en 1956, según el cuadrante 2555—IV del Instituto Geográfico Nacional, septiembre 1956, escala 1:50.000;

———— contornos en 1975, según la carta hidrográfica SAL C.H. 4 del mismo Instituto; mayo 1975, escala 1:20,000.

del mencionado gancho en un ancho banco de arena y fango con peligrosos bajíos.

Ganchos de arena existen también en los extremos interiores de las lenguas de tierra, como el gancho en la orilla norte de la Punta de Cordoncillo. En este caso no actúa la resaca, sinó que las corrientes transversales en el estero doblan los ganchos.

– **El manglar**

Este biótopo cubre grandes áreas no solamente de este estero, sino de todos los paisajes costeros del país. En el capítulo "Vegetación", LAGOS describe las especies del denominado "manglar occidental de pocas especies" (LAUER) como lo encontramos en El Salvador. En el Estero de Jaltepeque se encuentran sobre todo las especies Rhizophora mangle, Laguncularia y Avicennia nítida.

Manglares se pueden desarrollar solamente en las zonas costeras tropicales, en el área anfíbica de los esteros y lagunas pequeñas, principalmente sobre fango blando de granulación fina aluvial rica en material orgánico, pero según HARTMANN no soportan los estratos arenosos. En los grandes esteros de Jaltepeque y Jiquilisco se midieron en los manglares fracciones concentradas alrededor de 0.05 mm. (WEYL, 1954) y 0.01 mm. (HINTZ), respectivamente, y además en ambos lugares de 0.2 mm. de diámetro. Es dudoso el requisito de la existencia de agua salobre, porque HARTMANN encontró mangles en agua dulce pura en un estero cerca de La Libertad. Por otra parte, son muy sensibles a las corrientes fuertes y golpes de oleaje. Durante todo el año son siempre verdes porque no sufren la ausencia del agua durante la estación seca. Se presentan en forma de arbustos o matas, raras veces en bosques, como por ejemplo en el Estero El Espino; Fotografía 38.

Fotografía 38: Al oeste de la Bocana río Lempa; manglares llegan hasta la playa; fotografía aérea. (Foto H. Lessmann).

Los manglares que forman los únicos bosques estatales, son protegidos por ley. Sin embargo, se les explota con fines económicos, sobre todo para usarlos como leña; para madera de construcción y fabricación de muebles. Además el Rhizophora mangle, se emplea para madera de minas y durmientes. El tanino de la corteza sirve para la producción de curtientes.

Dentro del denso y oscuro manglar, existe un microclima muy especial de tipo invernadero tropical, caliente y sofocante. Durante el mes más frío del año, enero, existen temperaturas del aire y del agua por sobre 20°C. Las variaciones térmicas durante el año son inferiores a 5°C y durante el curso del día, menores de 10°C. En su medio ambiente no existen condiciones áridas. LOETSCHERT hizo algunas mediciones (Figura 27) con viento en calma, con temperaturas del aire de 32°C en el día y 25°C en la noche, y humedades relativas entre 60°/o en el día y 80 a 100°/o en la noche. Fuera del manglar, las condiciones climáticas de la planicie costera son muy diferentes; sobre todo existe la brisa marina durante el día y una más débil por la noche. LOETSCHERT da también una idea de las grandes diferencias de temperatura, humedad relativa y la evaporación en las Figuras 27 y 28.

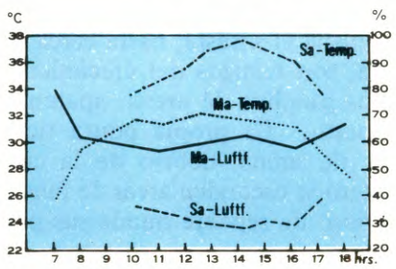


Fig. 27. Variación de la temperatura del aire (Temp) y humedad del aire (Luftf) en el manglar (Ma) y en la sabana (Sa), según LOETSCHERT, 1955

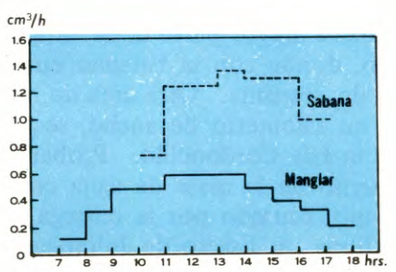


Fig. 28. Evaporación (en cm^3 de agua por hora) en el manglar y en la sabana; según LOETSCHERT, 1955.

– **Condiciones hidrográficas**

El promedio de la amplitud tidal de 1.65 m. de diferencia entre bajamar y pleamar, en el estero aparece algo modificado. En la desembocadura es un poco mayor y en las estribaciones de los canales algo más reducido. Durante la bajamar se presentan grandes áreas de marisma; en 1954, en la antigua bocana y en zonas de diferente extensión en el interior del estero. La velocidad de las corrientes entrantes y salientes de pleamar y bajamar, respectivamente, cambian temporal y localmente muchísimo. Solamente en algunos lugares de la bocana alcanzan 1 a 2 m. x seg^{-1} (GIERLOFF-EMDEN, WEYL).

Ciertos factores influyen en las corrientes del agua a través de su densidad. El agua dulce de los ríos, durante la estación lluviosa, y especialmente durante un "temporal" al final de esta temporada, reduce considerablemente la salinidad y con ella la densidad del agua. Estas anomalías de densidad en las diferentes secciones del estero, modifican su sistema de circulación. Lo mismo ocurre cuando el agua entrante cubre nuevamente las marismas que durante la bajamar se secaron y calentaron mucho. HARTMANN midió 50°C en su superficie. Como esta agua poco profunda