



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL LITORAL DE LA LLANURA COSTERA  
DEL NOROESTE DE MÉXICO (estudio geomorfológico)

TESIS que para obtener el título de  
"LICENCIADO EN GEOGRAFÍA"

presenta

MARIO ARTURO ORTIZ PÉREZ.

México, 1970.

17120

2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis familiares por el afán de superación  
que siempre me han inspirado.

A mis maestros por lo que han significado  
en mi formación profesional.

A la Srta. Lic. en G. Carmen Valverde V.  
por su valiosa colaboración y estímulo.

A mis compañeros, por la amistad,  
pensamiento e ideales que nos unen.

## ACRADECIMIENTOS

Este estudio no hubiera sido posible sin la ayuda que recibí del Lic. Rubén López Recéndez, quien con sus comentarios y consejos dirigió esta tesis; agradezco también al Sr. Carlos Jaso Vega, la corrección de este trabajo.

Hago presente mi reconocimiento a la Dra. Ana Teresa Gutiérrez de MacGregor directora del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional y el departamento de geomorfología de dicho Instituto, por haberme facilitado realizar en él mi tesis.

A los maestros: Gilberto Hernández Corzo  
Jorge Rivera Aceves  
Felipe Guerra Peña  
Consuelo Gómez Escobar

por la ayuda que me brindaron en la revisión final del estudio.

Doy las gracias al personal de la sección de geología marina del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional, por su valiosa cooperación, así como al Dr. Héctor Ochoterena Fuentes, también agradezco a la señora Aída Casas Sauchet por haber realizado el trabajo de mecanografía y a todas aquellas personas que en una u otra forma han colaborado para realizar este trabajo.

# CONTENIDO

	Páginas
<b>I GENERALIDADES</b>	
1. Introducción	1
2. Materiales y métodos de trabajo	3
<b>II DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA LLANURA COSTERA DEL NOROESTE DE MÉXICO</b>	<b>5</b>
<b>III UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS COSTERAS</b>	
1. Llanura aluvial del delta del río Colorado	7
2. Litoral de los desiertos de Altar y Sonora	15
3. Sierras litorales de Sonora	19
4. Litoral de la llanura de San Juan Bautista	21
5. Costa rocosa de San Carlos y Guaymas	23
6. Complejo deltaico de los ríos Yaqui, Mayo y Fuerte	27
7. Delta del Yaqui	29
8. Delta del Mayo	35
9. Delta del Fuerte	38
10. Litoral de la sierra volcánica de Navachista	40
11. Litoral de la llanura costera del sur de Sinaloa y Nayarit	53
<b>IV CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>
<b>V GLOSARIO</b>	<b>71</b>
<b>VI BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>73</b>

## I. INTRODUCCION.

El objeto fundamental de este trabajo es mostrar sistemáticamente y de una manera concreta, los diferentes elementos naturales que constituyen el litoral de la llanura costera del noroeste de México, con el propósito de obtener la información básica que contribuya al conocimiento de la geografía regional de México.

Se describe la línea de costa identificando los principales procesos y elementos naturales del medio terrestre y del medio acuático marino, analizando sus interacciones dentro del marco geográfico.

Hay que tener presente que las costas son el resultado de una serie de procesos complejos, interrelacionados, que tienen lugar en una zona de contacto en donde se encuentran la tierra y el mar, lo que da lugar a un medio variante y estrecho de gran complejidad geográfica.

Uno de los principales obstáculos en el desarrollo, planeación y aprovechamiento de los recursos naturales en los litorales, es la carencia de documentos o manuales que ofrezcan información sistemática y básica de nuestras costas. Actualmente las investigaciones sobre el tema son escasas y la mayor parte de ellas tienden al estudio de los puertos y obras marítimas en general, toda vez que se destinan a trabajos de Ingeniería.

Teniendo en cuenta la importancia de los estudios litorales, y con el ánimo de suplir las carencias expuestas, se intenta describir de una manera sistemática, a lo largo del litoral de la llanura costera del noroeste de México, los principales rasgos y elementos naturales que componen dicha costa.

Este trabajo constituye el primer y se encaminado al conocimiento general del litoral y, por tanto, se debe considerar como un estudio preliminar que servirá de base para estudios más avanzados; sin embargo, puede ser de gran utilidad práctica en ciertos casos, a saber:

1. Para el conocimiento básico del litoral, útil en cualquier programa de desarrollo costero.

2. Como consulta en la elaboración de cartas náuticas y derroteros de navegación, así como de cartas pesqueras.

3. Como auxiliar en la navegación costera.

4. Para el mejoramiento de bahías, canales, protección de playas contra la erosión, problemas de azolves en estuarios, o sedimentación rápida por acarrees litorales, etc.

Por otra parte, en el trabajo se incluyen ciertos conocimientos de geomorfología costera, así como datos de la topografía submarina que contribuyen a la solución de problemas en técnicas pesqueras en las que debe considerarse la profundidad de las aguas, la configuración submarina, la naturaleza y distribución de los diversos materiales que constituyen el sustrato de los fondos acuáticos, la naturaleza y modelado de playas y áreas marinas próximas, la posición de líneas de marea baja y marea alta, etc. Estos y otros muchos factores se encuentran íntimamente ligados con la determinación de la fauna y flora acuáticas, como por ejemplo, la ubicación y magnitud de los fondos rocosos y arenosos como hábitat o indicadores de la fauna bentónica y de algas apropiadas a estos tipos de sustrato. En función de estos datos, expresados en el estudio, podrán localizarse sitios apropiados para:

a) Instalación de trampas fijas, como tapos camaroneros, nazas, redes fijas, etc.

b) Recomendar obras de canalización, desazolve, apertura de barras, etc., con el fin de modificar favorablemente las condiciones naturales en esteros y lagunas.

## 2. MATERIALES Y METODOS DE TRABAJO.

Para llevar a cabo este estudio, se hizo interpretación fotogeográfica sobre pares estereoscópicos, a escala 1: 25 000 y 1: 50 000, en los que se diferenciaron los principales rasgos morfológicos, mismos que se comprobaron y verificaron con recorridos de campo. Se cubrió por fotointerpretación el litoral de los estados de Sinaloa y Nayarit, y pequeñas áreas al sur de Cuaymas, Sonora.

Como base cartográfica se utilizaron las cartas batimétricas a escala 1:75 000, del estado de Sinaloa, facilitadas por el Instituto de Geología, las de aprovechamiento del suelo y del agua, escala 1: 100 000, de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, los planos de las principales lagunas costeras de Nayarit y Sinaloa, facilitadas por cooperativas pesqueras, las cartas náuticas y portulanos, a diferentes escalas, proporcionada por la Dirección de Faros e Hidrografía de la Secretaría de Marina, y nueve cartas topográficas a escala 1: 500 000, del Comité Coordinador para el Levantamiento de la Carta de la República Mexicana, que sirvieron como de base para la construcción de perfiles y secciones de la llanura costera. Los perfiles batimétricos se calcularon con base en la carta Submarine Topography of the Gulf of California, escala 1: 966 260, preparada por Robert L. Fisher, Gene A. Rusmek y Francis P. Shepard, de la Institución Oceanográfica Scripps de la Universidad de California, publicada en 1962.

El trabajo de campo consistió inicialmente en reconocimientos por agua, tierra y aire.

En el recorrido por mar se aprovecharon los cruceros oceanográficos realizados en 1968 y 1969 a bordo de dos guardacostas, el GP-2 y GP-6. Ambos cruceros tuvieron lugar a fines del mes de septiembre, con una duración aproximada de ocho semanas y en ellos participó el personal del Departamento de Oceanografía del Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras, así como un experto asociado de la FAO. Deseo apr-



vechar estas líneas para agradecer a mis compañeros de trabajo la ayuda que me proporcionaron para la elaboración de este estudio.

El recorrido comprendió el litoral y la plataforma continental de la llanura costera. Los cruceros se realizaron desde las cercanías de la desembocadura del río Colorado hasta el estero de Teacacán en las costas de Nayarit. En esta forma y cubriendo 140 estaciones hidrográficas se llevó a cabo el reconocimiento por mar.

El reconocimiento aéreo se efectuó en febrero de 1975, volando sobre las costas de Nayarit, Sinaloa y Sonora, hasta el puerto de San Carlos, en donde se tomaron fotografías oblicuas de los principales sistemas fluviomarinos.

En el recorrido por tierra se visitaron los principales cuernos de agua y se efectuaron algunas observaciones y mediciones directas de temperatura, salinidad, oxígeno, etc., para tal efecto se utilizó como medio de locomoción lanchas con motor fuera de borda.

Metodología de trabajo.- El desarrollo del trabajo siguió la siguiente secuencia:

a) Se dividió el litoral en unidades geomórficas, valiéndose de la homogeneidad de los elementos naturales y de la localización de los hechos y fenómenos geográficos en áreas bien definidas a lo largo del litoral.

b) Se interpretaron y examinaron los elementos del paisaje costero, así como los principales procesos en el medio terrestre; después, siguiendo los mismos procedimientos adoptados, se analizaron las acciones del medio acuático marino, para conjugar los dos medios; en esta forma se estudiaron las interacciones y procesos de la dinámica del medio físico.

## II. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA LLANURA COSTERA DEL NOROESTE DE MÉXICO.

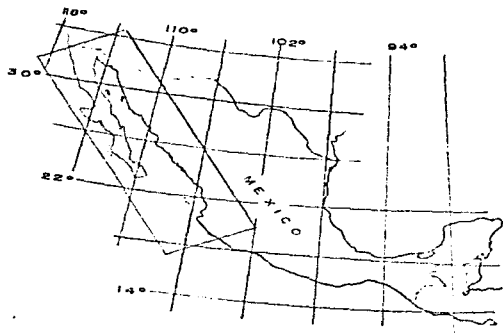
El litoral de la llanura costera del noroeste de México está limitado, al norte, por la sierra de Cucapahs en el Estado de Baja California y, al sur, por la desembocadura del río Santiago en el Estado de Nayarit. Su litoral tiene una longitud aproximada de 1 676 km., correspondiendo 916 a Sonora, 650 a Sinaloa y 110 a Nayarit (ver mapa No. 1).

El elemento litoral forma parte del marco estructural de la llanura costera del noroeste de México, de ahí que resulta importante el estudio de los rasgos morfológicos más importantes de la mencionada llanura.

La llanura costera fue descrita por Ordóñez, Ezequiel (1) y Alvarez M., Jr. (2). De acuerdo con estos autores, la llanura está formada por una amplia faja que se extiende desde el pie de la Sierra Madre Occidental hasta el golfo de California. En la zona desértica de Sonora la llanura costera penetra hacia el interior del continente, se caracteriza por una extensa zona árida con suave declive hacia el mar, interrumpida por elementos escarpados y sierras aisladas dispuestos paralelamente, con un rumbo general Norte-Sur. Estas sierras se deben a bloques inclinados y afallados, y están constituidos por rocas metamórficas precámbricas, además de lutitas, areniscas y calizas paleozoicas y mesozoicas. Con estos materiales alternan rocas volcánicas del terciario. Los productos de descomposición de estas sierras han originado amplios abanicos aluviales que las bordean.

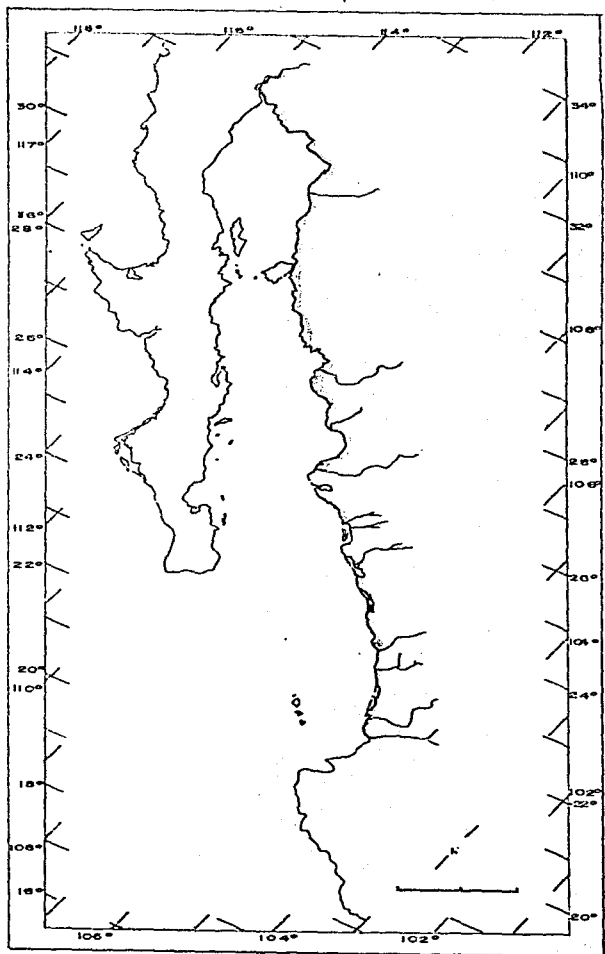
Al sur de Sonora y en los estados de Sinaloa y Nayarit, la llanura costera se

- 
- 1) Ordóñez, Ezequiel. Las Provincias Fisiográficas de México. Revista Geográfica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Tomo L, Nos. 2 y 3, México, 1941.
  - 2) Alvarez, M., Jr. Provincias fisiográficas de la República Mexicana. Sociedad Geológica Mexicana. Sobretiro del boletín No. 2, Tomo XXIV, México, 1961.



PLANO DE LOCALIZACION

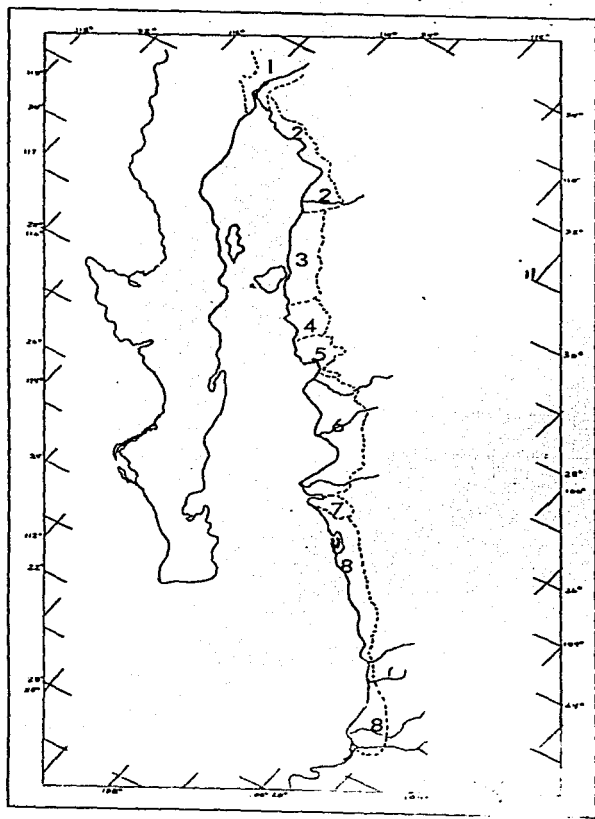
ZONA ESTUDIADA EN  
COLOR AZUL



estrecha paulatinamente, hasta perderse en su extremo meridional, en donde se une la sierra con el mar. Esta llanura también se ve interrumpida por sierras aisladas, formadas principalmente por intrusiones graníticas y por derrames riolíticos y andesíticos con material piroclástico abundante. Las rocas sedimentarias, formadas principalmente por acarreos fluviales, se localizan cercanas al litoral y en las cuencas bajas.

Por lo que respecta a las características físicas tampoco existe uniformidad, toda vez que se presentan diferentes aspectos en el medio ambiente que van desde las zonas áridas y los desiertos arenosos, de topografía accidentada, al norte, hasta una llanura más estrecha y de contornos irregulares, con clima Aw y vegetación de Sabana tropical, cubierta, en parte, por extensas marismas y lagunas litorales, en el sur.

Así, se puede decir que esta llanura está condicionada por una variedad de regiones naturales como: ondiechos e ocho unidades geomorfológicas (ver mapa No. 2).



### UNIDADES GEOMORFICAS COSTERAS

- 1 Llanura Aluvial del Delta del Río Colorado.
- 2 Litoral de los desiertos de Altar y Sonora.
- 3 Sierras Litorales de Sonora.
- 4 Llanuras de San Juan Bautista.
- 5 Costa Rocosa de San Carlos y Guaymas.
- 6 Complejo Deltaico de los Ríos Yaqui, Fuerte y Mayo.
- 7 Sierra Volcánica de Navachiste
- 8 Llanura Costera del sur de Sinaloa y Nayarit.

### III. UNIDADES GEOMORFICAS COSTERAS.

#### I. Llanura aluvial del delta del río Colorado

Esta unidad se localiza en el extremo noroccidental del golfo de California. Es la llanura aluvial formada por el río Colorado con cauces divergentes determinados por una topografía llana, que oscila desde los 0 metros hasta un máximo de 35 metros sobre el nivel del mar. El área estudiada se localiza entre el límite internacional, al norte; la boca actual del río Colorado al sur, la sierra de los Cucahabs al oeste y los lomeríos de arena consolidada, al oriente.

Influencia del río Colorado en el medio físico.

El río Colorado nace en los Estados Unidos de América y forma parte de la línea divisoria entre esa nación y México. De los 2 730 Km de longitud que tiene la corriente principal, 2 540 Km están comprendidos en territorio de los Estados Unidos de América, 30 Km limitan este país y México y los 160 Km restantes están situados en territorio mexicano. La cuenca de captación tiene una superficie de 63 000 Km<sup>2</sup>, quedando, prácticamente, situada en los Estados Unidos de América, pues sólo unos 5 000 Km<sup>2</sup> corresponden a México.

Los escurrimientos superficiales que entraron a México cruzando la línea divisoria son los siguientes:

PERIODO	VOLUMEN MEDIO ANUAL.
1911 - 1935	16 532 793 000 m <sup>3</sup>
1935 - 1961	5 831 679 000 m <sup>3</sup>
1961 - 1969	2 000 000 000 m <sup>3</sup>

Estas diferencias en el gasto se deben a la construcción de nuevos vasos de almacenamiento sobre los ríos Colorado y Gila, así como a las derivaciones para riego y retomas que regulan el escurrimiento de los ríos en territorio de los Estados Unidos de Améri

ca.

Los escurrimientos que llegan a México son aprovechados casi en su totalidad por el distrito de riego No. 14 del río Colorado, por lo que se hace necesario conocer el escurrimiento en el tramo final, hasta la desembocadura, dada la importancia que este caudal tiene en la alteración de las condiciones hidrográficas, al desembocar en el golfo de California. Desafortunadamente, las estaciones hidrométricas, que tienen por objeto conocer el escurrimiento en el tramo final del río Colorado, para verificar el balance de las aguas aprovechadas por el distrito de riego, son de reciente creación, de aquí que solamente se analicen los registros de los últimos doce años. Del volumen medio anual de 2 000 000 000 de m<sup>3</sup> que a últimas fechas se viene registrando, hay que restar 1 750 000 000 m<sup>3</sup> que se aprovechan en el distrito de riego del río Colorado, por lo que únicamente llega al mar un volumen medio anual de 249 999 000 m<sup>3</sup>.

Como se puede apreciar, en los últimos 50 años se ha registrado un decremento alarmante en el caudal que llega al golfo de California, lo que repercute de modo considerable en el medio físico. En su mayor parte la salinidad del agua de mar, en esta porción del golfo, varía entre 35.5‰ y 36.2‰ sea, de 1‰ a 2‰ más alta que la que se encuentra en mares situados a la misma latitud. Junto con la disminución del aporte de agua, los factores climáticos son causa principal en el aumento de la salinidad de esta parte del golfo, por ser una de las regiones más secas de la República Mexicana, en donde la fuerte evaporación y la escasa precipitación pluvial (lluvia media anual 49.1 mm, periodo 1945-1966), favorecen la salinidad de los aguas.

En muchas ocasiones, en la desembocadura, cuando el gasto es nulo o los volúmenes mensuales están muy por debajo de los 5 000 000 m<sup>3</sup>, la salinidad alcanza los 37‰. Este bajo volumen se viene registrando de marzo a septiembre, o sea más de la mitad del año. Si a esto se añade el contenido de sales disueltas que lleva el agua del río Colorado, se ha-

llarán las causas de la fuerte salinidad.

La alteración en el medio físico se refleja en la ecología de la fauna marina; como ejemplo tenemos el caso de los pesqueros de corvinas, en especial de la totoaba.

El área de distribución de la totoaba se extiende por las aguas litorales de la costa oriental de la Península de Baja California, de la desembocadura del río Colorado hasta Mulegé y, por el lado de Sonora y Sinaloa, del mencionado río hasta las aguas situadas al sur de Mazatlán.

Una de las características de la totoaba ya de antiguo conocida es que realiza migraciones anuales de dos tipos: una, con el propósito de huir de las aguas cálidas que durante los meses de verano se almacenan en las zonas litorales del golfo y que la impulsan a refugiarse en aguas profundas y frías y, la otra, la más importante, con fines reproductores, que la hacen dirigirse todos los años a las aguas salobres de la desembocadura del río Colorado para, ahí, reproducirse.

Pero las condiciones físicoquímicas y ecológicas de la zona de reproducción de la totoaba en la desembocadura del río Colorado, han venido cambiando en los últimos años. El empleo de más y más agua a lo largo del río ha provocado una enorme reducción en el caudal que el Colorado aporta al golfo de California. Esta disminución naturalmente, tiene que afectar en forma profunda a una especie anadroma como la totoaba. Al disminuir la zona de agua salobre natural, se ha producido una reducción en el espacio disponible y, por tanto, en la época de reproducción tiene lugar una sobreagrupación de individuos. Si a ello se agregan los cambios en la temperatura, la escasa disponibilidad de alimento y, sobre todo, el incremento alarmante de la salinidad, se hallará el por qué de la gran mortandad durante los estados larvarios y juveniles. Esto hace tener una idea del gran número de desventajas con que tiene que luchar la especie.



El futuro de la totoaba es bastante incierto; dada la escasa información disponible es difícil llegar a conclusiones definitivas, pero es muy probable que la notoria disminución de la especie, observada en los últimos diez años, continúe a ritmo acelerado en los años siguientes.

#### Condiciones oceanográficas del delta.

Habiendo analizado brevemente las condiciones hidrológicas del río Colorado y la influencia que ejerce al llegar al mar, se examinará la de los factores oceanográficos sobre la parte terminal del delta, para conjugar los diferentes procesos de la dinámica del litoral. Antes es necesario hacer una descripción del golfo de California, para entender los mecanismos que animan al delta.

El golfo de California tiene una longitud de 1 200 Km. y anchura máxima de 210 Km. en su límite meridional y mínima de 90 Km. a la altura de Isla Tiburón y Angel de la Guarda. Esta depresión alargada presenta las siguientes características batimétricas en la parte sur se localizan las mayores profundidades, que disminuyen gradualmente al acercarnos a la porción norte del golfo. La plataforma continental es estrecha en el litoral de la llanura costera del noroeste de México y sumamente angosta en el litoral oriental de Baja California; ambas se amplían hacia la parte norte del golfo (ver mapa No. 3).

Debido a estas características topográficas, el golfo de California determina mareas de intensidad notable, comparables con las que se presentan en mares casi cerrados y golfos estrechos que son escenario de mareas desmesuradas.

Comparando las alturas de flujo dadas por Rouch (1) tenemos:

Fundy (Canadá)	19 m.
Severn (Gran Bretaña)	16 m.

1) Guilcher, Oceanografía, Edit. Universidad de la Habana, Cuba, 1966. Pág. 66.

Granville (Francia)	16 m.
Norte del mar Okhotsk (URSS)	14 m.
Norte del golfo de California (México).	12 m.

Estas mareas, sin duda alguna, están condicionadas por la morfología de mares someros, largos y estrechos, que obliga a las aguas a comprimirse por un efecto de estrangulamiento.

De todas las costas del golfo de California, el delta del Colorado es el que se ve más fuertemente afectado por las mareas; aquí se registran las más pronunciadas ascensos, y descensos en el nivel del agua que en ocasiones alcanzan amplitudes de 12 metros.

La influencia de la marea llega hasta unos 74 km río arriba.

En el delta del río Colorado se distinguen dos tipos principales de mareas: las diurnas y las semidiurnas o mixtas. Las de tipo diurna, con una sola pleamar y una bajamar se repiten cada 24 horas. En el caso de las mareas semidiurnas o mixtas las corrientes cambian de sentido cuatro veces al día, es decir, dos pleamares y dos bajamars separadas, cada una, por intervalos aproximados de seis horas. Estas corrientes de flujo y reflujo se transmiten con fuerza a velocidad extraordinaria alcanzando, en el momento del cambio de marea o inversión, velocidades hasta de 1 a 3 m/sig. (2-6 nudos).

Los canales de marea circundantes a las islas de Montaque y Pelicano se ven frecuentemente modificados por las corrientes de marea que afectan toda la masa de agua, hasta el fondo, dando origen a rizaduras o ripple marks de dimensiones muy grandes, que demuestran la alta capacidad y competencia de dichas corrientes. Esto provoca fuertes cambios y migraciones de los bajos y bancos de lodo, lo que modifica continuamente la topografía submarina en las cercanías de la desembocadura del río Colorado.

La corriente de flujo, ya en el río Colorado, reviste peculiaridades extraordi-

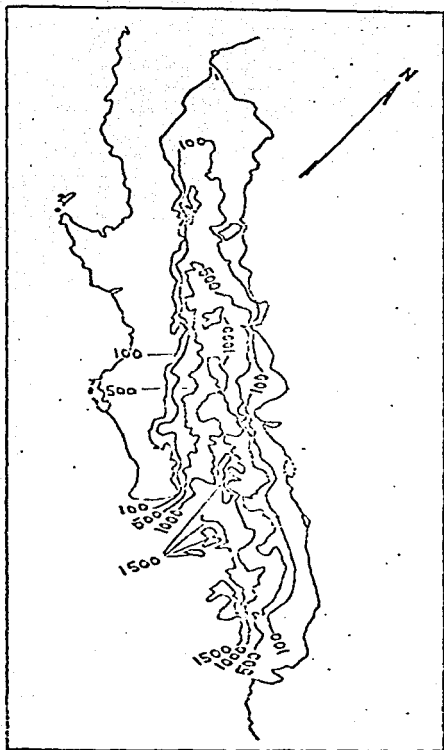


Fig. .- Batimetría del  
 Golfo de California.  
 (Robert H. Parker, 1963)  
 Las profundidades están  
 dadas en brazas.

narias porque la marea entrante se ve acompañada con una ola llamada "burro" por los lugareños, de casi 1.50 m. de altura sobre el nivel del río, misma que se extiende como enorme rompiente a través del cauce fluvial, y se precipita con velocidad vertiginosa, acompañada de un murmullo que anuncia su proximidad. Este fenómeno se menciona en la literatura inglesa con el nombre "bore", y "mascaret" en la francesa. Al no encontrar en español un término adecuado para designarlo, se creyó conveniente llamarlo rompiente de marea (ver figura No. 1)

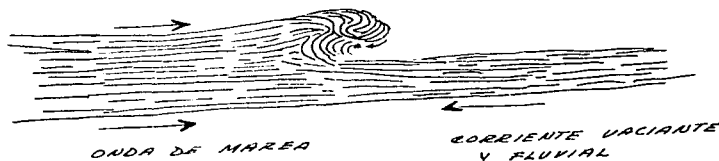


Fig. No. 1. Perfil de la rompiente de marea.

La rompiente de marea consiste en una sobreelevación brusca de las aguas en el momento de flujo, varía desde unos centímetros hasta varios metros, para avanzar rápidamente, aguas arriba, en forma de ola rompiente, que puede ser muy peligrosa. La combadura producida por ella puede disminuir en lugares profundos y rehacerse en los bancos aluviales. Según Guilcher (1), el mecanismo de la rompiente de marea se desconoce casi en su totalidad, ya que actualmente ninguna de las teorías presentadas al respecto es satisfactoria, aunque es probable que su explicación tenga que ver con la morfología del lecho fluvial (su declive, sus bajas, su ribera, etc.). En el caso del río Colorado, la corriente entrante penetra muy aguas arriba y llega el momento en que, al perder velocidad y potencia se sumerge dentro del flujo del río, por ser más salina y, por tanto, de mayor densidad. (1) Guilcher Andre. Ibid.

dad.

Al cesar el flujo la dirección de la corriente gira 180, es decir, se convierte en corriente de reflujó. Esta corriente de descarga (de efecto vaciante), es tan potente como las corrientes de flujo.

Las mareas, por lo general, alcanzan en la llanura deltaica un máximo de cerca de 3 metros de amplitud, dejando una zona de intermareas muy extensa, comprendida entre la pleamar y la baja mar, que alcanza alrededor de 8 km., lo que origina llanuras de intermareas; tal es el caso de las llanuras de Omotepec y de Sta. Clara, a ambos lados del delta. Lo mismo ocurre en las islas de Montaque y de Pelicano que se localizan en la desembocadura misma (ver foto No. 1)

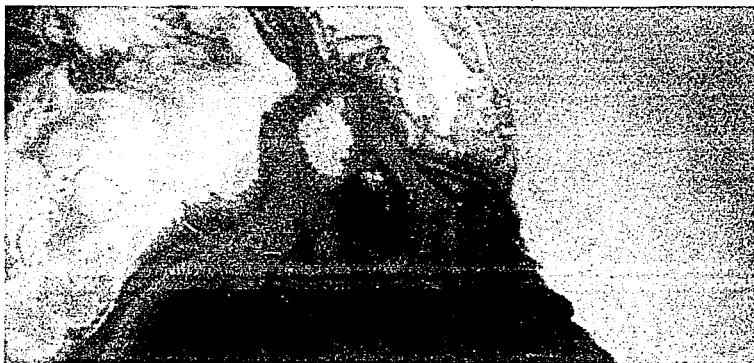


Foto No. 1. Delta del río Colorado durante la pleamar. La parte de tonalidad oscura muestra la parte inundada por la marea.

### Distribución de sedimentos.

Según los estudios de Van Andel (1) los sedimentos de la porción norte del golfo de California provienen de los aportes del río Colorado que, como fuente principal proporciona el 48% del total. Actualmente ha disminuido la importancia del escurrimiento (ver tabla no. 1)

A los aportes del río Colorado hay que agregar los materiales terrígenos provenientes de la erosión directa de la costa y el de los arroyos intermitentes de las zonas áridas que bordean la parte norte del golfo.

Según Van Andel los sedimentos no llegan más allá de las islas de Tiburón y Ángel de la Guarda (ver mapa No. 4).

Tabla No. 1 Promedio anual de aportes de sedimentos del río Colorado, en toneladas.

PERIODO	TONELADAS
1911 - 1935	160 000 000
1935 - 1951	15 000 000
1951 - 1959	?
1959 - 1965	126 131

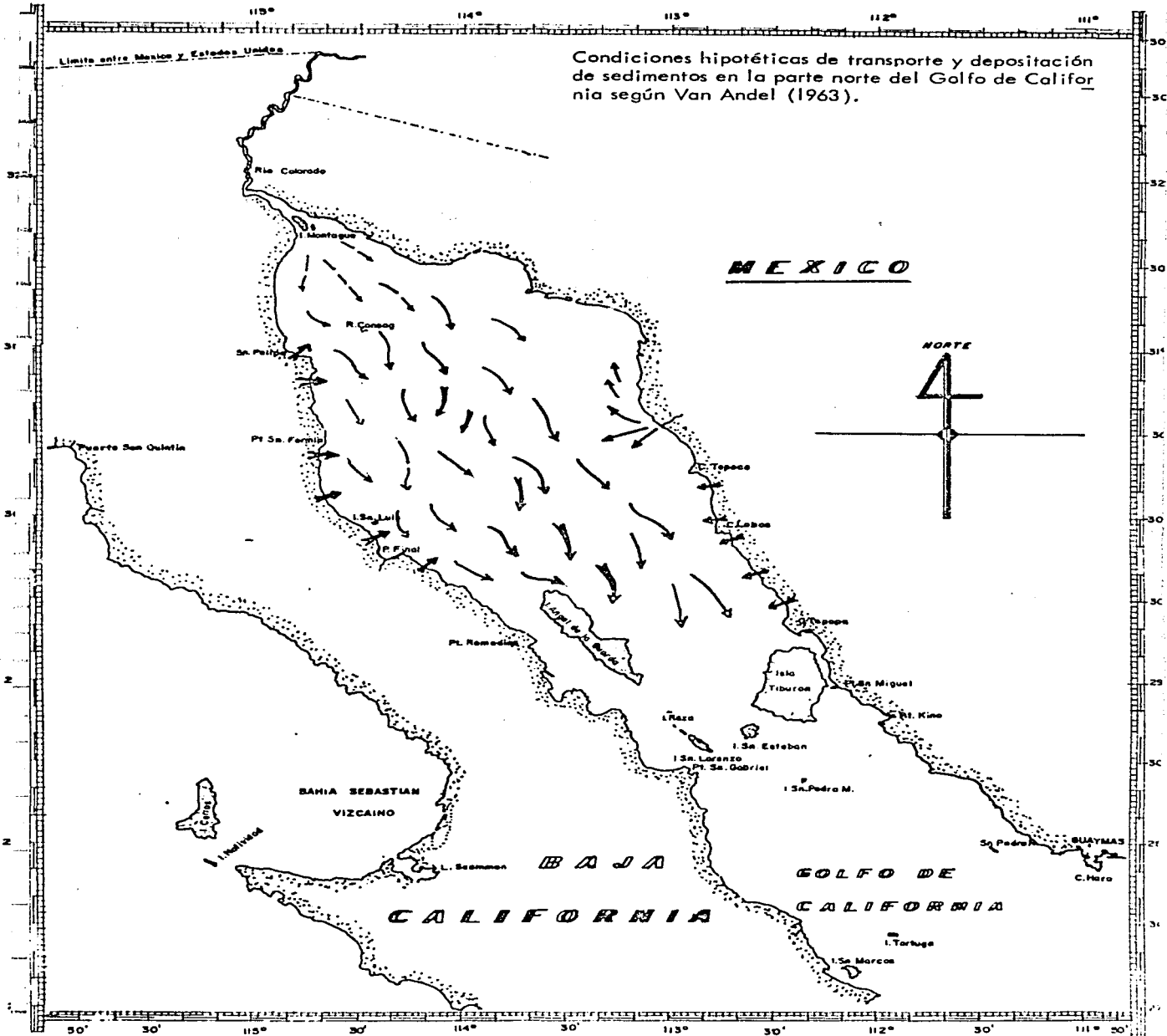
Datos tomados del Boletín Hidrológico No. 28 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Si relacionamos el escaso aporte actual del río Colorado con el fenómeno de las altas mareas que se internan en la llanura deltaica, veremos que la acumulación de sedimentos en el mar queda casi nulificada. Al contrario de lo que sucede en la desembocadura

de ríos con deltas progresivos, como el Nilo, Misisipi, etc., en el Colorado el delta

1) Van Andel. Recent marine sediments of gulf of California en Memoir 3, a Symposium, Marine Geology of the Gulf of California, edit. Van Andel Tjeerd y Shor George Jr. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa Oklahoma, U.S.A. 1964, pp. 216-310.

Condiciones hipotéticas de transporte y deposición de sedimentos en la parte norte del Golfo de California según Van Andel (1963).



retrocede, con el consiguiente desarrollo de deltas submarinos originados por las ondas internas de marea que provocan deslizamientos submarinos en los depósitos frontales del delta.

La morfología del delta del río Colorado está siendo modelada en un ambiente árido, extremadamente seco, y un golfo con mareas excepcionalmente altas (alrededor de 10 m.) Debido a la disminución del escurrimiento del río, durante los últimos 50 años éste ha depositado casi toda su carga en la parte subaérea de su delta, esparciendo arena fina y limo en las porciones media y superior, llevando sólo el lodo fino a la margen del mar; en la cabecera del delta ahora se está depositando arena fina dispuesta en abanicos deltaicos formados alrededor de los diferentes brazos de crecida. Este material muestra una intrincada laminación cruzada, de pequeña escala, que proviene de rizaduras y ondulitas que se desplazan por efecto de la corriente. Siguiendo río abajo, sobre la porción media del delta, otras capas de arena fina, de laminación cruzada, alternan con capas de lodo laminado horizontalmente. La parte final del delta se cubre solamente durante las grandes avenidas y ahí, el agua se dispersa en una lámina delgada que propicia la decantación de arcillas. Al desecarse esta lámina aparecen profusas grietas de lodo. Debido a la gran aridez esta parte del delta está impregnada de sales y casi sin vegetación.



## 2. LITORAL DE LOS DESIERTOS DE ALTAR Y SONORA.

El litoral de los desiertos de Altar y Sonora colinda con la falla de San Jacinto, que separa a aquéllos de la llanura deltaica del río Colorado; esta falla forma parte del sistema de fallas de San Andrés que, provenientes del sur de California se proyectan dentro del Golfo de California. De lo anterior se infiere que esta zona se encuentra sujeta a un activo tectonismo. En efecto, recientemente, en el año 1934 en la falla de San Jacinto se provocó un sismo, que alcanzó la magnitud de 7.4 grados según la escala de Richter, registrado por el laboratorio sismológico de Pasadena.

La costa occidental del desierto de Altar se origina en el levantamiento ocasionado por la falla de San Jacinto; como resultado de este desplazamiento el bloque hundido quedó cubierto por las aguas del golfo, mientras el bloque levantado se encuentra formando escarpas de línea de falla que actualmente se localizan cubiertas por las arenas del desierto. La falla continúa con rumbo sur, perdiéndose en las profundidades del Golfo de California, mientras que el litoral se enfila en dirección oriental, hacia la bahía abierta y sonora de Adair (ver mapa No. 3). La playa de la bahía, baja y arenosa, se caracteriza por contener en su margen occidental amplias llanuras de intermareas. Debido a la pendiente de las llanuras arenosas del desierto de Altar y de sus playas, las aguas de la pleamar se internan varios kilómetros tierra adentro, ya que las mareas, en esta parte de la costa, son del orden de 7 y 8 metros de altura. La costa oriental de la bahía de Adair se distingue por presentar en su litoral amplias marismas, y numerosas flechas litorales de dimensiones variadas.

Según Ottmann (1), las flechas litorales están vinculadas con numerosos factores:

a) Una abundante alimentación de la fuente de sedimentación contando para ello, desde luego, con la proximidad de los ríos o acumulaciones de arena.

En esta zona el primer factor se encuentra totalmente satisfecho, dado que la fuente

(1) Ottmann, F. Introducción a la geología marina y litoral Eudaba, Buenos Aires, Argentina, 1927.

te de sedimentos la proporcionó el río Colorado; por otra parte, el litoral de los desiertos de Altar y Sonora contribuye con gran cantidad de arena a sus playas y dunas litorales.

b) "Sentido constante del transporte de sedimentos o, por lo menos, con una resultante bien definida .

Esta segunda necesidad se cumple tanto en el mar como en la porción continental; en el mar, las fuertes corrientes de marea, con su constante flujo y reflujo alternante, conservan una dirección bien definida. Por otra parte, en el continente los vientos del sur y sureste parecen ser los dominantes según puede apreciarse en la disposición de las dunas móviles y activas que aparecen en las fotos aéreas.

c) La influencia de una topografía típica de aguas someras (islas, bajos, puntas, etc.), que actúa como punto de apoyo .

Este factor también se cumple en la bahía de Adair.

Para Ottmann las flechas resultan de la transferencia lateral de sedimentos por la acción del oleaje, y no de las corrientes litorales, como se creía antiguamente. Por consiguiente las flechas están vinculadas a la oblicuidad de la ola con respecto a la línea de playa, y no se forman cuando el oleaje es perpendicular a la playa.

Cuando las olas y la deriva lateral de sedimentos se aproximan a una punta o a un bajo, ambas pierden energía y material en suspensión. El fenómeno se acentúa con la disminución de la profundidad. El cúmulo de sedimentos provoca la reflexión de la ola y su rotación alrededor de su parte terminal. La flecha adquiere, entonces, un aspecto curvado, en forma de gancho.

El litoral oriental de la bahía de Adair marca al límite del desierto de Altar con el de Sonora. Es necesario aclarar que existen notables diferencias entre estos dos desiertos. El de Altar se caracteriza por ser arenoso, sin vegetación, formado exclusivamente por dunas activas o móviles que se pueden dividir en dos grupos, las litorales y las continentales.

Las dunas litorales se desarrollan a lo largo de la costa, formando una amplia faja de unos dos kilómetros de ancho, aproximadamente; se distinguen de las continentales por ser más pequeñas individualmente y por estar formadas por la reunión de numerosas lenguas de arena, perpendiculares a la playa. Por el contrario, las dunas continentales son paralelas al viento dominante. Un caso menos frecuente es el de las dunas llamadas barjanes o dunas de montículos semilunares; éstas se presentan tanto en la parte continental como en el litoral.

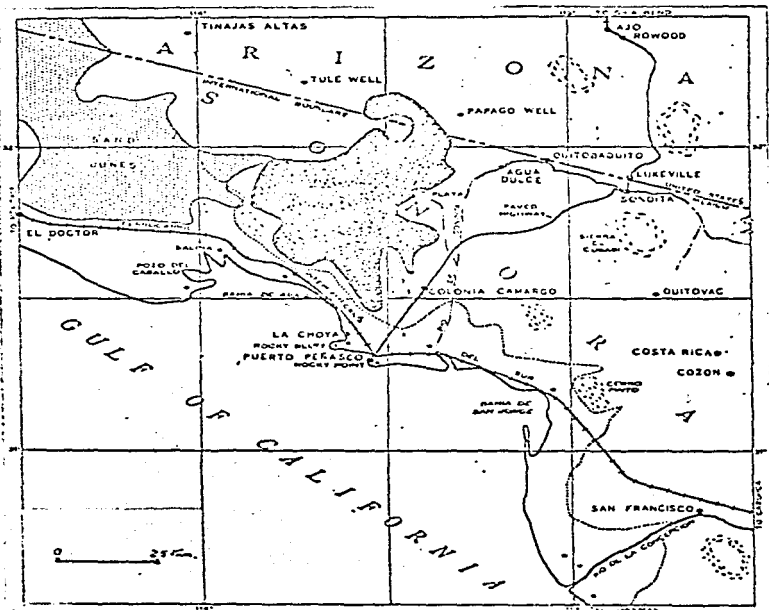
En el desierto de Sonora, en el que se ha instaurado la vegetación xerófila, predominan las dunas estabilizadas, fijadas parcialmente por la vegetación.

Siguiendo el recorrido por la bahía, hacia el sur, se localiza la punta Choya, de 124 m. de altura en donde afloran rocas volcánicas del cuaternario así como metamórficas del mesozoico. Este macizo ha sido testigo de las migraciones del litoral, como resultado de las transgresiones y regresiones marinas ocurridas durante el cuaternario; las terrazas marinas que ahí aparecen, se formaron por la erosión del oleaje en los antiguos niveles del mar.

En los escarpados riscos de la costa rocosa de punta Choya, Ronald L. Ives (1) ha estudiado estas terrazas. La primera se localiza a una altura de 25 metros y la segunda a 38 metros sobre el nivel del mar actual. Ives, valiéndose de índices paleontológicos, ha trazado, aproximadamente, la línea de costa de la última transgresión, localizada en las cercanías del litoral del desierto de Sonora (ver carta No. 5). Más tarde Curry, Jr. (2) marca, de modo aproximado, la línea de costa existente durante el Pleistoceno superior, sobre la isobata de -117 m., sobre la plataforma continental, en la porción norte del Col-

1) Ives, Ronald L. High Sea Levels of the Sonora Shore, en American Journal of Science, vol. 239, March 1951, pp. 215-223.

2) Curry Joseph, Late Quaternary Sea Levels: a Discussion en Geology Society of American Bulletin, vol. 72, November 1951, pp. 1707-1712.



Mapa No. 5 de la costa de Sonora y áreas adyacentes, mostrando de modo aproximado, con línea punteada, la línea de costa de la última transgresión. Mapa tomado de Ives, R.L. American Journal of Science, 1951.

fo de California.

Entre punta Choya y punta Peñasco la costa se interna formando una pequeña bahía abierta, con playas arenosas, y con la trascosta cubierta de arbustos. En punta Peñasco afloran rocas basálticas que, indudablemente, se encuentran vinculadas al volcanismo cuaternario del Pinacate. Esta punta, junto con punta Choya forman la costa rocosa del litoral de los desiertos de Altar y Sonora.

A partir de punta Peñasco la costa se dirige hacia el este y, después, gradualmente cambia de dirección hacia el sur, formando una bahía abierta conocida con el nombre de bahía San Jorge. En el norte de la bahía se encuentran marismas, pero, en general, predominan las playas bajas y arenosas. En el extremo sur se localiza uno de los mayores cordones litorales que se conocen en las costas del Pacífico Mexicano. Este cordón consiste en una barra fija de más de 15 km. de longitud, paralelo a la costa, en cuyo extremo norte se desarrollan numerosas flechas litorales, en forma de gancho, que crecen más cada día. Al sur de la bahía de San Jorge se localiza la llanura fluvial del río Concepción (ver carta de perfiles), cuyas aguas se pierden en las oronas del desierto. Solamente en el período de lluvias el río desemboca en el Golfo de California.

### 3. SIERRAS LITORALES DE SONORA

Esta unidad comprende la cordillera del Estado de Sonora, localizada desde cabo Tepoca, al norte (a 30 km. al sur de la desembocadura del río Concepción), hasta las cercanías de puerto Kino, con una extensión de 255 km. El litoral se encuentra inexplorado casi en su totalidad, por lo que esta descripción está basada, en buena parte, en datos escasos y aislados; por este motivo no es posible hacer interpretaciones detalladas.

La costa tiene una estructura esencialmente longitudinal formada por una serie de sierras paralelas al litoral (ver serie de perfiles). La cordillera de la costa está formada principalmente por rocas ígneas intrusivas, tales como granitos, granodioritas y pórfidos riolíticos del mesozoico; se incluyen, además, rocas metamórficas asociadas y rocas volcánicas del terciario superior.

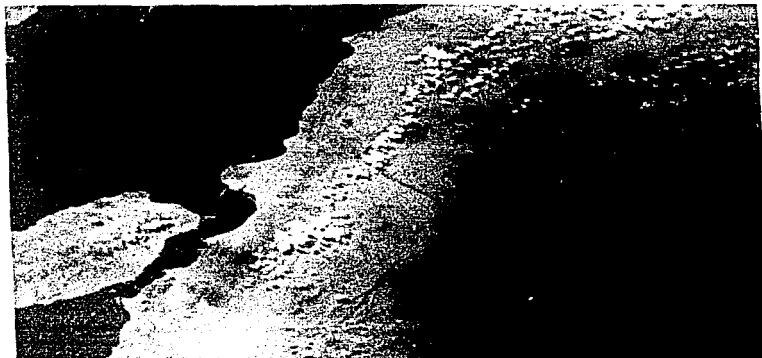


Foto No. 2. Vista del litoral, en la que se puede apreciar la cordillera de la costa, fotografía tomada de la serie Anolo.

La costa rocosa que se forma al pie de la vertiente occidental de la cordillera de la costa, está constituida de acantilados bajos que alternan con bahías de playas arenosas.

A lo largo de la costa se extienden cantiles y roqueríos aislados de rocas graníticas que presentan amplias diaclasas que conducen a la separación de bloques, por la excavación y penetración del agua ayudadas por la compresión del aire que queda confinado en los estrechos o juntas y que acaban por resquebrajar y desmoronar la roca; las diaclasas se comportan como zonas de debilidad, dando lugar al rápido agrandamiento de dichas aberturas, por lo que el frente del acantilado se vuelve profundamente dentado.

Las playas y barras arenosas son alimentadas, al parecer, por la gran cantidad de abanicos aluviales que bajan de la vertiente de las sierras y por el río San Ignacio que es el único que desemboca en el golfo en esta parte de la costa. La amplitud de marea varía entre 2 y 3 metros, pero sus corrientes de flujo y reflujo son las más importantes, porque constituyen el más sobresaliente mecanismo de transporte de sedimentos.

El canal del Infiernillo, que separa isla Tiburón de la tierra firme, se encuentra sujeto a continuos cambios en la morfología submarina, debido a que su fondo somero está lleno de bajos y salientes arenosos que se modifican constantemente por las fuertes corrientes de marea que remodelan su configuración; por esto el canal del Infiernillo, según informan pescadores y patronos de barcos, es inseguro para la navegación, excepto para buques de muy poco calado.

Es probable que las corrientes de marea sean factor predominante de las acciones marinas sobre el litoral; sin embargo, no es posible hacer interpretaciones correctas hasta no contar con un estudio más detallado.

#### 4. LITORAL DE LA LLANURA DE SAN JUAN BAUTISTA

El litoral de la llanura de San Juan Bautista se extiende 65 km, desde la laguna de la Cruz al norte, hasta el sur, en la laguna de Testiote (ver foto No. 3).



Foto No. 3. En primer término el distrito de riego de la costa de Hemosillo, sobre los llanos de San Juan Bautista, al fondo la isla Tiburón.

El litoral está formado de playas arenosas, producto de los materiales arrojados por el río Sonora. Este río ocupa el tercer lugar del Estado, en cuanto a su extensión de cuenca y la magnitud de sus aportaciones que se almacenan y regularizan en la presa Abelardo Rodríguez, hasta la cual la cuenca tiene una superficie de captación de 41 900 km<sup>2</sup>.

Aguas abajo de la presa el río escurre por zonas planas, su perfil longitudinal es de pendiente muy suave (1.2 m. por km.), por consiguiente, en este último tramo el curso del río es indefinido, divaga y se pierde constantemente, y antes de llegar a la costa los escasos volúmenes que escurren, generalmente se infiltran en las zonas arenosas; por ejemplo, hace menos de 12 años el río desembocaba en la laguna de La Cruz, es decir, 63 km al norte de su actual desembocadura, en el estero Testiote, a donde sólo llega agua en casos de crecientes extraordinarias, y porque, además, normalmente, su escurrimiento se encuentra totalmente aprovechado por el distrito de riego de Hemosillo.

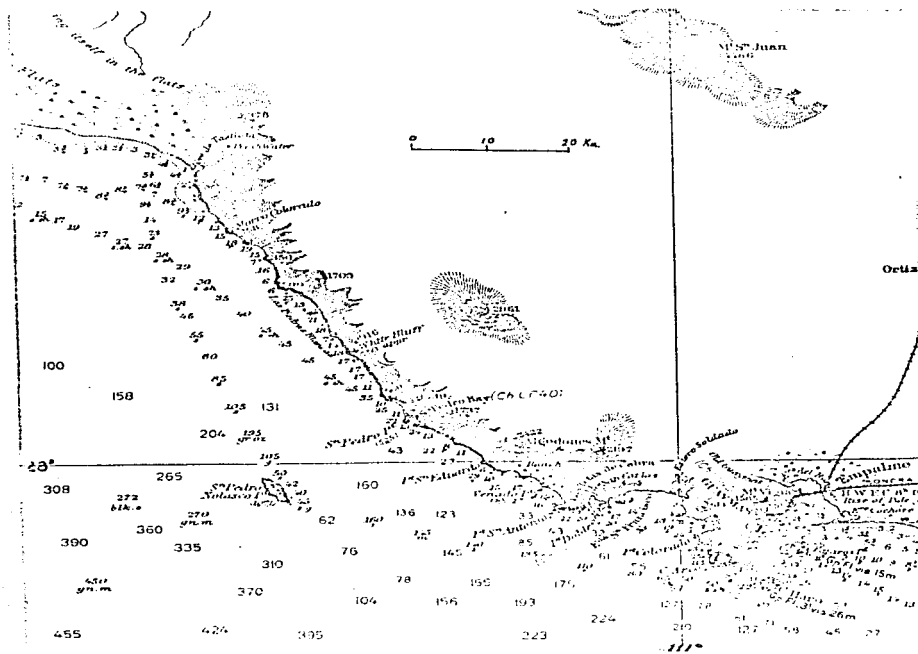


La costa limita al norte con la laguna de La Cruz; esta albufera de 3 310 hectáreas de superficie es muy importante desde el punto fitogeográfico, porque marca el límite natural de la distribución del manglar, a los 28°45' de latitud norte. El manglar se distribuye en franjas angostas alrededor de la laguna, en aguas someras, pero no aparece en la llanura de intermareas ni más allá, es decir, se trata de Rhizophora mangle (mangle rojo). Este mangle coloniza nuevos terrenos sumergidos bajo el agua, gracias a sus raíces aéreas que aseguran la estabilidad del árbol y de los suelos simultáneamente.

Con excepción de los 6 km de costa rocosa que se localiza al suroeste de la albufera de La Cruz, el resto de la costa es bajo y arenoso. En su parte central el litoral de la llanura fluvial se proyecta al mar, fuera de la línea general de la costa, en una punta, llamada Cardonal, que en su interior contiene una marisma de 240 hectáreas de extensión; esta punta pertenece a los antiguos depósitos de las capas frontales del anterior delta del río Sonora. La superficie subacuosa de dichos depósitos deltaicos buza muy suavemente hacia el mar, formando extensas bajos. La costa de playas arenosas continúa 26 km hasta el estero de Tastiota que se abre al mar por una entrada angosta que en la pleamar sólo alcanza 0.80 m. de agua. El estero, que se extiende hacia el interior en dirección norte por más de 2 km, tiene una superficie de 390 hectáreas.

## 5. COSTA ROCOSA DE SAN CARLOS Y GUAYMAS

El litoral de San Carlos y Guaymas se extiende desde el estero de Testioto al norte hasta la bahía del puerto de Guaymas al sur, cubre aproximadamente 75 km de largo.



Mapa No. 6. Tomado de la carta hidrográfica No. 0620 de la Oficina Hidrográfica de Washington, D.C.

El litoral está constituido de rocas volcánicas, del terciario superior; sin embargo incluye algunos afloramientos intrusivos graníticos. La costa es acantilada y rocosa, alta y estéril y casi totalmente inaccesible por tierra y por mar, de aquí que se le conozca en forma bastante vaga. En general, la costa se caracteriza por su contorno irregular, rugoso y dentado con entrantes y salientes muy pronunciados.

A partir del estero Tastiota la costa se caracteriza por acantilados de 15 a 23 metros de altura, con numerosos roqueríos en el estrán. En esta forma la costa continúa hasta el morro Colorado, notable peñasco de color rojizo de 231 m. de altura (ver mapa No. 6).

De morro Colorado a bahía de San Pedro (ver mapa No. 6) la costa se extiende por más de 30 kms. El borde litoral es alto, donde alternan acantilados de 90 a 150 metros de altura y pequeñas playas de arena gruesa y guijarrosa, producto de la acumulación del material alterado que baja de los interfluvios por medio de numerosas abanicos aluviales. La pequeña bahía de San Pedro es uno de los pocos fondeaderos seguros de la costa, ya que proporciona abrigo de los vientos entre El V. N. V., y el S. E. La entrada de la bahía tiene una profundidad que varía entre 9 y 14 metros y dentro de ella predominan fondos con profundidades de 7.30 a 10.50 metros, que decrecen de manera gradual hasta la playa. Desde esta bahía hasta Punta Eduardo el litoral conserva las características ya mencionadas.

Entre punta Eduardo y punta San Antonio (ver mapa No. 6) la costa es baja y generalmente arenosa, formando tres bahías abiertas al mar hacia suroeste. A lo largo de esta parte de la costa el fondo cerca de la playa es muy profundo; a menos de un kilómetro del litoral, con el eco-sonda se registran unos 50 metros de profundidad que aumentan a más de 190 a solamente 6.5 kilómetros de la costa (ver carta de sonidos).

A partir de punta San Antonio la costa adquiere una topografía dentada formando salientes y entrantes perpendiculares o casi perpendiculares a la traza general del litoral, que la identifican, en este caso, como costa de estructura transversal, probablemente provocada por fallas perpendiculares a la línea litoral (ver foto No. 4). En una de estas entrantes se localiza la pequeña bahía cerrada del puerto de San Carlos, que ofrece un excelente fondeadero con abrigo perfecto para buques pequeños; la entrada tiene solamente 130 m. en su parte más angosta y las profundidades varían entre 7.30 y 14.50 mts. La bahía en sí tiene 1 200 m. de longitud y 920 m. de ancho y la profundidad del agua disminuye

gradualmente hacia la cabecera de la bahía. El sustrato del fondo es firme y, por lo tanto, se infiere que no tiene problemas de sedimentación rápida por acarreo de azolves.

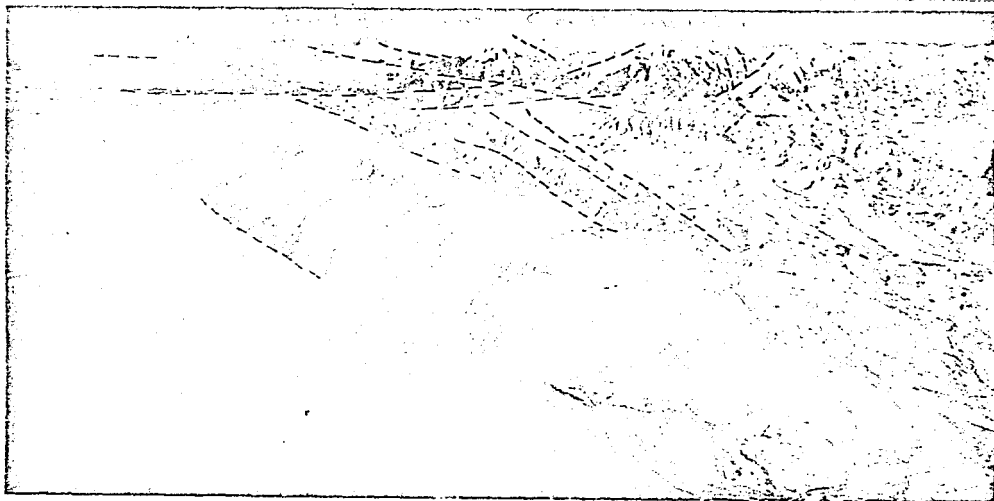


Foto No. 4. Imagen parcial de la costa rocosa de San Carlos y Guaymas; sobre la porción continental se muestran con línea discontinua las fallas inferidas.

Al oriente y a un kilómetro de la Bahía de San Carlos, se encuentran las hermosas grutas marinas de San Vicente, que se localizan en la punta de Cuevas. Esta es un largo y angosto cantil de 926 m. de longitud. A partir de esta punta la costa se enfila con dirección norte, formando una amplia bahía de playas bajas y arenosas cuyo límite oriental es el cuello volcánico de doble pico llamado cerro Bocochibampo de 500 m. de altura.

Punta Colorada es el límite norte de la costa rocosa de la península de Guaymas (ver Mapa No. 6) y consiste en un tómbolo, es decir, un islote rocoso de 18 m. de altura unido a tierra firme por una angosta y baja faja de arena. Desde este paraje el litoral toma

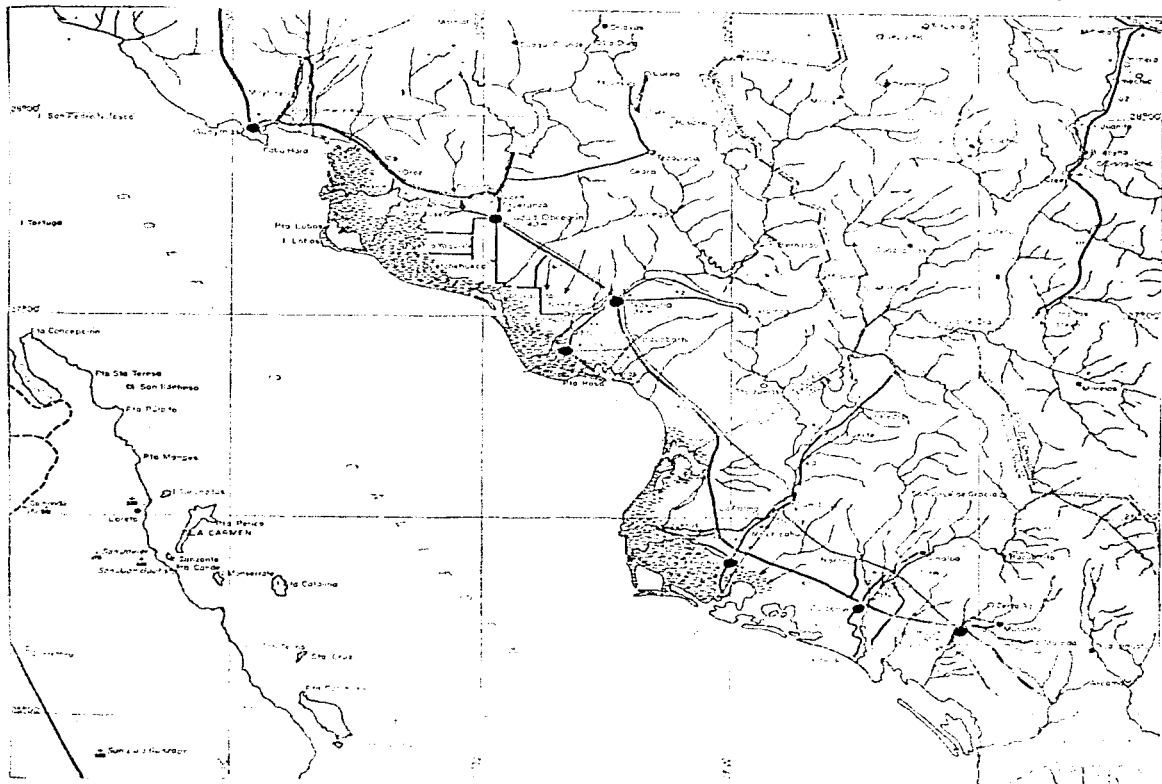
una dirección hacia el sureste y la costa sigue conservando una configuración muy irregular con cantiles escarpados de los cuales los más notables son: Cabo Arco, de 262 metros, Cabo Haro de 89 m. de altura, Punta Rafael y Punta Mezquite hasta terminar en la Bahía de Guaymas.



Foto No. 5. Vista aérea de la península rocosa de Guaymas y zonas circunvecinas.

## 6. COMPLEJO DELTAICO DE LOS RÍOS YAQUI, MAYO Y FUERTE.

Los deltas de los ríos Yaqui, Mayo y Fuerte se ubican en la porción central del litoral de la planicie costera del noroeste de la República Mexicana (ver mapa No. 7)



Mapa No. 7. Los deltas Yaqui, Mayo y Fuerte.

Las acumulaciones deltaicas están formadas por materiales de las llanuras aluviales, de las dunas litorales y por bermas de antiguas líneas de playa originadas en el pleistoceno o reciente.

Aunque en el pasado fueron deltas muy activos, en la actualidad pueden considerarse como poco dinámicos debido a que los ríos se hallan controlados por los canales y los vasos de almacenamiento de los grandes sistemas de riego que se han construido en la región. Los sedimentos que constituyen los deltas han sido aportados por los mencionados ríos que, en su curso, erosionan rocas volcánicas terciarias, algunas rocas intrusivas y otras rocas sedimentarias del mesooceno, según la corte geológica de la República Mexicana (1968).

Las amplias llanuras fluviales de los ríos Yaqui, Mayo y Fuerte son resultado de deltas que fueron progradando rápidamente. El largo y liso talud continental sugiere que el Golfo de California está siendo rellenado, con gran rapidez, a partir del Este (ver carta de perfiles). Van Andel (1), calcula que, en conjunto, los tres ríos citados proporcionan aproximadamente el 27% del total de sedimentos del Golfo de California.

## 7. DELTA DEL YAQUI

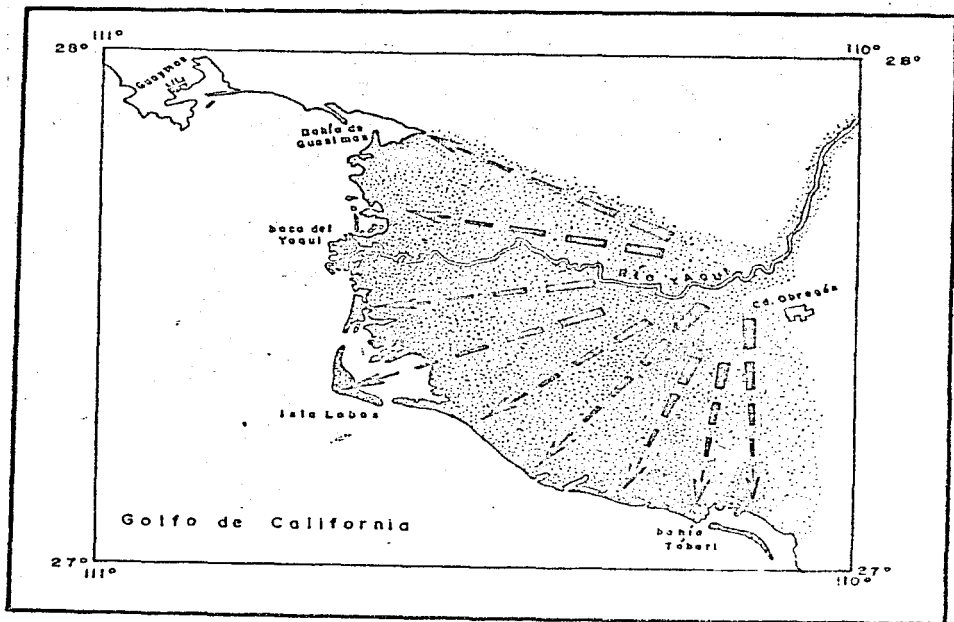
El río Yaqui es la corriente más extensa y de mayores recursos de agua en la región; en ella se sitúan los más importantes aprovechamientos hidráulicos considerados los más importantes del noroeste del país.

El litoral de la llanura deltaica del río Yaqui está formado de costas bajas de playas arenosas con numerosas barras y marismas que hacen impreciso su contorno. Los depósitos deltaicos del Yaqui se distribuyen a lo largo del litoral en una longitud aproximada de 150 kms., formando una extensa faja de sedimentos recientes; su amplia área de distribución se debe básicamente a la divagante del curso fluvial que ha invadido la llanura costera repetidas veces, descargando, así, sus aluviones que forman extensos cordones litorales y bancas de arena fuera de la desembocadura, sobre una plataforma submarina poco profunda. Estos cursos de agua disecaron la llanura fluvial anegándola en su totalidad con sus cauces y brazos frecuentemente cambiantes. Los cursos se disponen radialmente sobre la llanura a partir de un punto central; este punto común es el valle del río Yaqui del cual las corrientes, por transferencia lateral de sus cursos, derivan hacia los flancos del delta (ver Mapa No. 5) por medio de una red de distributarias de configuración desordenada.

El delta del Yaqui limita al norte con la amplia bahía de Cuésimas, que es poco profunda pues tiene aproximadamente 50 cm. de profundidad media y cuyo fondo arenoso se encuentra disecado por una intrincada red de canales de marea, poco profundos, en los que destaca el canal principal, de mayor profundidad (2 a 3 metros).

En esta parte de la costa las mareas alcanzan aproximadamente un promedio de 0.34 m. en el nivel de pleamar media y -0.46 m. en el nivel de la bajamar media. Es de mencionarse el hecho de que la bajamar deja al descubierto numerosas y extensas bajas arenosas.





Mapa No. 6. Delta del río Yaqui. Las flechas de líneas discontinuas marcan el curso generalizado de los antiguos distributarios.

En la porción sur de la bahía y a lo largo de la llanura de intermareas se pueden observar, a pesar de la gran densidad del mangle, cuatro construcciones o depósitos deltaicos originados como consecuencia de antiguas desembocaduras fluviales del río Yaqui obliterados, en la actualidad, por el fuerte volumen de azolves.

La porción norte y oriental de la bahía está formada de playas arenosas, y por pequeños afloramientos de rocas ígneas. Hacia el poniente la bahía se comunica al mar por medio de una amplia bocana entre dos delgadas y espigadas barras arenosas que se identifican, por su geomorfología, con tómbolos y flechas litorales. Con tómbolos, porque la barra arenosa une a tierra firme, islotes rocosos de origen volcánico, con flechas litorales, por de desarrollarse éstos sobre la parte terminal de la delgada barra litoral.

Desde bahía Guásimas hasta punta Lobos, en el sur, la costa se identifica por un amplio sistema fluviomarino coincidente con la desembocadura del río Yaquí. El desarrollo de los procesos morfogenéticos dominantes en esta parte de la costa, se pueden resumir en la siguiente forma:

Cuando esta entidad fluviomarina contribuía con enormes aportes, el volumen y la energía potencial del agua corriente, así como los sedimentos, provocaron un fuerte cambio en el funcionamiento del sistema estuarino, debido a que los brazos de los diferentes distributarios de la llanura deltaica del Yaquí se prolongaron sobre el mar, muy afuera de la traza general de la costa, alargándose en cientos de metros, y aun kilómetros, en forma de albardones o diques naturales, de tal modo que, al internarse en el mar, se perdía o disminuía su energía y, por ende, su capacidad y competencia; en tales circunstancias los brazos fueron abandonando gran cantidad de sedimentos terrígenos sobre fondos muy someros. En consecuencia, la desembocadura de los diferentes distributarios variaba por el rápido crecimiento y ascenso del volumen de sedimentos depositados en el somero fondo de la boca. Mientras estas acumulaciones formaban construcciones o bancos de material terrígeno de frente semicircular, semejante a la morfología de las capas frontales de un delta, estos mismos depósitos crearon acumulaciones laterales paralelas a la línea de costa, formando barras o cordones litorales modelados por la fuerza y dirección del oleaje y las corrientes litorales.

Posteriormente, los techos de los diferentes distributarios acabaron por obliterar sus cauces como consecuencia del relleno de terrígenos. En el momento que los bancos de arena terminaron obstruyendo sus desembocaduras, los brazos albardonados y abandonados se trasladaron a un nuevo cauce con un perfil longitudinal de mayor pendiente que facilitó a las aguas reconocer de nuevo el nivel de base (nivel del mar). En efecto, el nuevo cauce así iniciado es más profundo que el antiguo curso, y, de esta manera, el nuevo lecho crea un camino más fácil hacia el mar.

Los brazos abandonados pueden seguir funcionando moderadamente en la época de crecidas, aunque guarden ya una posición muy avanzada en el proceso de rellenamiento. Los bancos de arena que obstruyen las desembocaduras son remodelados por la acción del oleaje y de las corrientes de marea, así que el material terrígeno es ahora retroalimentado por la acción del mar exclusivamente. Este material es movilizado por transferencia lateral, alimentando con nuevos sedimentos a barras, playas y flechas litorales que se establecen paralelamente a la línea de costa, en el sentido de las corrientes de deriva litoral. En consecuencia, el litoral de la llanura deltaica se va invadido por una rápida y constante fuente de sedimentos que en forma acelerada va cerrando y rellenando esteros, lagunas y marismas. Hoy en día esta serie de procesos se desarrollan, fiel y activamente, sobre la actual desembocadura del río Yaqui.



Foto No. 1. Boca (rinal) del río Yaqui mostrando su hecho abandonado intramundoso por efecto. Al pie de la foto obsérvese la barra arenosa recientemente formada.

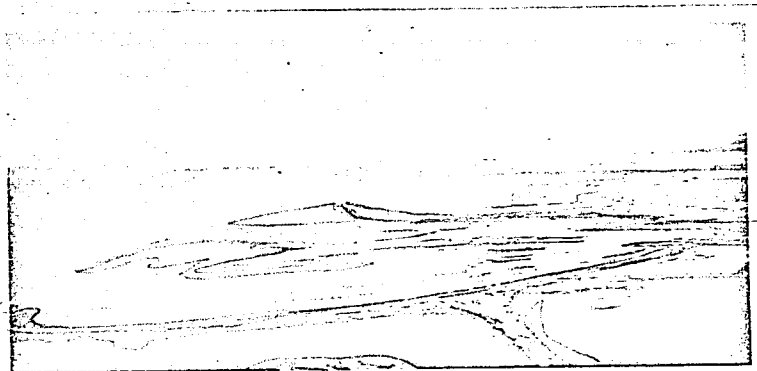


Foto No. 7. Vista parcial del actual delta del río Yaqui mostrando en primer plano un brazo con sus diques naturales.

La rápida depositación de sedimentos se ve ayudada por la invasión del manglar que contribuye, en buena medida, a la retención de materiales. El mangle como precursor, colonizador y formador de terrenos, va conquistando el medio marino al irse estableciendo en los esteros, llanuras de intermareas y en la periferia de lagunas costeras.

El mangel constituye comunidades arbóreas perennifolias que viven arraigadas en lugares pantanosos e inundables por aguas dulces y salobres poco profundas. En esta parte de la costa se identifican, asociadas, las siguientes especies: "mangle rojo" Rizophora mangle y "mangle blanco", Laguncularia racemosa. Esta asociación se caracteriza por la abundante proliferación de sus raíces adventicias y por poseer troncos y ramas bajas que forman una espesura en donde queda retenido mucho material detrítico que al nivel de mareas y bajo la acción de éstas, proporciona sustrato a una notable cantidad de organismos.

Los sedimentos, desperdicios, arena y fango, etc., que se van acumulando, contribuyen a que el fondo submarino adyacente se vaya elevando a niveles terrestres, con la consecuente extensión de la línea de costa.

A partir de punta Lobos, que se localiza en la extremidad noroeste de la isla del mismo nombre, la costa cambia sensiblemente de rumbo, proyectándose hacia el sureste en una extensión de 73 km, en donde sigue siendo baja y arenosa, cubierta por dunas litorales. Esta monotona del paisaje se ve interrumpida por las esteros de Corbata, Corca y San José; hay que hacer notar la existencia de otras esteros que han dejado de funcionar como tales porque sus bocas están cegadas por barreras arenosas, aunque su circulación con el mar se renueva esporádicamente como consecuencia de la ruptura de sus barras provocada por temporales y ciclones.

Los actuales esteros han subsistido gracias a que en el pasado formaban parte de los principales brazos del delta; su existencia se debe en parte a su propia morfología, toda vez que las bermas y cordones litorales de arenas semiconsolidadas actúan como barreras que retienen el agua de tal modo, que ésta reconoce las depresiones dejadas por las fomas mencionadas. Otro factor que favorece al sostenimiento de estos depósitos son los escurrimientos provenientes de los drenes construidos en el distrito de riego del río Yaqui, flujos que desembocan en estos cuerpos de agua.

El litoral de la llanura aluvial del delta del río Yaqui limita al sur con la bahía de Tóbari, sobre el arroyo de Cocoraqui que proviene del noreste, de la sierra Bayareca. Este arroyo marca la actual frontera natural entre los depósitos deltaicos del río Yaqui y los aluviales del río Mayo.

## 8. DELTA DEL MAYO.

El litoral de la llanura deltaica del río Mayo queda delimitada por la bahía de Tóbari, en el norte, y por la laguna litoral de Yavaros en el sur; su longitud es de 140 Kms. La llanura deltaica está ocupada, en gran parte, por el importante distrito agrícola del mencionado río. El delta, prácticamente, está formado por depósitos de aluvión y acumulaciones de antiguas playas del pleistoceno y reciente, además por dunas litorales.

Su costa es baja, con playas arenosas, y en su borde sur contiene albuferas, esteros y marismas de extensión considerable; en cambio, en su parte noroeste predominan las playas arenosas. Solamente dos esteros son dignos de mención, el Aquitropo y el Rífo que fueron antiguos estuarios del río Mayo. En las áreas adyacentes a estos dos cuerpos de agua se observan todavía algunos techos y meandros abandonados, inundados. Sobre la llanura deltaica persisten rastros de meandros divagantes que han dejado a su paso los distributarios y los brazos deltaicos del río Mayo, que actualmente han derivado hacia el borde sur, razón por la cual el borde noroccidental se encuentra totalmente inactivo en su desarrollo.

A partir de la boca del Mayo, hasta la laguna litoral de Yavaros, la llanura deltaica contiene una importante serie de cuerpos de agua que se identifican como esteros, marismas, llanuras de inundación y lagunas litorales muy sencillas, que fueron rápidamente rellenas de sedimentos y formadas durante la evolución del delta, y cerradas al mar como resultado del transporte litoral de sedimentos. Actualmente esto depósitos se comunican entre sí por medio de esteros y llanuras de inundación. Un factor que ha evitado su deseparación es que su principal fuente de abastecimiento la forman los ascurrencientos provenientes de los drenes del distrito de riego que vierten sus aguas en estos sistemas, pero que modifican sus condiciones ecológicas. En efecto, el agua de los drenes se encuentra contaminada por contener residuos de fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas, cuyos elementos se disuelven en las aguas que se dirigen hacia los esteros y marismas, en donde afectan

seralmente la fauna acuática.

La única laguna litoral que comunica directamente con el mar es la de Yavaros; la comunicación se realiza a través de una boca amplia formada entre dos barreras arenosas bien desarrolladas. La laguna es somera, con una profundidad media de 2 metros y presenta las siguientes características batimétricas:

Un canal principal de entrada, próximo a punta Lobera con profundidades hasta de 10 metros (ver Mapa No. 9) que se desarrolla hacia el noroeste, hasta el puerto de Yavaros, donde alcanza 6 metros de profundidad. Más adelante el canal se orienta hacia el N N V, dividiéndose en diversos y pequeños canales de marea que actualmente se rellenan con sedimentos provenientes de los drenes del distrito de riesgo.

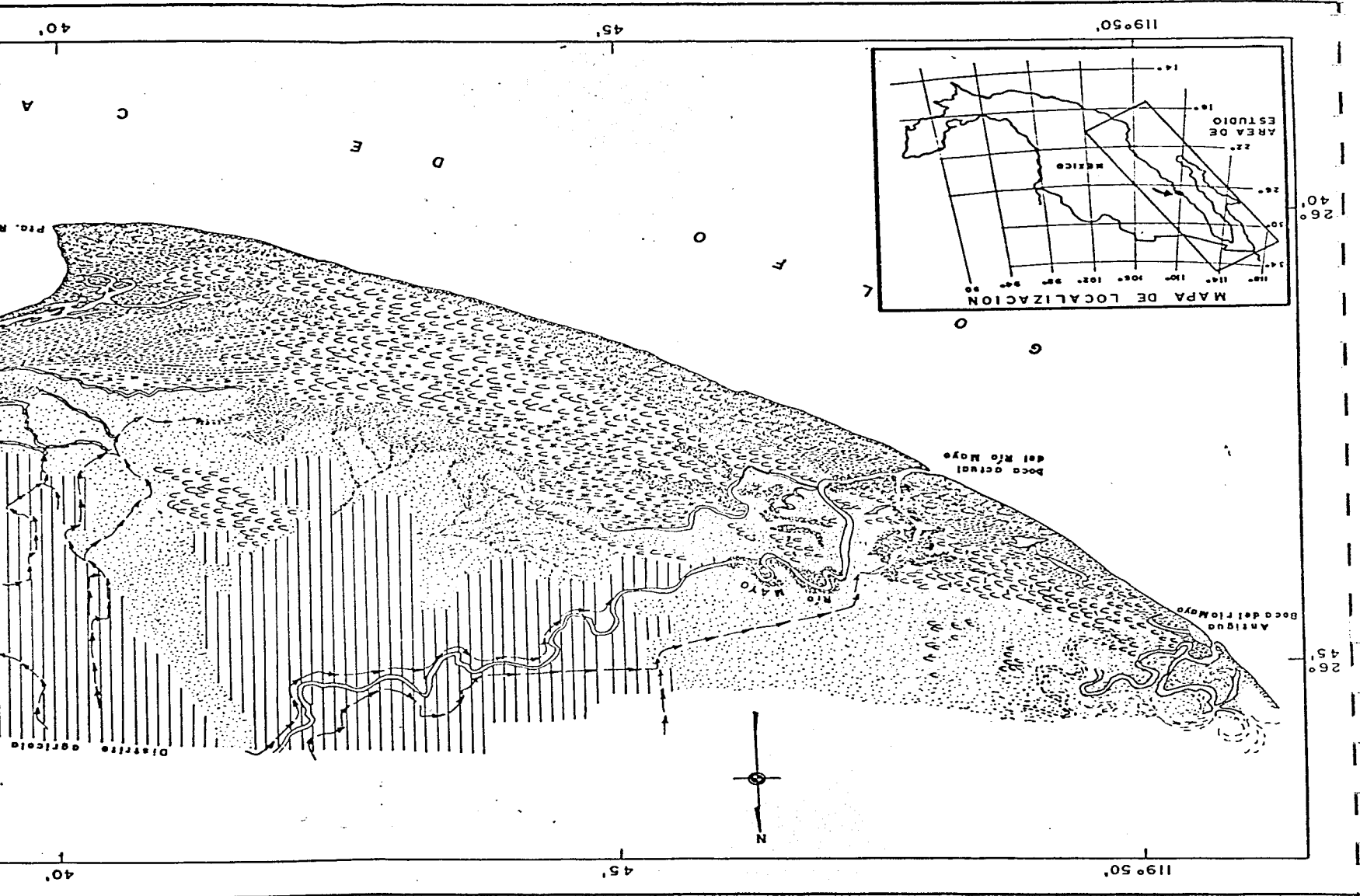
Un canal secundario que se desarrolla paralelamente a la barra de Yavaritos (ver Mapa No. 9) y que en su curso tiene dos canales paralelos entre sí, perpendiculares al canal secundario; el primero, con una profundidad de 4 m, se separa del secundario frente a punta Yavaritos, dirigiéndose hacia el norte, y el segundo, también de profundidad de 4 m, se dirige al noreste de la laguna.

La morfología costera es esencialmente de playas bajas arenosas, pero a partir de la cresta de playa hasta la traseosta, a todo lo largo del flanco oriental deltaico se desarrollan ampliamente las dunas litorales activas, excepto en las barreras arenosas de la laguna de Yavaros, en donde disminuyen notablemente, indicando una disminución en el aporte de material arenoso disponible. En esta parte el área de dunas activas se va reduciendo; incluso al este de barra Yavaritos empieza un área que se está degradando por la erosión de las corrientes litorales, lo que se traduce en ausencia de playa bien marcada y por una ruptura de pendiente a manera cantil. Esta situación continúa varios kilómetros hacia el sureste, hasta llegar a la región en la que empieza a notarse la influencia del delta del río Huerto, en las proximidades de la Bahía de Agiabampo.

La morfología y la alineación de todas las dunas indican que el transporte eólico predominante proviene de los vientos dominantes del cuadrante oeste.

La acumulación de dunas estabilizadas se encuentra ampliamente distribuida, pero existe predominio hacia la porción occidental del flanco oriental deltaico (ver mapa No.9)

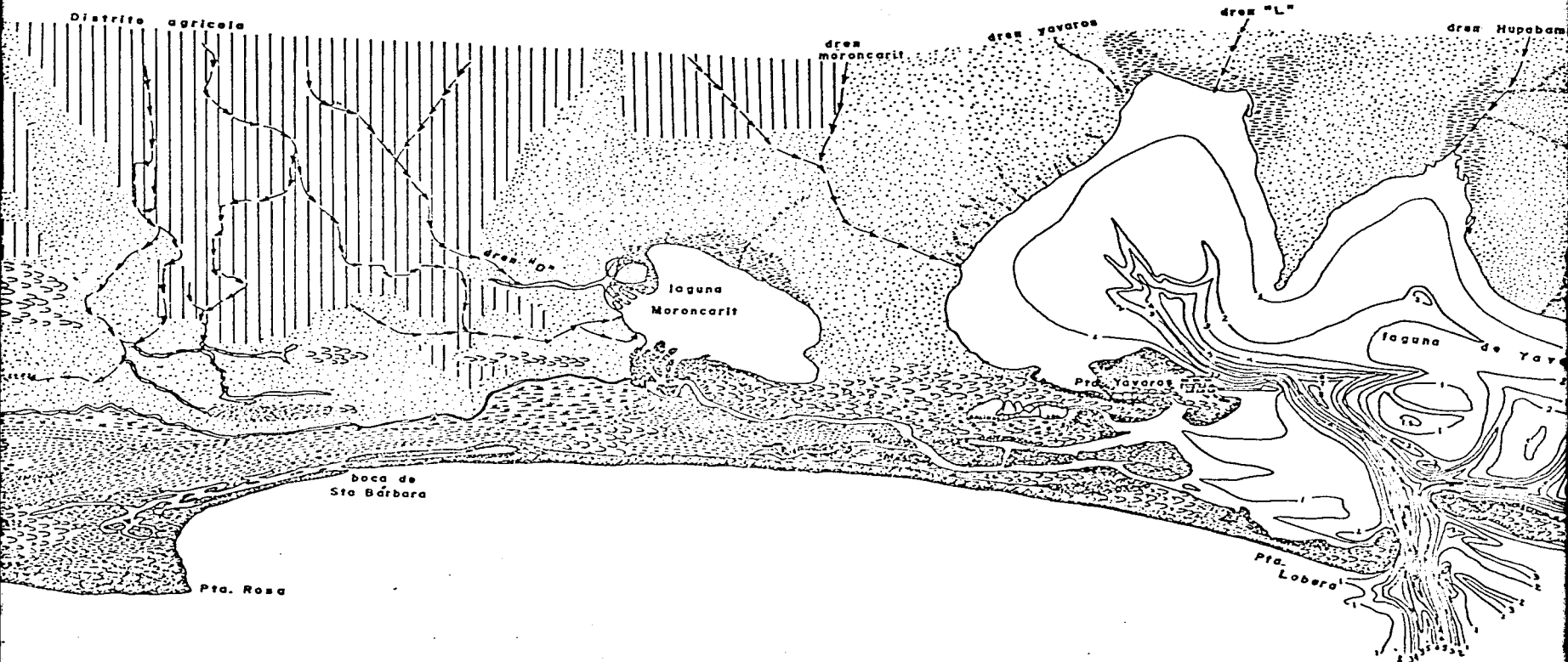




40'

35'

30'

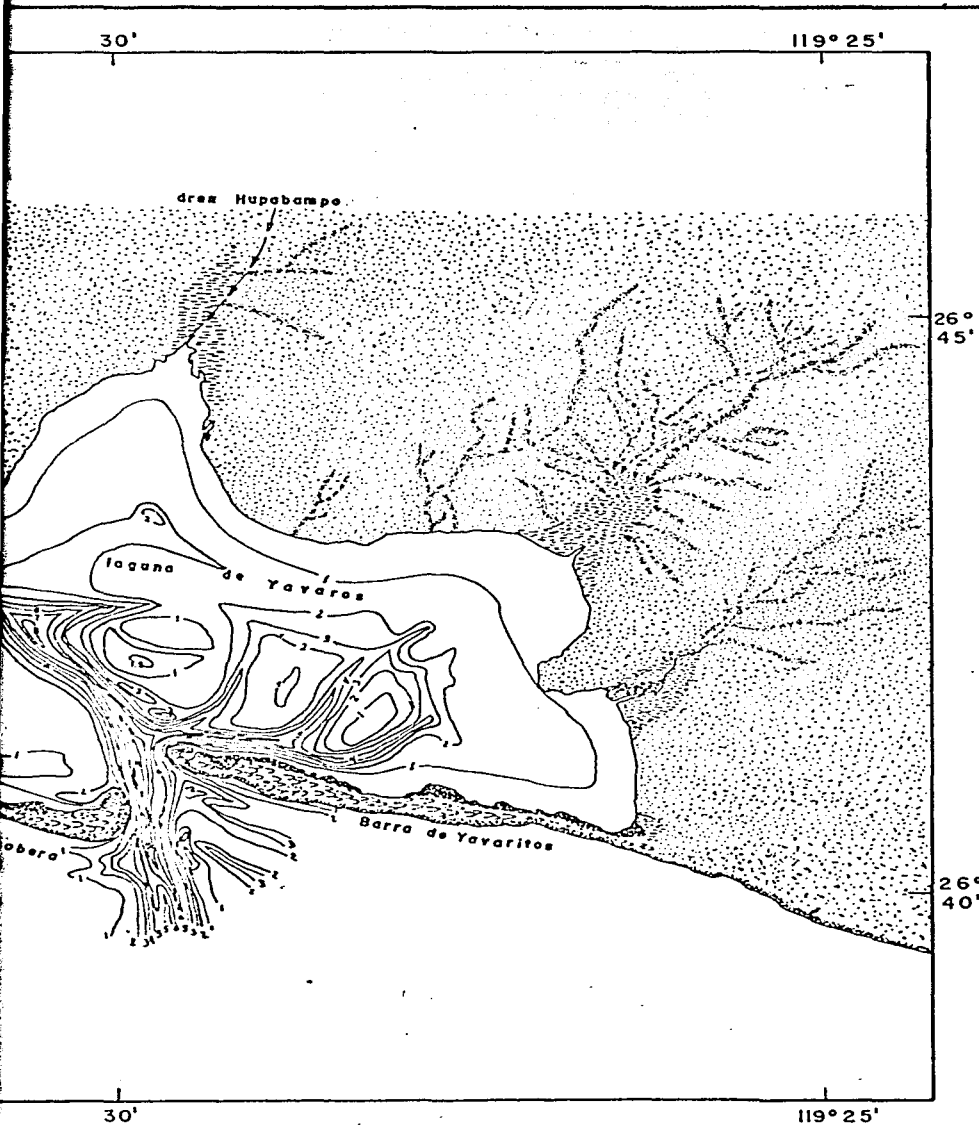


C A L I F O R N I A

40'

35'

30'



## EXPLICACION

	Playa Arenosa		Bermas
	Dunas Activas		Dunas estabilizadas
	Llanura de Inundación		Marismas
	Mangle		Lecho Fluvial
	Meandros abandonados		Arroyos
	Llanura Aluvial		Areas de cultivos
		Dren	

NOTA: Isobatas en metros, referidas al nivel medio del mar.  
Batimetría Proporcionada por la sección de Geología Marina del Instituto de Geología de la UNAM.



Escala Grafica

Proyección Transversal de Mercator

Contribucion al conocimiento del litoral de la llanura Costera del Noroeste de México.

Mario Arturo Ortiz Perez

1973

MAPA No. 9

## 9. DELTA DEL FUERTE.

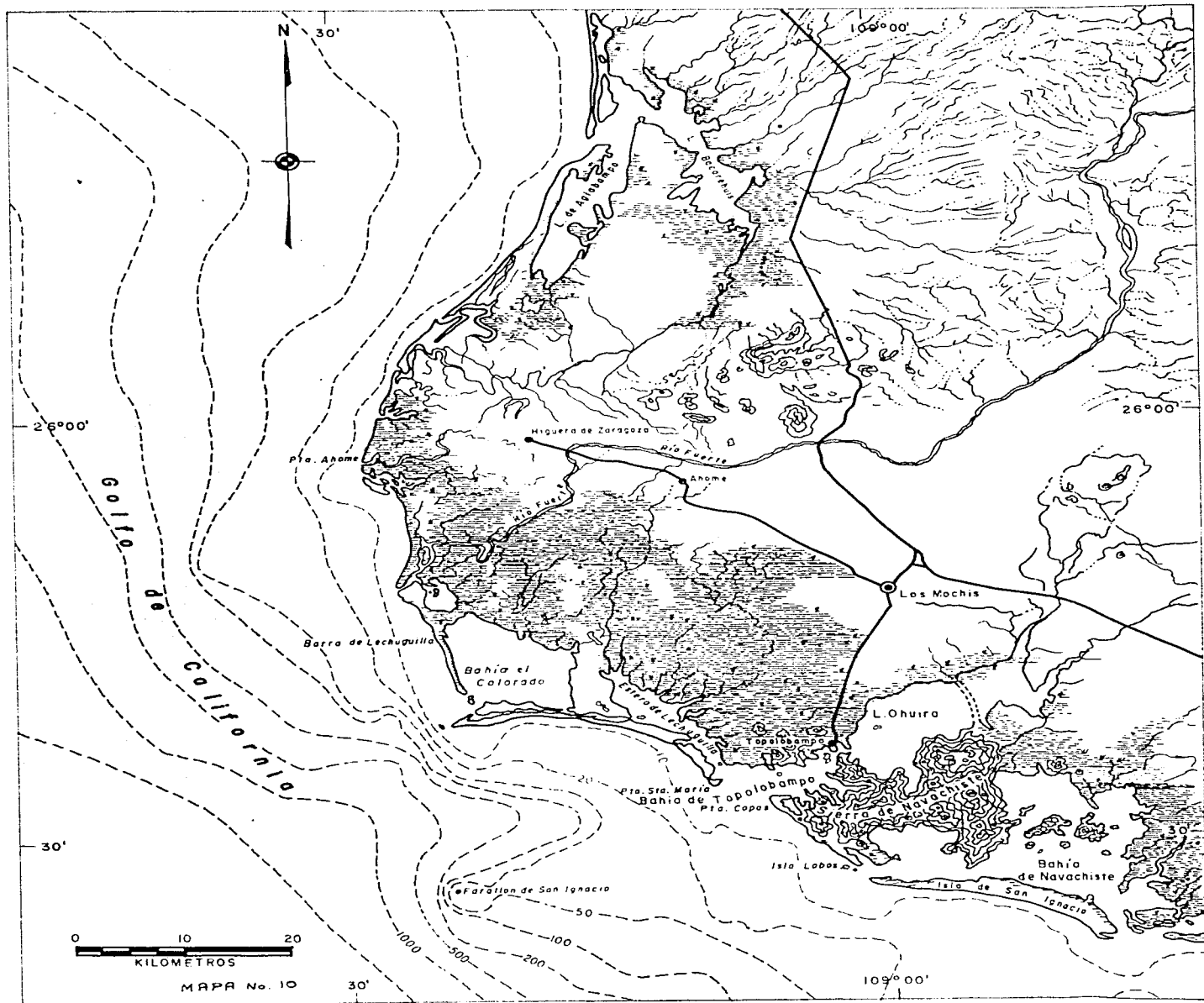
El delta del río Fuerte, que se localiza en la costa sur del Estado de Sonora y al noroeste del Estado de Sinaloa, y delimita al norte con la laguna litoral de Agiabampo y al sureste por la bahía de Topolobampo y de Chuirá, tiene una línea costera con una longitud de 147 kilómetros. El delta se formó como resultado de los ecarreos del río Fuerte que drena una superficie de 34 640 kilómetros cuadrados y tiene un escurrimiento medio anual de 5 933 millones de metros cúbicos.

Descripción del litoral.- A partir de su límite norte se desarrolla un amplio sistema lagunar de 135 km<sup>2</sup>, conocido como región de Agiabampo. Este sistema es parte integrante del complejo deltaico del río Fuerte y en él se distinguen las siguientes unidades:

Laguna de Agiabampo y Bacorehúis.- Es una laguna litoral, de configuración irregular, formada por un cuerpo principal y por dos ramales. El primero, que es el central y se denomina laguna de Bacorehúis, muy cerca de su boca emite dos ramales en dirección opuesta, uno hacia el sur, llamado laguna de Agiabampo y otro hacia el norte, denominado bahía de Bamocha (ver mapa No. II). La laguna se caracteriza por ser de fondos arenosos someros; sin embargo, alcanza en algunos puntos profundidades hasta de 13 metros, como en la boca de la laguna. El canal principal se orienta en dirección noreste, internándose en la laguna de Bacorehúis con una profundidad promedio de 5 metros y disminuyendo hacia el interior de la laguna. Cerca de la boca el canal principal se bifurca en canales de los cuales uno pequeño, de dos metros de profundidad, se dirige hacia la bahía de Bamocha, al norte; el otro canal, con profundidades hasta de cuatro metros, se encamina hacia la laguna de Agiabampo, en el sur. En todo el sistema lagunar, la profundidad fuera de los canales oscila entre 1 y 2 metros (ver mapa No. II).

La boca de la laguna se encuentra abierta al mar entre dos barreras arenosas bien desarrolladas: la barra situada al norte presenta playas arenosas, con una serie de lomas for

MAPA GENERAL DELTA DEL RIO FUERTE Y LA SIERRA DE NAVACHISTE



madras en el cuaternario que son testigos de transgresiones y regresiones de la fluctuante línea de costa. Hacia el borde interior de la barrera se ha establecido el mangle, que avanza hacia el interior, en particular al sureste de la llamada bahía de Bamocha en donde ha llegado a constituir bajos y, por tanto, modificado la batimetría original. La barra situada al sur, denominada Isla Partida, se extiende unos 25 kms. La barra se caracteriza por estar constituida, a barlovento, de dunas activas y de dunas estabilizadas a sotavento, entre estas dos cadenas de dunas se observan pequeñas áreas de bermas con orientaciones diversas, así como dunas desmanteladas entre zonas bajas que son humedecidas por capilaridad por mareas, o por ambas; estas formas se localizan en el extremo de la barra (ver mapa No. II).

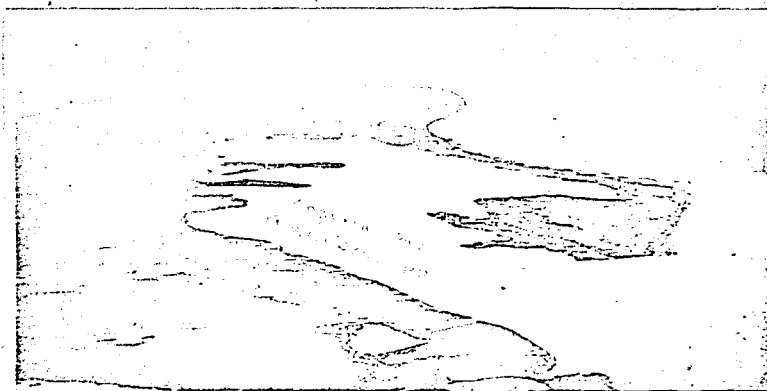


Foto No. 8. Vista aérea de la laguna de Agiobampo y la barra de Isla Partida.

El área que circunda a la laguna se caracteriza, en su mayor parte, por antiguas dunas estabilizadas, con matorral espinoso y plantas rastreras. Las dunas tienen alturas variadas que, en ocasiones, llegan a alcanzar 15 metros, y que se disponen siguiendo la orientación definida por los vientos dominantes del Oeste.

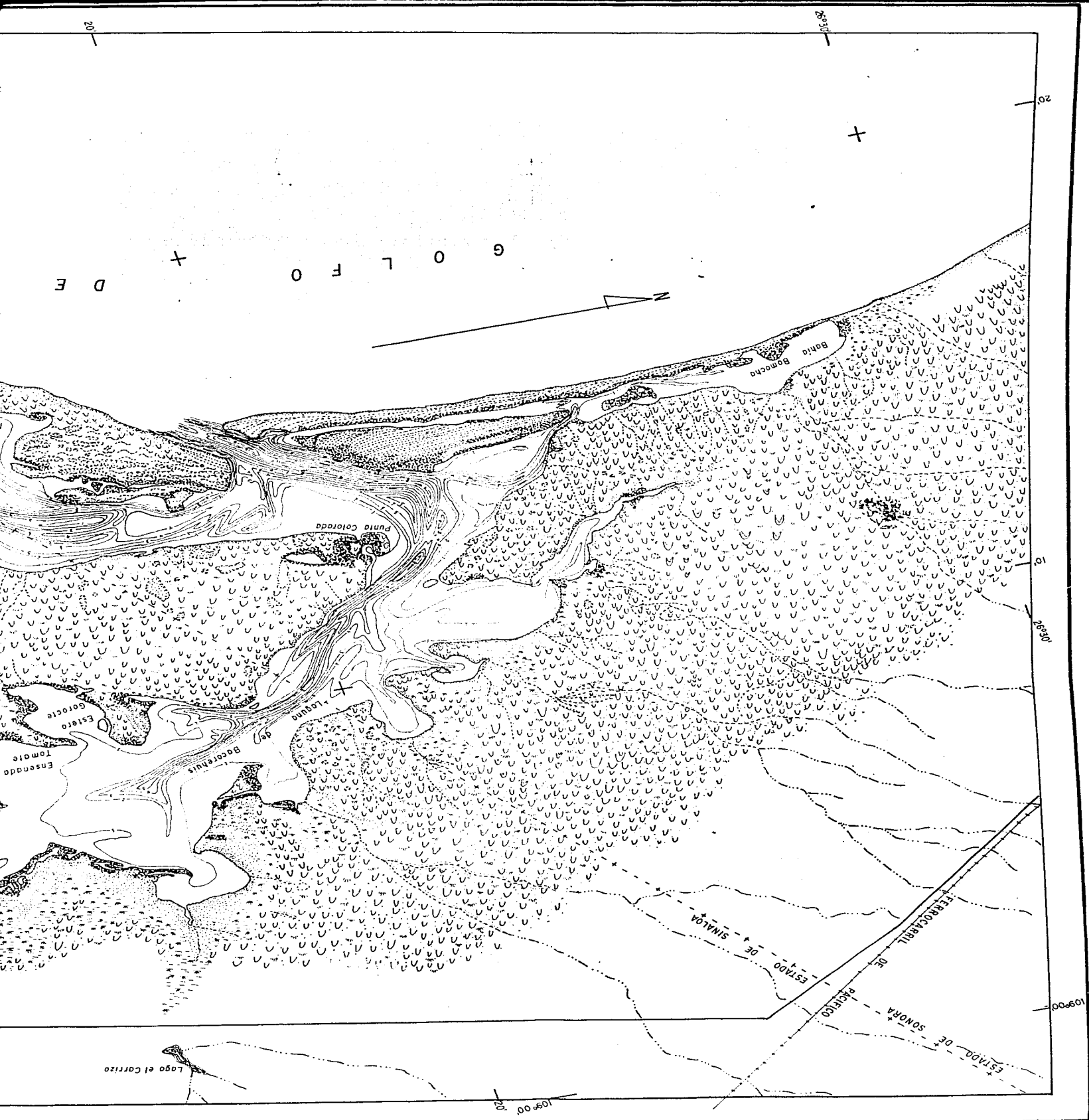
Fuera de la monotonía del paisaje de dunas estabilizadas se presentan dos rasgos

morfológicos distintivos: uno que corresponde a pequeñas áreas de dunas desmanteladas, fuertemente erosionadas por el viento en sus proclives frontales e inferiores; el otro corresponde a zonas bajas, entre dunas que se localizan cercanas a la laguna, consistentes en depresiones bajas, inundables por capilaridad, que se distingue por tener fondo plano, en el que se instala la vegetación de pastos ralos. Otras depresiones de mayor tamaño están desprovistas de vegetación, como sucede, por ejemplo, en el paraje conocido como Las Liebres (ver mapa No. II).

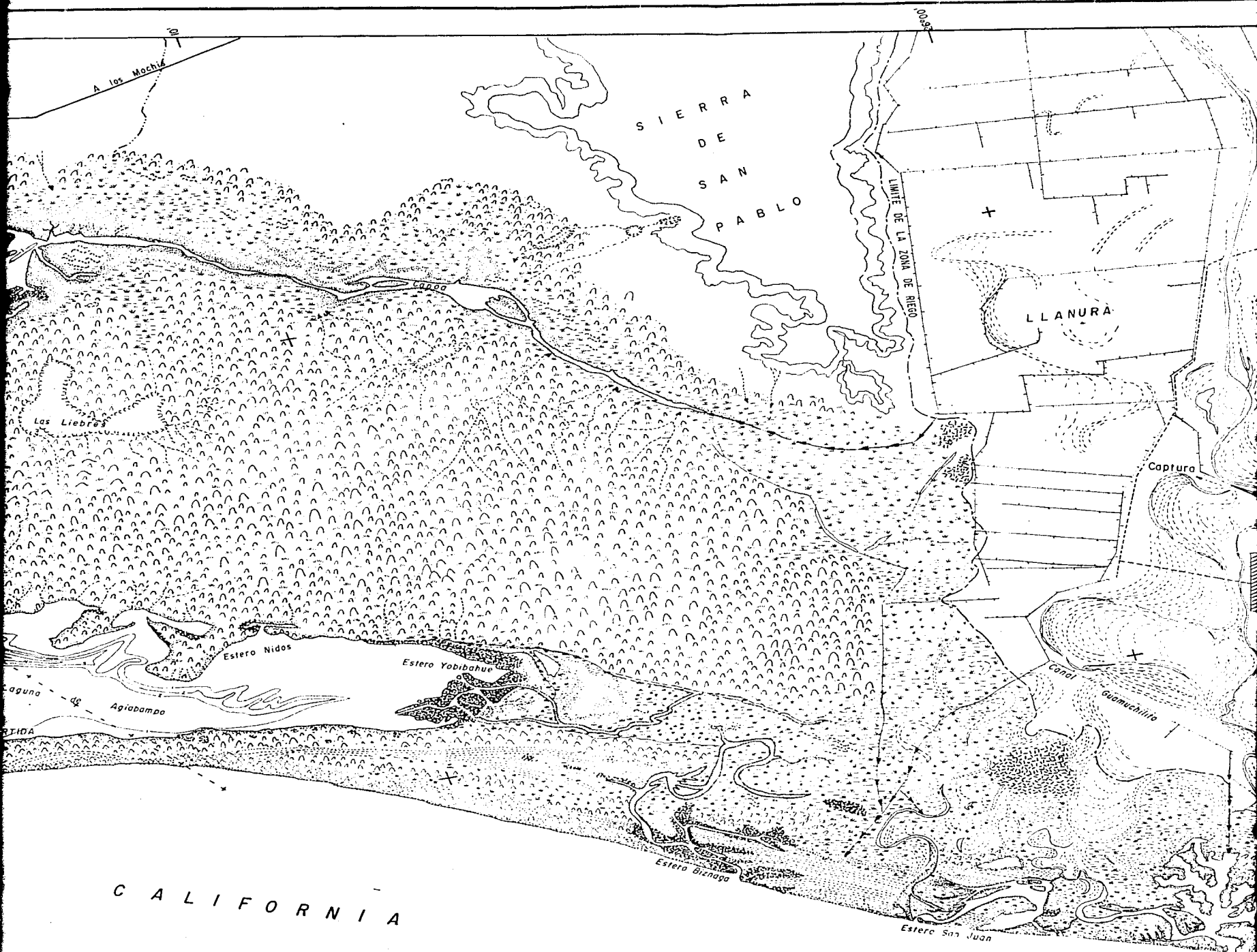
En las orillas y en particular en los extremos interiores de la laguna se observan diferentes tipos de llanuras de inundación, siendo las más extensas las que se cubren por las mareas normales; siguen en tamaño las que sólo se inundan durante las grandes mareas. En las primeras llanuras se localiza el mangle, que se encuentra circundado en las orillas por "mangle rojo" Rhizophora mangle y mangle negro Avicennia nitida; la asociación arbórea es de dimensiones reducidas, pero se muestra en pleno estado de avance.

El origen y evolución de la laguna son bastante complejos; sin embargo, los estudios realizados en el área y la interpretación de fotografías aéreas hacen suponer frecuentes cambios en el curso del río Fuerte que en una época desembocaba en esta zona, no sin antes erosionar activamente los cordones de dunas relietas, originando un valle conocido ahora como laguna de Bacorehuis. Esta transformación es resultado de la última transgresión marina que inundó este valle. Los sedimentos que formaron la barrera arenosa deben haber sido descargados, en otra época, en el actual estero del río Muerto, en la boca la Ballena (ver mapa No. II) y de ahí transportados por las corrientes litorales hasta constituir la barra inicial, adoptando la costa, de este modo, un carácter progradante y construyéndose varias líneas de bermas.

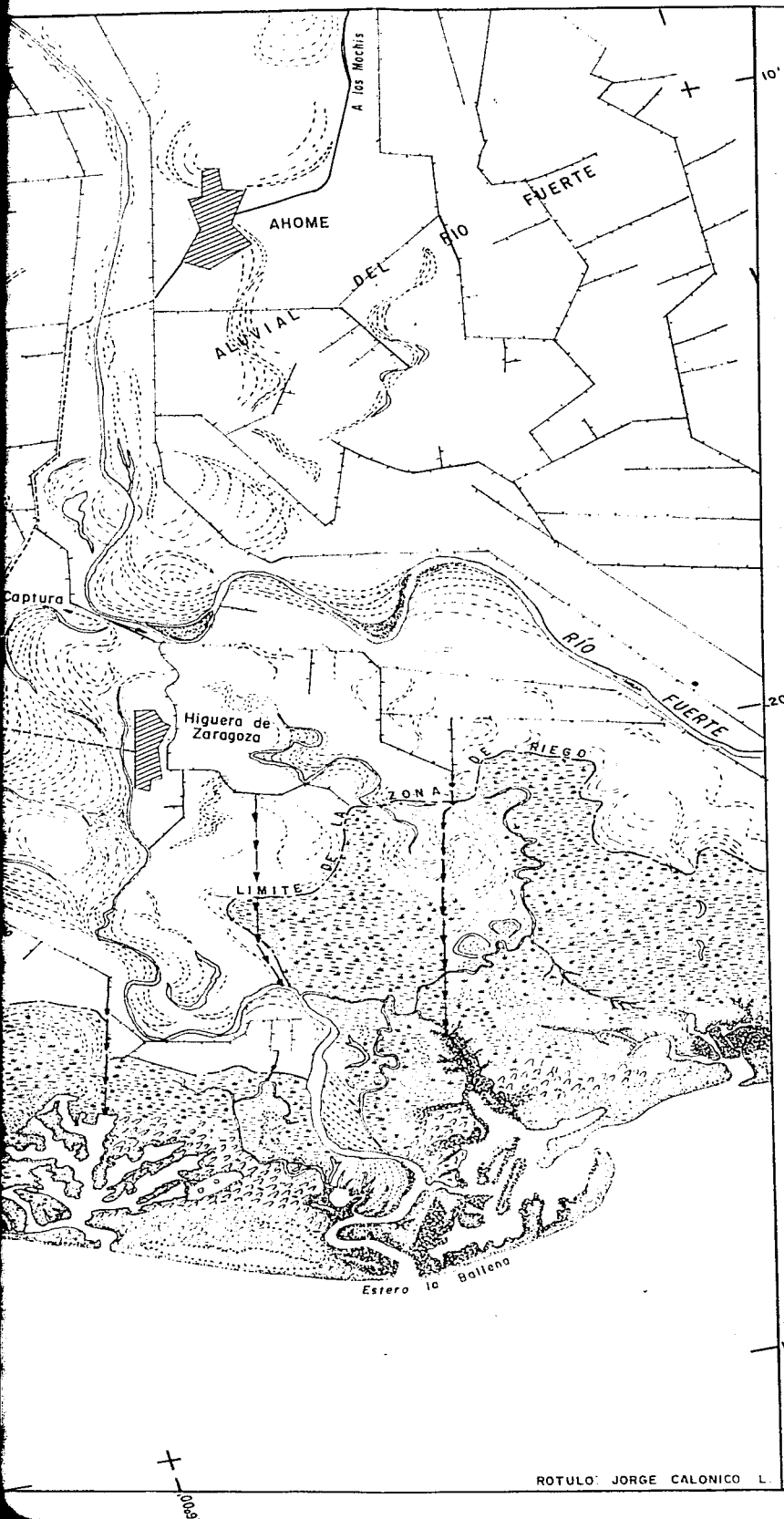
Después de pasar la barra de isla Partida, se empieza a notar la influencia de la desembocadura del río Fuerte: la costa continúa siendo baja y de playas arenosas, con bermas y dunas litorales que se ven frecuentemente cortadas por los esteros y bocas cegadas de







CALIFORNIA

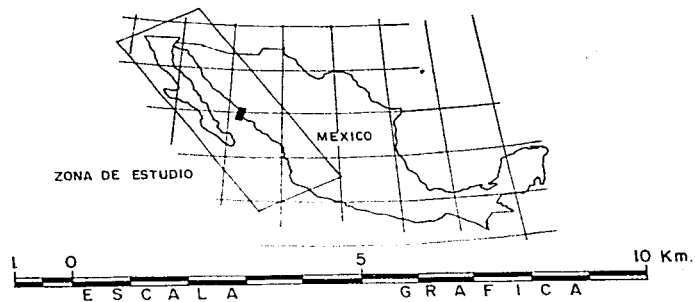


E X P L I C A C I O N

	PLAYA		BERMAS
	ANTIGUAS DUNAS ESTABILIZADAS		DUNAS ACTIVAS
	DUNAS DESMANTELADAS		MANGLAR
	LLANURA DE INTERMAREAS		LLANURA DE INUNDACION
	DEPRESIONES INUNDABLES POR CAPILARIDAD Y O MAREAS		ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS
	LECHO MAYOR FLUVIAL		SALINAS
	ESCURRIMIENTOS		MEANDROS Y LECHOS FLUVIALES ABANDONADOS
	CODO DE CAPTURA		CANALES DE RIEGO
	DRENES		LIMITE DE LA ZONA DE RIEGO
	POBLADOS		FERROCARRIL
	CAMINO PAVIMENTADO		CAMINO DE TERRACERIA

NOTA: ISOBATAS EN METROS, REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MAR.  
BATIMETRIA PROPORCIONADA POR LA SECCION DE GEOLOGIA MARINA DEL INSTITUTO DE GEOLOGIA U N A M.

M A P A D E L O C A L I Z A C I O N



PROYECCION TRANSVERSAL DE MERCATOR

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DEL LITORAL DE LA LLANURA COSTERA DEL NOROESTE DE MEXICO. ESTADO DE SINALOA.

MARIO ARTURO ORTIZ PEREZ

1972

antiguos lechos fluviales del propio río. En la llanura deltaica dominan las llanuras de inundación y las meandros abandonados de configuración anárquica y desordenada; gran parte del área interfluvial es pantanosa, con frecuencia el agua de los esteros se interna 5 o 6 kms. tierra adentro, hasta llegar en ocasiones, más allá del límite de la zona irrigada del distrito agrícola del Fuerte. Sobre la boca y barras de los esteros la ramiente trunpa constantemente y, en particular, sobre las bajos que se extienden fuera de las desembocaduras.

Con el nombre de estero del Caracol se conoce la actual desembocadura del río Fuerte, la cual se ramifica en una serie de distributarios unos dos kilómetros antes de llegar al mar. A partir de este punto los brazos corren paralelos a un corredor de dunas litorales emplazadas sobre la trasecosta, hasta lograr, al fin, encontrar su nivel de base sobre la boca de antiguos esteros; este drenaje no se manifiesta el bajo caudal de la corriente y su baja energía erosiva, al ser controlado por la antigua morfología de esteros y morismas; por tal motivo no es posible considerarlo como un delta activo, toda vez que se encuentra controlado por las presas Miguel Hidalgo y Josefa Ortiz de Domínguez río arriba.

La bahía, el Colorado o San Esteban es una amplia y espaciosa bahía de 10 950 hectáreas, de fondos arenosos muy someros; su borde interior se caracteriza por amplias morismas y llanuras de inundación invadidas totalmente por manglar. Básicamente, su morfología costera consiste en dos grandes barreros arenosos que encierran a la bahía, pero que se diferencian de los demás por extenderse varios kilómetros fuera de la línea general de la costa, en forma de dos islas salientes y arqueadas que convergen mar afuera, y sobre las cuales rompe el mar continuamente. La zona arenosa situada al oeste de la bahía, que se conoce con el nombre de isla de Lechuguilla, se caracteriza por estar constituida casi en su totalidad, por dunas litorales activas y porque en su extremo, sobre la bocona de la bahía, se desarrollan algunas flechas litorales.

Con el nombre de punta San Ignacio se conoce a una saliente baja y arenosa forma-

da de flechas litorales, bien desarrolladas, que se localizan en el extremo oeste de la barra de Sta. María. Fuera de la bahía del Colorado, extendiéndose alrededor de la bocana y punta San Ignacio, hoy un peligroso bajo arenoso movable sobre el cual la fuerte rompiente del oleaje es constante. A partir de este punto y a todo lo largo de la barrera arenosa se encuentran playas arenosas y en la trascosta se ubican las dunas litorales activas formando montículos arenosos de 15 y hasta 30 metros de altura; paralelamente a la formación de dunas se hallan las bermas que indican la posición de la barrera arenosa original. La barra arenosa de Sta. María se encuentra unida a tierra firme por un cordón de dunas relicto que se originaron sobre un antiguo brazo del río fuerte al quedar este totalmente obliterado por la acumulación de sus sedimentos; de esta manera, la bahía de Colorado del llamado estero de Lechuguilla que se localiza al oriente de la mencionada bahía (ver mapa No. 16).

El estero de Lechuguilla, que tiene un área de 40 km<sup>2</sup>, se extiende más o menos paralelo a la costa y a la barra arenosa de Santa María por una distancia de cerca de 15 km, y en una anchura aproximada de 3 km. El estero se comunica al mar, por la misma entrada de la bahía de Topolobampo, de la cual está separada solamente por un canal submarino que tiene un ancho de, más o menos, 300 metros y una profundidad de 13 en las inmediaciones de la boca. La profundidad del canal decrece conforme se interna en el estero en donde solamente alcanza 7 metros de profundidad. Fuera del canal las profundidades varían entre 1 y 2 metros. La mayor parte de su costa se inunda por las mareas, formando pantanos de manglar colonizados por el mangle rojo Rizophora mangle; en las porciones más altas de la llanura de intermareas se halla el mangle negro Avicennia nitida que ayuda a retener el sedimento fino de limas y arcillas que predomina en este tipo de llanuras, mientras que en el resto del área domina el material arenoso. La causa de esta distribución de sedimentos es resultado de una selección del transporte de material por las corrientes de marea y el oleaje.

Los sedimentos de grano más fino de un sistema lagunar siempre se acumulan en la cabecera o en las áreas que la bordean, porque las velocidades de las corrientes son suficientemente bajas para que se deposite la porción fina de los materiales en sus ensi-  
sión tales como los arcillos y limos. Esto indica que la velocidad de las corrientes tiende a mantener en los canales material en sus ensi-  
a mantener en los canales material en sus ensi-  
la menor velocidad de las corrientes de mareas; o sea que, la distribución de sedimentos en un medio acuoso depende casi y únicamente de la siguiente ley: La "capacidad" y la "com-  
petencia" de una corriente de agua aumentan o disminuyen a causa de las variaciones de velocidad, entendiendo por capacidad la carga total, de un calibre dado, que pueda lle-  
var la corriente, y conociendo por competencia la talla máxima de las partículas que la corriente puede mover sobre el fondo o cerca de él, como sucede, en este caso, con las arenas.



Foto No. 9. Vista del estero de Leche Vieja desde la Barra de Santa María, al fondo la llanura de intermareas cubiertas de manglar.

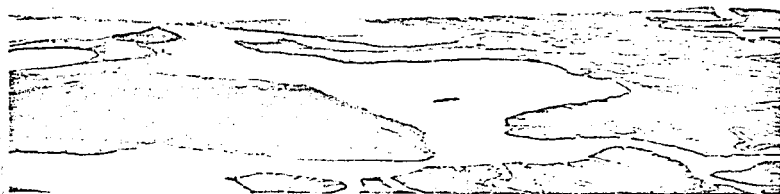
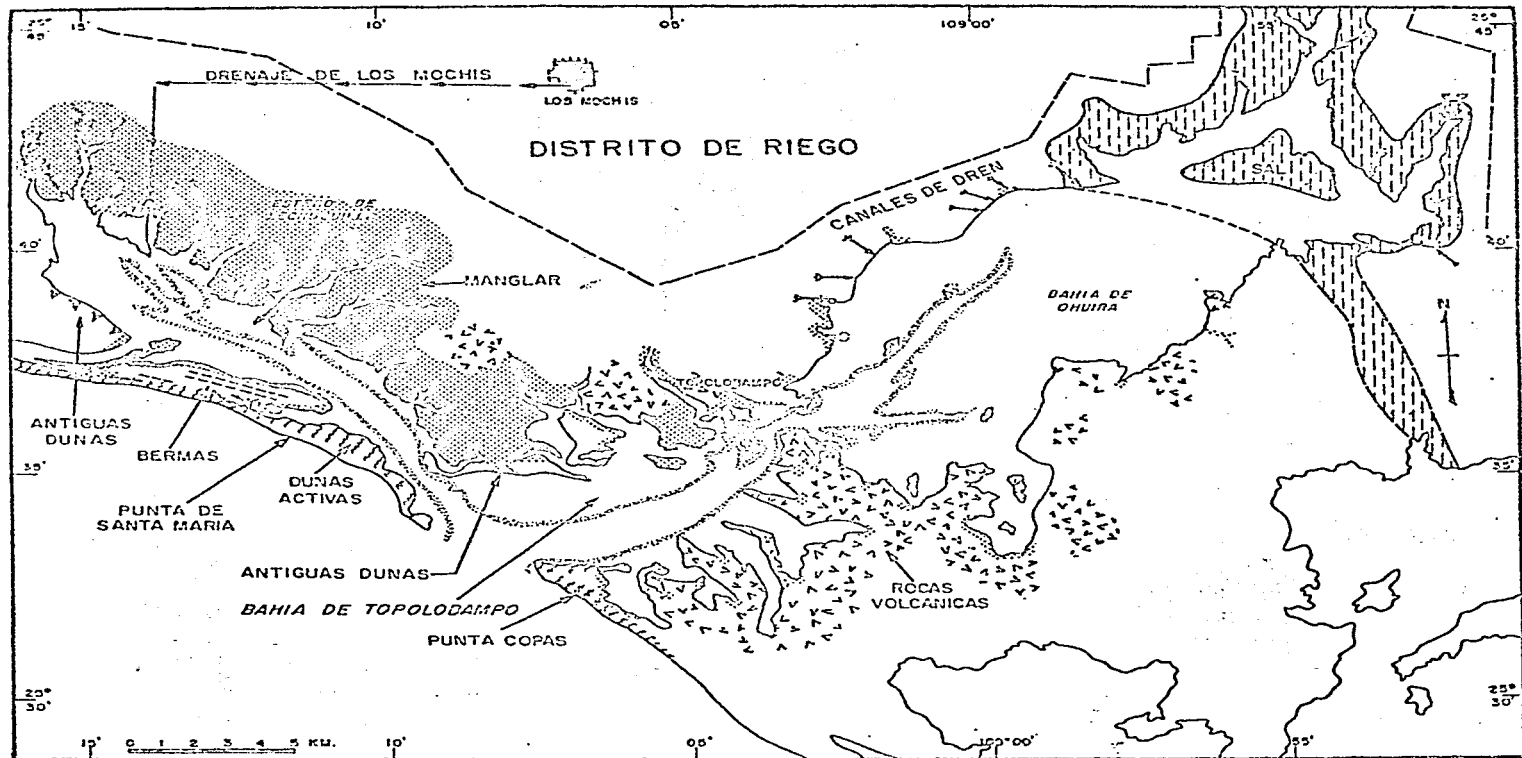


Foto No. 10. Imagen aérea de la entrada de la bahía de Topolobampo y del estero de Lechuguilla a la derecha, al fondo la barra de Sta. María.

La mayoría de bahías y lagunas litorales de la llanura costera se disponen más o menos paralelas a la costa, pero la bahía de Topolobampo y la laguna Ohuira son la excepción, pues tienen una orientación casi perpendicular a la costa (ver mapa No. 12); según Phleger F. y Ayala C. (1) estos depósitos cubren una superficie total de 185 km<sup>2</sup>, correspondiendo 60 km<sup>2</sup> a la bahía de Topolobampo y 125 km<sup>2</sup> a la laguna de Ohuira. La bahía de Topolobampo, que desde la boca se extiende 10 km. tierra adentro, en dirección norte, tiene una anchura promedio de 5 km. La bahía está separada del Golfo de California por las barreras arenosas de punta Santa María y punta Copas, y de la laguna de Ohuira, por un paso angosto, de bordes abruptos, de 800 m. de ancho. La laguna de Ohuira está situada tierra adentro, hacia el noreste de la bahía de Topolobampo; tiene una longitud aproximada de 30 km. y está dividida en dos porciones. La sección norte o interior es muy

1) Phleger F. y Ayala C., Marine geology of Topolobampo lagoons, Sinaloa, México, en lagunas Costeras, Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO, edit. Ayala Castañares y Phleger Fred. México, D.F., 1969, pp. 101-136.



Mapa No. 12. Tomado de Phleger, F. y Ayala, C. Marine geology of Topolobampo lagoons en las Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO. México 1969.

somera y está separada del resto de la laguna por un notable bajo, a manera de barrera, construido por las olas. En esta porción interior predomina el material fino constituido de limos y arcillas cubiertos por una capa de evaporitos o salinos.

La bahía de Topolobampo y la laguna de Ohuira tienen un canal principal con profundidades que varían entre 10 y 20 metros, pero al entrar en la ensenada del Puerto de Topolobampo el canal se profundiza hasta alcanzar fondo de 20 y 25 m. Las condiciones naturales de la ensenada son muy favorables para el establecimiento de un puerto de altura, por su localización, su profundidad, su carácter de bahía interna que la abriga de los vientos del Golfo de California, por las numerosas vías de comunicación que la unen con otros sitios de la República y del extranjero, y por ser una región de gran valor económico por su agricultura, pesca y minería.

En la laguna de Ohuira el mencionado canal se ramifica hacia el interior en pequeños canales distributivos originados por las corrientes de flujo y reflujo. Fuera de los canales la profundidad es de 1 y 2 m. Estos fondos someros y arenosos constituyen el resto del área.

La mayor parte de la costa de la bahía de Topolobampo y la parte sur de la laguna de Ohuira están bordeadas por cerros de rocas ígneas extrusivas. El contorno de la línea de costa es irregular, con frecuentes bordes de taludes abruptos y rocosos intercalados con pequeñas ensenadas de playas arenosas. El resto de la orilla de la laguna de Ohuira está rodeado de marismas llenos de inundación.

Fuera de la bocana de la bahía de Topolobampo se extiende un delta submarino, que se interna 5 kms. mar afuera. Ese delta está diseccionado por un canal principal que se extiende hacia el suroeste, muy cerca de la Punta Santa María. Este canal es la continuación del canal de Topolobampo y Lechuguilla. Gran parte de la superficie del delta es relativamente plana y su profundidad varía entre 1 y 5 metros.



Las áreas someras del delta que tienen menos de 1 metro de profundidad se encuentran circundando a la punta de Santa María y la mayor parte del tiempo están expuestas al régimen de oleaje que está constituido, según estudios de López Gutiérrez (1), primero por las olas oceánicas, con dirección suroeste, en periodos entre 10 y 15 segundos y longitudes de onda entre 10 y 20 metros y por las olas locales provenientes de oeste-noroeste, con periodos variables de 5 y 8 segundos, con una longitud de 14 a 16 metros. Estas ondas afectan fundamentalmente las bajas arenas del punto Santa María y la zona somera del delta.



Foto No. 11. Vista de la punta Santa María, con sus bajas arenas móviles provocadas por el oleaje y las corrientes.

Origen y evolución del sistema de barreras de la zona de la bahía de San Mateo. La bahía de San Mateo, el estero Los chugullas se tomó como resultado de la evolución de una barra arenosa. El sedimento para la formación de esta barra fue aportado por el río fuerte en algún lugar cercano a la costa y de ahí movido por la acción del oleaje hasta tomar una forma. Durante una época el ni-

1) López Gutiérrez. Estudio integral del acceso a la bahía de Topolobampo, Sinaloa. Boletín técnico Departamento de estudios y Laboratorios de la Secretaría de Marina, Tomo 2, 1966, p. 26-31.

vel del mar era 10 o 15 metros más bajo que el actual, hace unos 6 000 o 7 000 años, según Curray, Jr. (1). Al subir el nivel del mar esta playa pasó a constituir una barra; la acumulación de arena, evolucionó hasta formarse una Barrera que detrás de sí encerró la laguna. La formación de la barrera sobre el nivel de las aguas fue ayudada por el transporte eólico de las dunas.

La bahía de Topolobampo y la laguna Ohuira forman parte del delta del río Fuerte. Los aluviones encontrados en las cercanías de los Mochis permiten suponer que el río Fuerte en algún momento cambió su curso hasta desembocar en la actual bahía de Topolobampo y laguna de Ohuira, siendo estos cuerpos de agua un remanente, en parte relleno del antiguo valle del río Fuerte. Al subir el nivel del mar este valle pasó a formar la bahía de Topolobampo y la laguna de Ohuira.

1) Curray J., Emmel F., y Crampton P. Holocene history of a strand plain. Lagoonal coast. Nayarit, México. En lagunas costeras, Memorias del Simposio Internacional de lagunas costeras. UNAM-UNESCO, edit. Ayala Castañares y Fhleger Fred. México, D.F., 1969, pp. 63-100.

## 10. SIERRA VOLCANICA DE NAVACHISTE.

La sierra volcánica de Navachiste se localiza entre las bahías de Topolobampo y de Navachiste (ver mapa No. 10). Esta sierra tiene una superficie de 30 km<sup>2</sup> aproximadamente. Su topografía es sumamente accidentada, en ella se levantan picos con alturas mayores de 450 metros. Por su disposición y orientación perpendicular a la costa podemos clasificarla como una costa de estructura transversal, ya que sus formas y fallas recientes crean directamente partes salientes y partes entrantes perpendiculares a la traza general de la orilla.

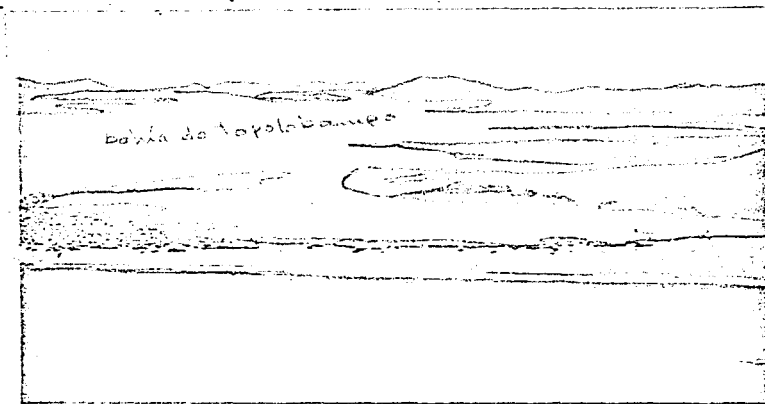


Foto No. 12. Vista de la bahía de Topolobampo en las estribaciones de la sierra volcánica de Navachiste.

La sierra, está formada de rocas ígneas extrusivas del oligoceno y del plioceno, está constituida por basaltos principalmente. Esta formación tiene especial importancia en la tectónica regional, debido a que es la única estructura de importancia que atraviesa transversalmente la llanura costera, el litoral y la plataforma continental; sobre esta última emerge el farallón de San Ignacio, de 141.7 metros de altura, que es un cuello volcánico perteneciente al mismo sistema eruptivo de la sierra volcánica de Navachiste. La presencia

del farallón y su perfecta alineación con la sierra de Navachiste y numerosas islas volcánicas de la bahía del mismo nombre, permiten suponer la existencia de fallas submarinas que dieron lugar a la actividad volcánica, de tipo basáltico, que formó la sierra y numerosas islas.

A la luz de los recientes datos y la nueva tectónica global de placas, es un hecho indiscutible que la abertura o fractura oceánica del Pacífico Americano atraviesa zigzagueando longitudinalmente el Golfo de California, incluso se la ha localizado y medido su flujo térmico sobre la superficie de la gran fractura en donde divergen las corrientes convectivas del magma, encontrando anomalías de flujo de calor bastante elevadas que sobrepasan, en mucho, al flujo medio normal tanto del continente como de los sedimentos marinos. Esta abertura oceánica es la causa determinante del Golfo de California que abrió y separó hacia el Oeste la península de California por el movimiento de sus placas tectónicas.

La abertura oceánica se encuentra, a su vez, fracturada por fallas originadas por el movimiento diferencial de las corrientes convectivas del magma y, por ende, el de las placas que se deslizan a diferentes velocidades. Es muy probable que haya coincidido la actividad volcánica de la sierra de Navachiste con un rápido movimiento de la plataforma tectónica americana, hacia el Este, sobre la placa Farallón, que haya activado las fallas que cruzan la fractura oceánica, que anteriormente eran consideradas como el sistema de fallas de San Andrés. Es probable que en los inicios del Mioceno cesara el desplazamiento rápido de la placa Farallón, a la vez que eran empujados los derrames basálticos de la sierra de Navachiste. Además, hay que hacer notar en la placa Farallón la existencia de un fuerte talud continental que bien puede considerarse como una gran escarpa de falla producto del hundimiento de la masa tectónica de Farallón, que se traduce en un amplio graben submarino de casi 2.000 metros de profundidad (ver corte de perfiles).

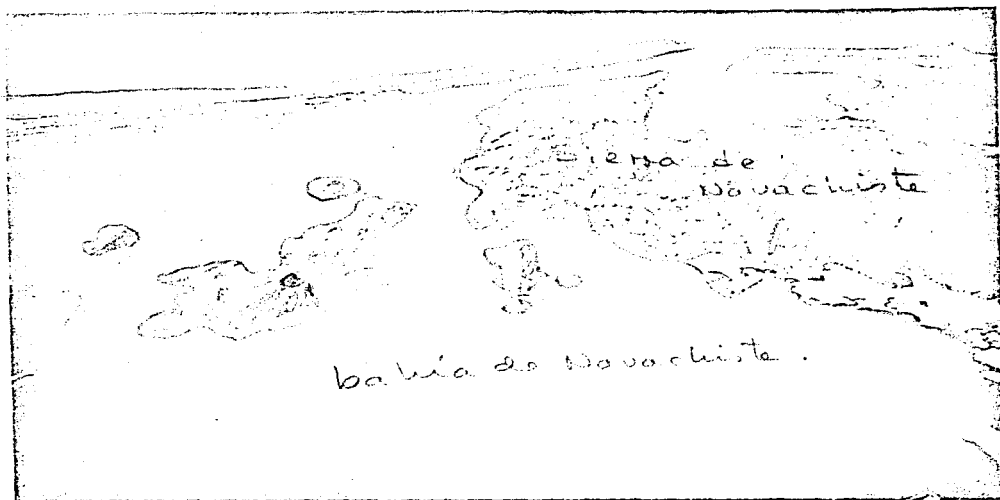


Foto No. 13. Vista parcial de la sierra y bahía de Navachiste.

La geomorfología costera consiste en acantilados bajos que varían entre 6 y 15 metros de altura, intercalándose en ocasiones ensenadas de playas arenosas, que son producto de coluvios de varios abanicos aluviales que se encuentran al pie de las vertientes. Los acantilados frecuentemente están revestidos de vegetación de matorral. Solamente el tercio o el cuarto inferiores del acantilado están bajo la acción real de las olas y constituyen verdadero farallón; el resto es de modelado continental y a sus integrantes Guilcher A. (1) denomina "falsos acantilados".

---

1) Guilcher, Andrés. Morfología litoral y submarina. Omega, S.A. Barcelona, España, 1957.



Foto No. 14. Vista desde la orilla interior de la Bahía de Navachisto.

Al este de la vertiente oriental de la sierra se encuentra la Bahía de Navachisto, ésta se distingue porque en ella sobresalen numerosas islas volcánicas que se encuentran unidas por tómbolos (ver fotografía No. 15).



Foto No. 18. Numerosas islas volcánicas se levantan sobre la Bahía de Navachista.  
Muchas de ellas se encuentran unidas por tómbolos.

## II. LITORAL DE LA LLANURA COSTERA DE SINALOA Y NAYARIT.

Esta unidad geomórfica limita, al noroeste del Estado de Sinaloa, en la bahía de Navachiste y al sureste, en el Estado de Nayarit, en el delta del río Santiago. El litoral y la llanura costera siguen un rumbo general sureste a lo largo de 500 kilómetros aproximadamente. La llanura de Sinaloa no es más que la continuación meridional de la llanura costera y desértica de Sonora, pero se diferencia de esta última en que es más ondulada, ya que la faja costera de Sinaloa y Nayarit va perdiendo anchura gradualmente, conforme se avanza hacia el sur, hasta terminar en forma de cuneta al sur de la desembocadura del río Santiago.

La llanura es una región eminentemente sedimentaria derivada de los productos de erosión de la Sierra Madre Occidental; sin embargo, en ocasiones, esta faja de sedimentos se ve interrumpida por intrusiones graníticas y dioríticas y por derrames de lava riolítica y andesítica, materiales que se siguen encontrando no sólo en la llanura, sino en la misma costa, sobre todo en las áreas que circundan el puerto de Mazatlán.

Un cambio gradual, pero notable en la fisonomía de la faja costera, es el que produce el factor climático; es éste más cálido, de mayor humedad, con precipitaciones más abundantes, con vegetación de sabana tropical y flora costera más abundante. El clima es tropical lluvioso, Aw, con frecuentes lluvias torrenciales durante los meses de junio a septiembre, que originan numerosas y pequeñas corrientes así como importantes ríos que son aprovechados por los diferentes distritos de riego y que, por tanto, son factor determinante de la riqueza agrícola.

La geomorfología costera consiste esencialmente en playas bajas arenosas que se caracterizan por sus extensas terrazas formadas en cordones litorales más antiguos. Sobre la traseosta y paralelamente a la línea litoral se halla esteros, lagunas y arroyos marismas formados de extensas llanuras de intermareas que hacen innecesario su contorno.

En esta parte de la costa cabe hacer notar la ausencia de dunas costeras, al contrar



rio de lo que sucede en las costas de Sonora y noroeste de Sinaloa, este fenómeno puede considerarse como uno de los rasgos distintivos de la geomorfología litoral entre una y otra región geomórfica, además de las ya mencionadas.

A continuación se describen los rasgos físicos más sobresalientes del litoral.

Dejando atrás la sierra y la bahía de Navachiste, anteriormente citadas, y a 25 kilómetros al sur de éstas, se localiza la amplia y somera bahía de Santa María la Reforma, de 47 140 hectáreas de extensión, de aproximadamente 60 kilómetros de longitud, cuyas aguas penetran hasta cerca de 25 kilómetros tierra adentro.

La bahía se encuentra separada de mar abierto por un largo cordón litoral denominado isla de Altamira. El cordón está formado por una sucesión paralela de bermas. La bahía se abre al mar en sus extremos noroeste y sureste por dos vastos bocanos que se comunican entre sí por un profundo canal submarino que atraviesa por las inmediaciones de la bahía. Este canal tiene más de un kilómetro y medio de ancho y es bastante profundo, pues registra profundidades hasta de 14 metros.

Al canal converge una intrincada red de canales de marea, menos profundos, de diseño dendrítico. Fuera de los canales la profundidad decrece notablemente, hasta llegar a sólo 1 y 2 metros. Existen pequeñas porciones aisladas que toman bajas de solamente unos cuantos centímetros de profundidad; sobre éstas áreas sobresalen algunos islotes arenosos. Al sur de la bahía emerge una gran extensión de tierra rodeada de esteros, llamada por los lugareños isla de Tachichilt; la isla está formada por antiguas bermas de arena semiconsolidada, éstas se encuentran inundadas parcialmente, en su mayoría, por las mareas alternantes.

Los fondos de la bahía son arenosos y solamente en las llanuras de intermareas y de inundación predomina el sedimento más fino de limos y arcillas, sobre este sustrato se implanta la vegetación de mangle y algunas herbáceas acuáticas.

Al sureste, y a unos 10 kilómetros de la bahía de Santa María la Reforma se inicia

un vasto complejo lagunar formado por la bahía de Altata y la ensenada del Pabellón.

Antes de dar una descripción de los rasgos físicos principales del sistema es necesario hacer algunas aclaraciones sobre la toponimia, ya que en algunos casos han discrepancia entre la nomenclatura geográfica y la regional; por ejemplo, el término bahía de Altata y ensenada del Pabellón no corresponden a la realidad del marco geográfico regional, ya que por sus características morfológicas se identifican con lagunas litorales.

La extensión mínima cubierta por las aguas se calcula para la laguna del Pabellón, en 27 400 hectáreas y para la laguna de Altata en 2 110 hectáreas.

Este sistema se encuentra formado por dos cuencos principales que se desarrollan longitudinalmente siguiendo la línea general de la costa, separados de mar abierto por dos largos y angostos cordones litorales conocidos como la barra de Redo y la península de Lucemilla. Las lagunas se comunican al mar por una boca común para ambas, ver planos batimétricos.\* La boca es conocida con el nombre de Barra de la Tonina, abierta durante el gran ciclón de 1977. En la zona de la boca y hacia la barra de Redo se localiza un canal natural muy profundo, hasta 10 metros de profundidad, con taludes de fuerte pendiente del lado de la barra de Redo y taludes suaves del lado del cordón litoral de península de Lucemilla. Hacia el interior de la laguna de Altata el canal disminuye de profundidad hasta llegar a 4 metros; a partir de esta zona baja se inicia una depresión con profundidades máximas de 13 metros. Hacia el interior de la laguna las profundidades disminuyen encontrándose se en el extremo noroccidental fondeo de un metro, o menores. Desde la boca Tonina y hacia el interior de la laguna del Pabellón se inicia un canal submarino, perfectamente bien definido, que sigue el contorno interior de la barra de Península de Lucemilla, con una

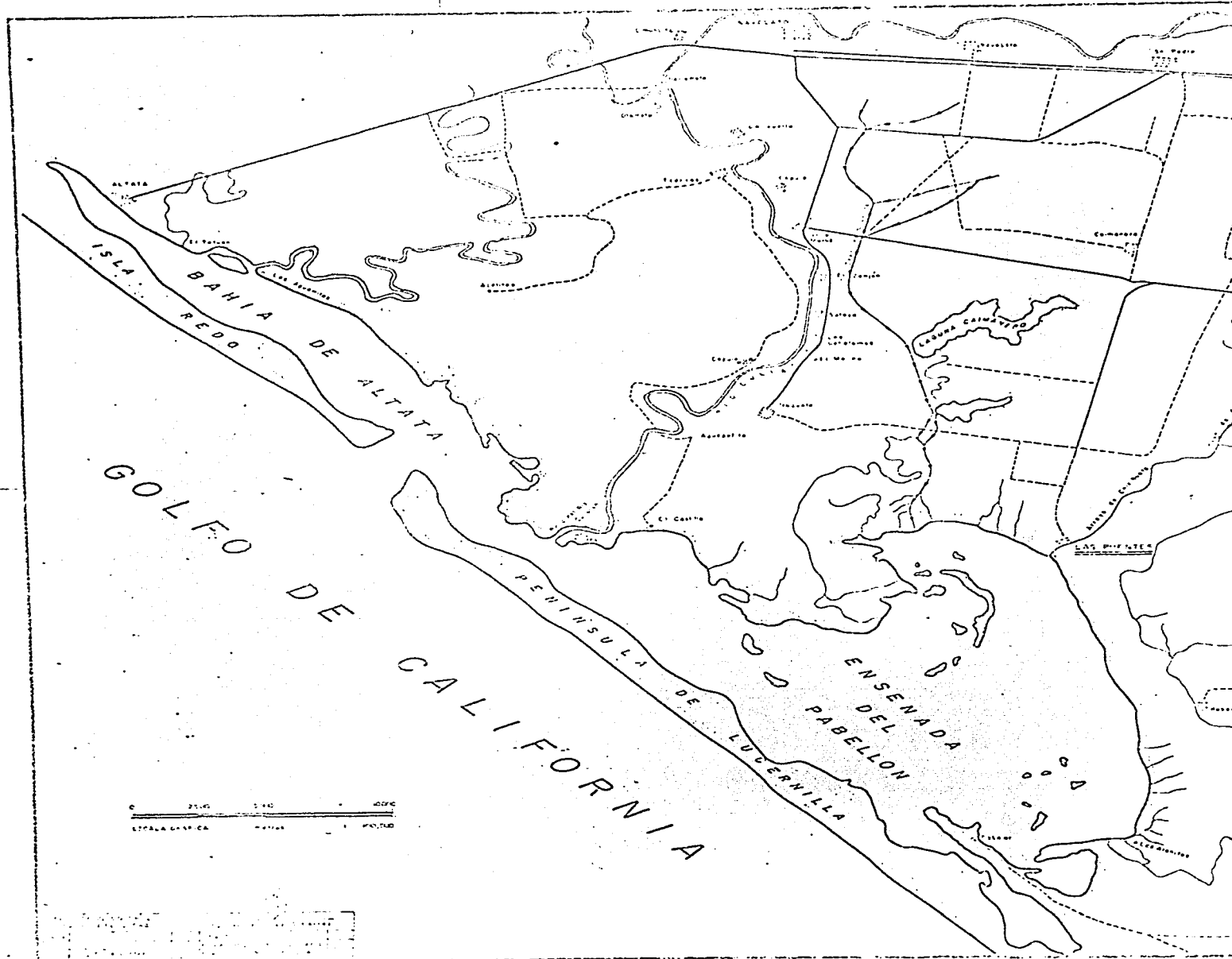
\* Los planos batimétricos fueron proporcionados por la Comisión Nacional Consultiva de Pesca y la Compañía de Ingeniería Fluvio-Marítima S.A.

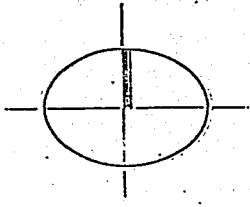
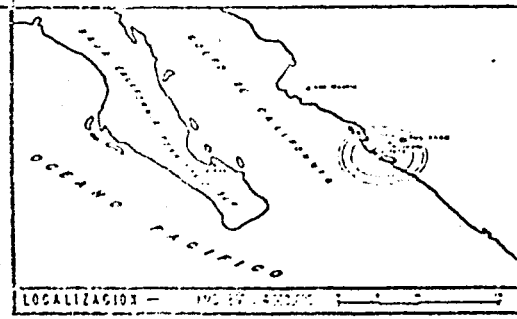
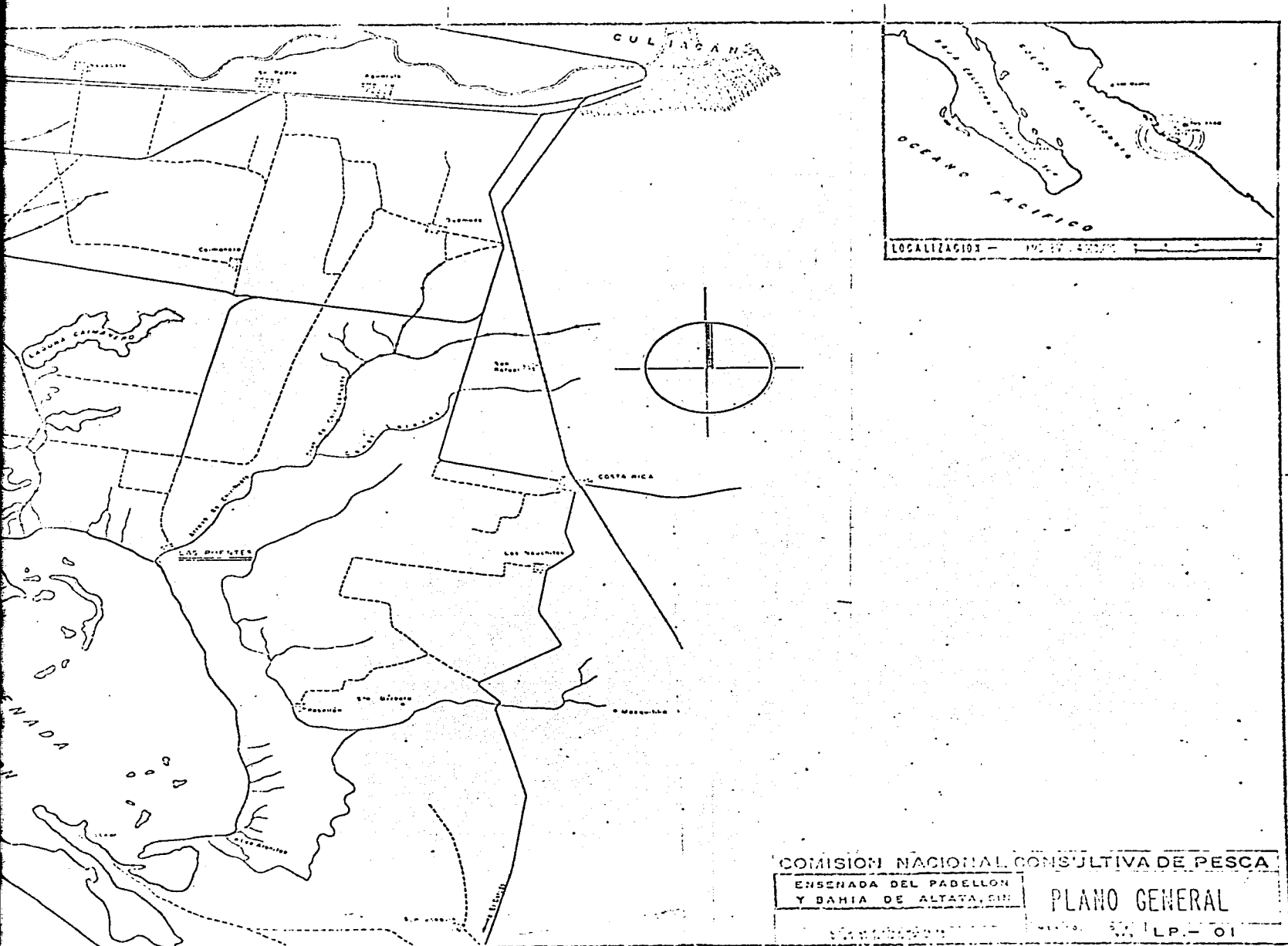
profundidad de 15 metros. Este canal se conserva hasta llegar frente al estero Santiesteban, en donde rápidamente disminuye de profundidad hasta alcanzar la isobata de un metro (ver planos batimétricos). Separado por este bajo se inicia otro canal, que sigue el contorno interior de la barra de la península de Lucemilla, con profundidades promedio de 9 metros hasta llegar a la península de las Arenitas en donde, nuevamente, las profundidades son de un metro. A lo largo de la margen sur de la laguna se encuentran aguas bastante someras, siendo las profundidades máximas de 3 metros y sólo en pequeñas depresiones aisladas.

En el sustrato de las lagunas el tipo de fondo predominante es el arenoso. Los muestreos realizados indican la existencia de arena y limo en las proximidades de la boca; más al interior y en la mayor parte de la laguna de Altata predomina el limo y, finalmente, en el extremo interior aparece nuevamente la arena.

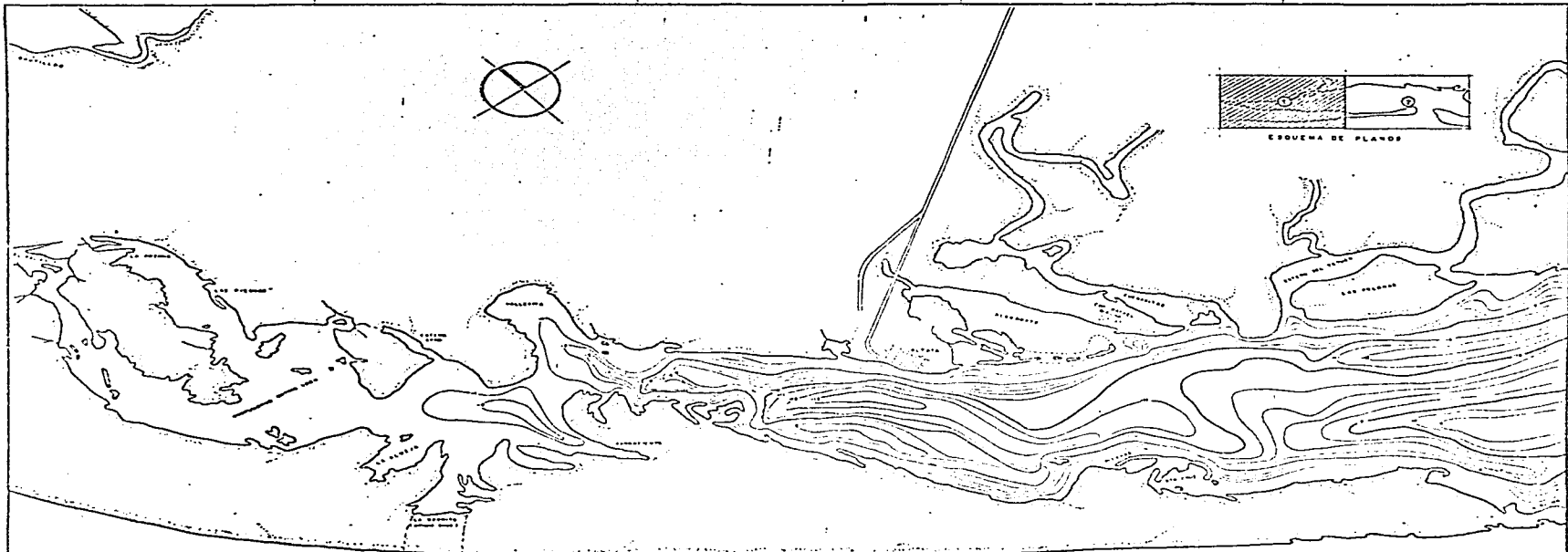
En la laguna del Rebellón la arena predomina desde la boca Tonino hasta la desembocadura del río Culiacán. Después, hacia el interior de la laguna, el material de fondo, a profundidades reducidas de 1 y 2 metros es de arena con limo, para luego mezclarse con la conchuela y, finalmente, hacia el fondo y en las zonas cercanas al borde interior el material de fondo es de limos y arena.

Notables cambios geomorfológicos se han venido sucediendo en este sistema lagunar: en un tiempo relativamente pequeño, el río Culiacán, que desemboca en las lagunas, ha cambiado continuamente su curso inferior antes de llegar a ellas; este hecho se nota claramente en las fotografías aéreas en las que es posible observar rastros divergentes de antiguas lechas fluviales del mismo río, éste ha sufrido innumerables capturas unos kilómetros antes de llegar a la costa, derivando de un lugar a otro en lapsos relativamente cortos, como lo aseveran los habitantes de las aldeas ribereñas. Por otra parte, es posible seguir la dirección de las antiguas lechas fluviales y meandros abandonados, que en temporadas de lluvia en ciertos tramos funcionan moderadamente como pequeñas corrientes fluviales que,





COMISION NACIONAL CONSULTIVA DE PESCA  
 ENSENADA DEL PABELLON  
 Y BAHIA DE ALTATA, SIN  
 PLANO GENERAL  
 57. I.P. - 01

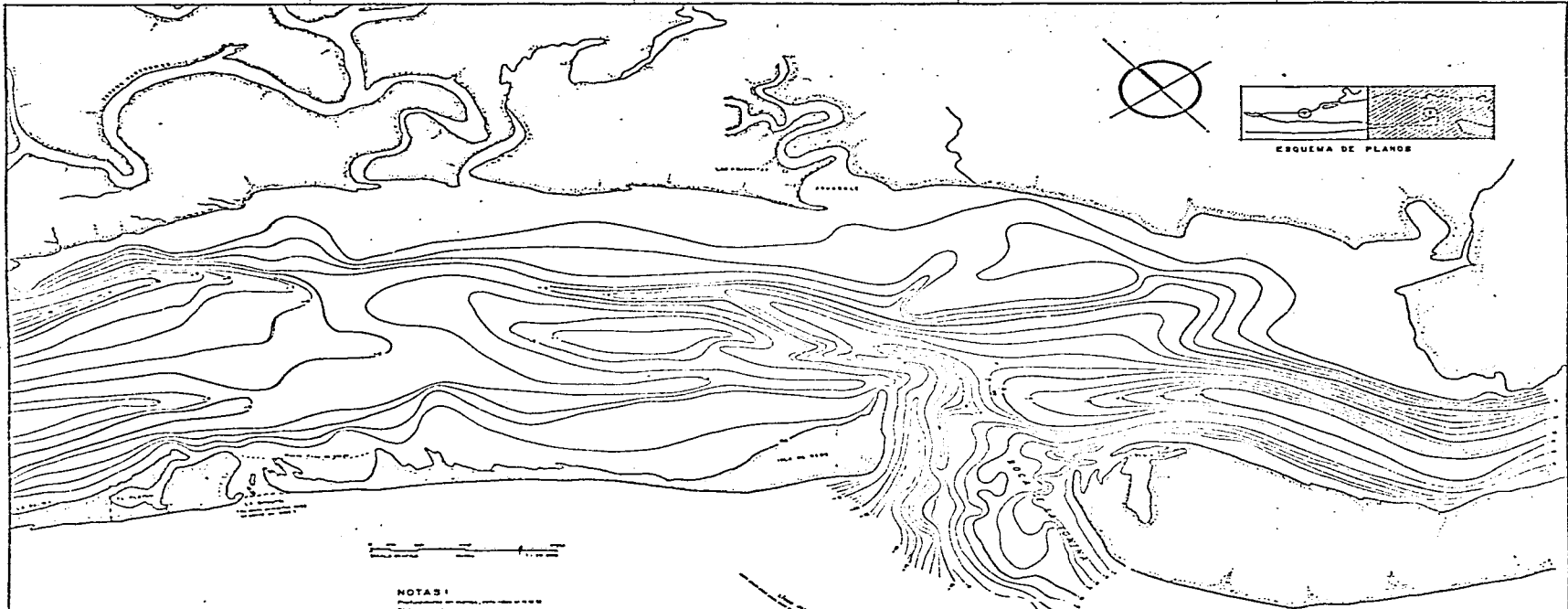


G O L F O   D E   C A L I F O R N I A

NOTAS:  
 1. Profundidades en metros referidas al P.M.S.L.  
 2. Escala horizontal de 1:50,000.  
 3. El levantamiento fue realizado en el periodo de mayo a agosto de 1964.  
 4. El sistema de coordenadas utilizado es el de la Zona 14N del Hemisferio Norte.  
 5. Dirección de Geografía y Oficina de Estudios Hidrográficos.

COMISION NACIONAL CONSULTIVA DE PESCA  
 BAHIA DE ALTATA, S.N.  
 LEVANTAMIENTO  
 BATIMETRICO

Escala 1:50,000  
 Profundidades en metros referidas al P.M.S.L.  
 Escala horizontal de 1:50,000.  
 El levantamiento fue realizado en el periodo de mayo a agosto de 1964.  
 El sistema de coordenadas utilizado es el de la Zona 14N del Hemisferio Norte.  
 Dirección de Geografía y Oficina de Estudios Hidrográficos.



**NOTAS:**

- 1) Profundidades en metros, hasta 100 m. en 1 m.
- 2) Profundidades en decímetros.
- 3) Profundidades en centímetros, a partir de 100 m.
- 4) Puntos de control y mediciones en los puntos de control.
- 5) Profundidades en metros, de 100 m. en 100 m. de 1000 m.

BAHÍA DE ALTAYA, N.º	LEVANTAMIENTO BATHIMÉTRICO
Escala: 1:1000	Escala: 1:1000

G O L F O D E C A L I F O R N I A

P E N I N S U L A D E L U C E R I L L A

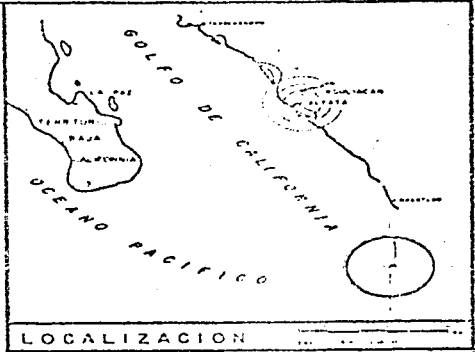
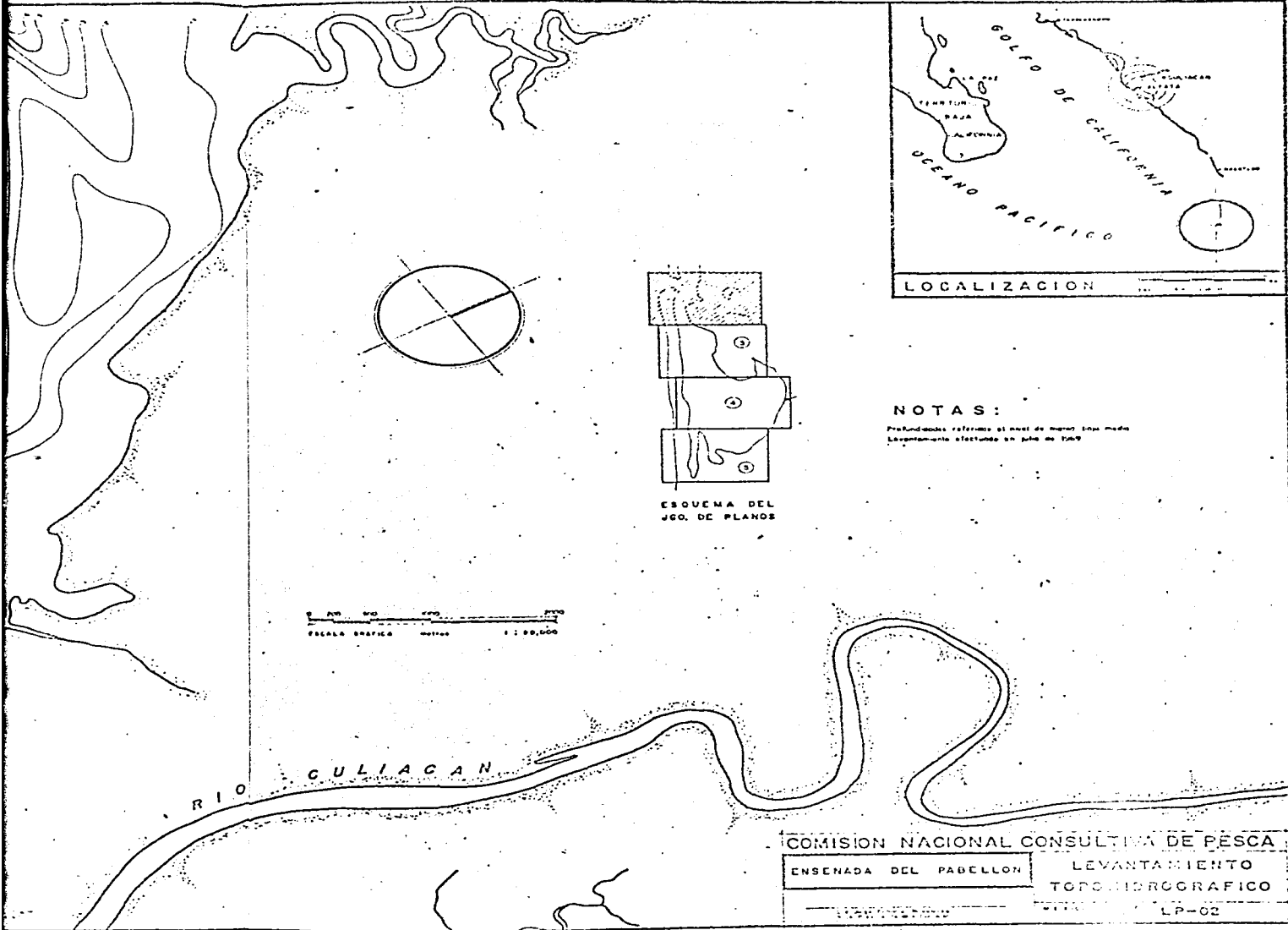
EL CASTILLO

R I O C U L I

0 100 200  
ESCALA GRAFICA







**NOTAS:**  
 Profundidades referidas al nivel de mareas bajas.  
 Levantamiento efectuado en julio de 1949

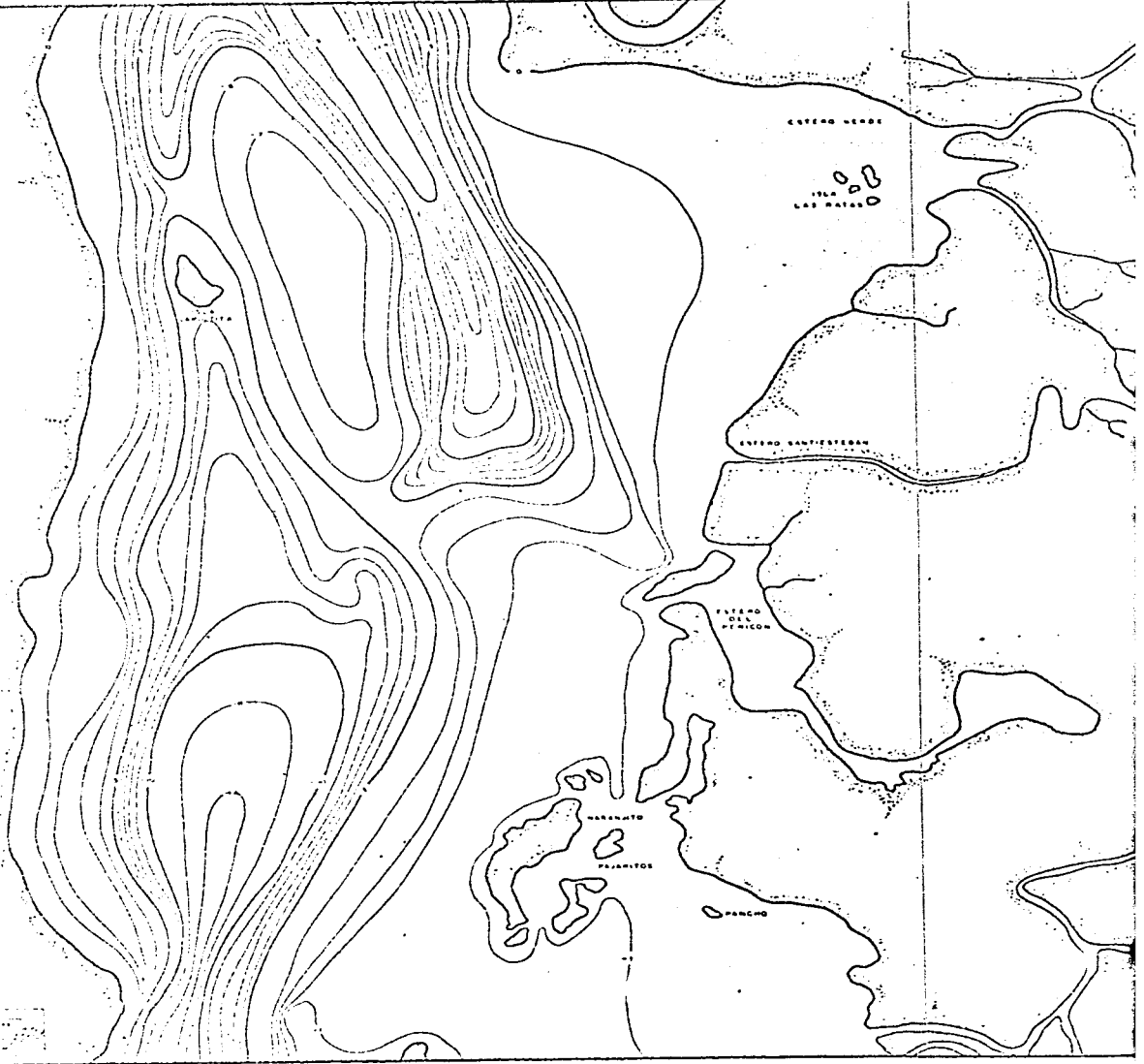
ESQUEMA DEL  
 JGO. DE PLANOS

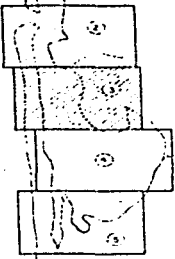
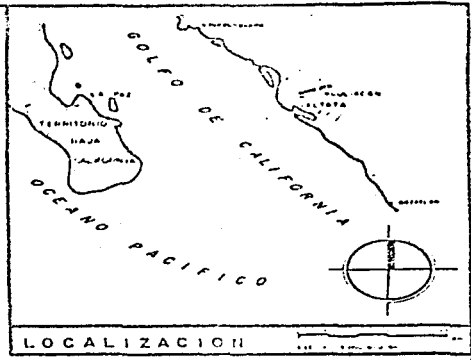
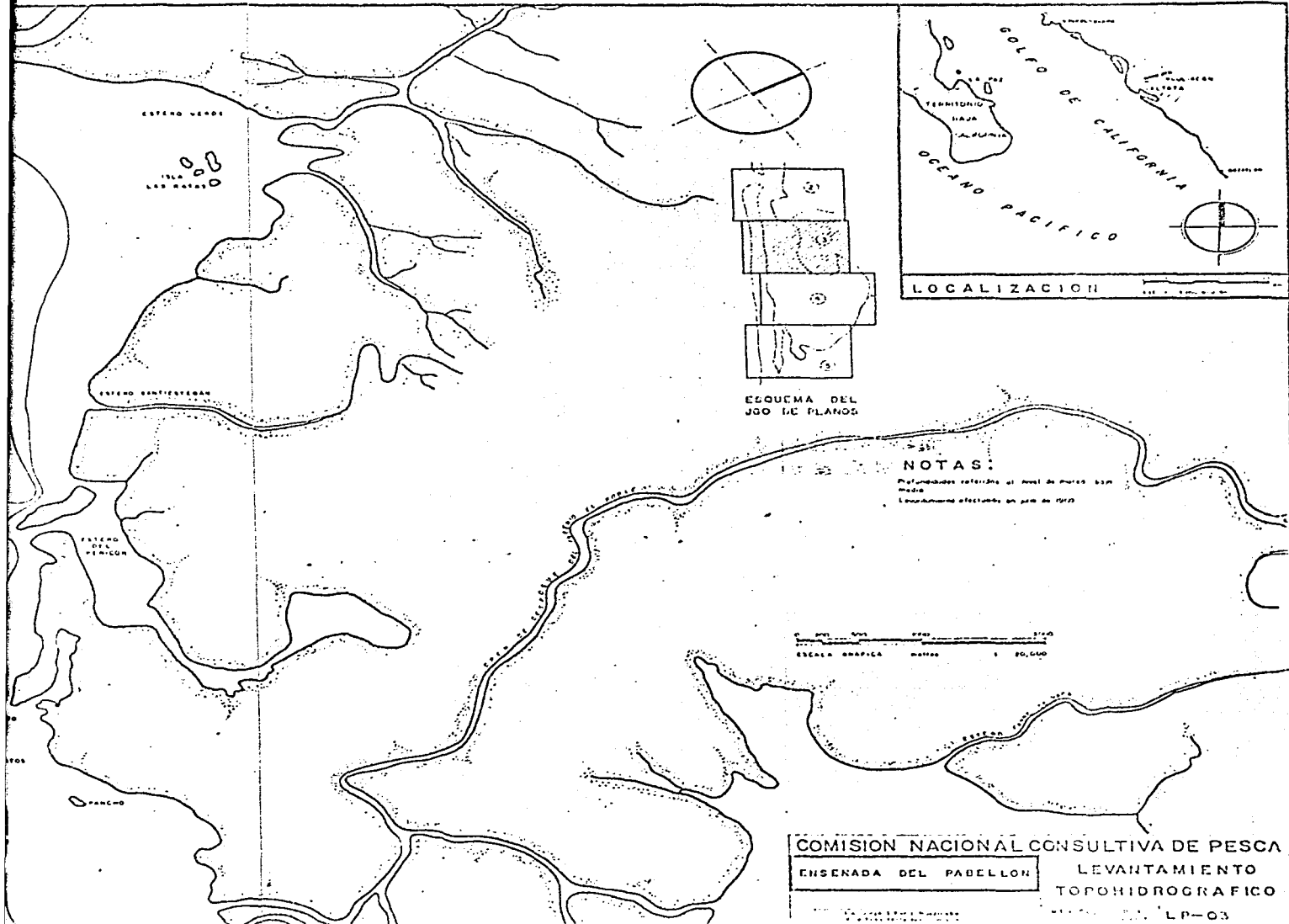
0 500 1000 1500 2000  
 ESCALA GRAFICA metros 1 : 50,000

COMISION NACIONAL CONSULTIVA DE PESCA  
 ENSENADA DEL PABELLON LEVANTAMIENTO  
 TOPOBIDROGRAFICO  
 DIRECCION GENERAL DE PESCA Y ACUICULTURA LP-02

GOLFO DE CALIFORNIA

PERINSULA DE LUCENILLA





ESQUEMA DEL JOO DE PLANOS

**NOTAS:**  
Profundidades referidas al nivel de mareas altas.  
Levantamiento efectuado en junio de 1972.

0 500 1000 1500 2000 2500  
ESCALA GRAFICA METROS 1:20,000

COMISION NACIONAL CONSULTIVA DE PESCA  
LEVANTAMIENTO  
ENSENADA DEL PABELLON  
TOPOHIDROGRAFICO  
LP-03



PENINSULA DE  
LOS TERNOS

MONTAÑA DE  
LOS TERNOS

MONTAÑA  
AMARILLO  
CORNALLES

SAN JUAN

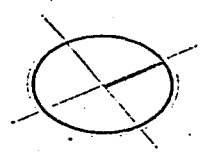
PARAJE DE LOS  
TERNOS

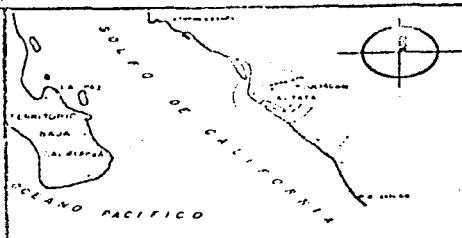
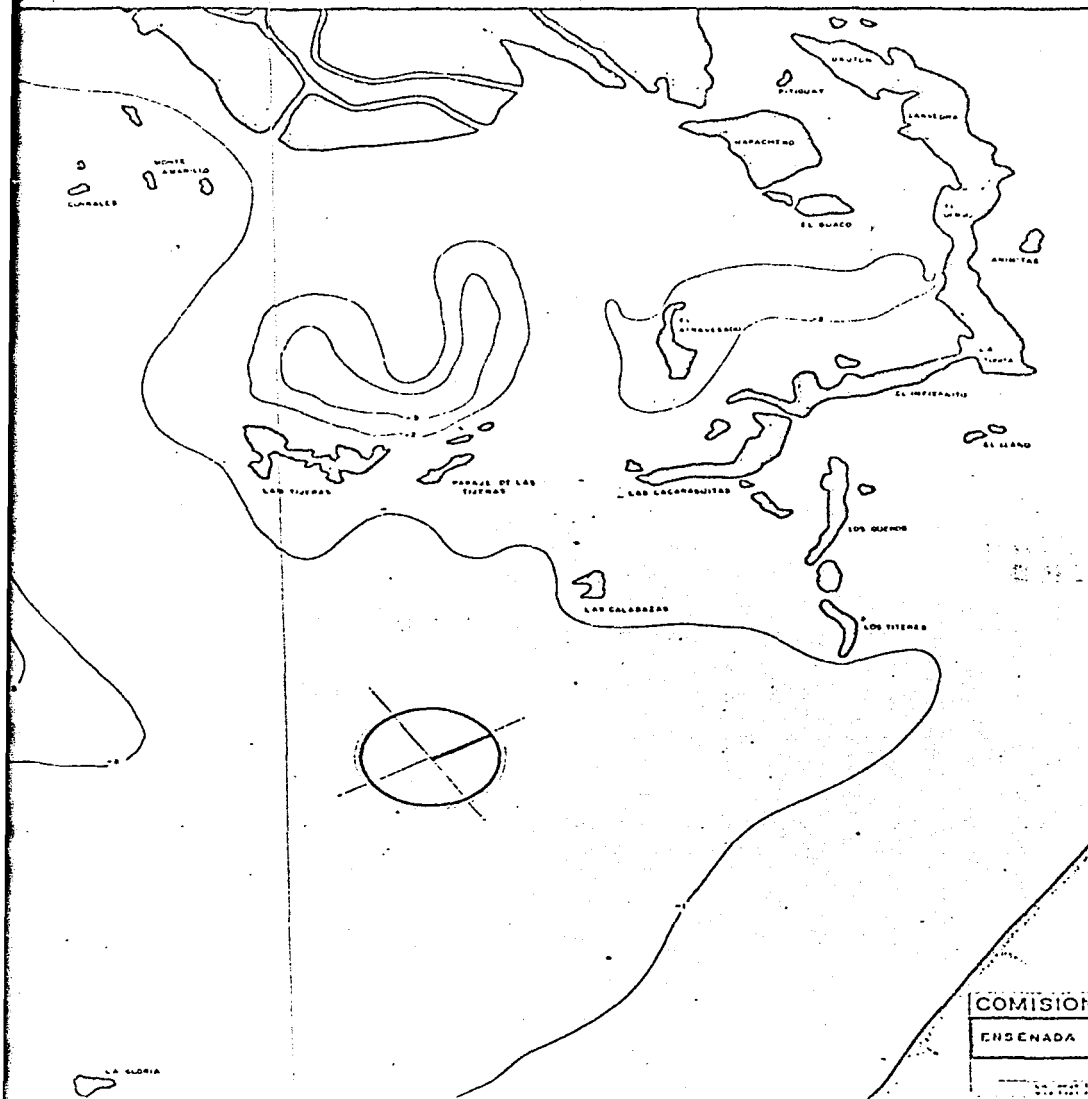
LAS CACABAN

LAS CALABAZAN

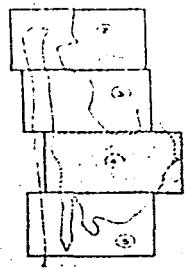
EL YAGUON

LA GLORIA





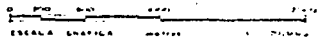
LOCALIZACION



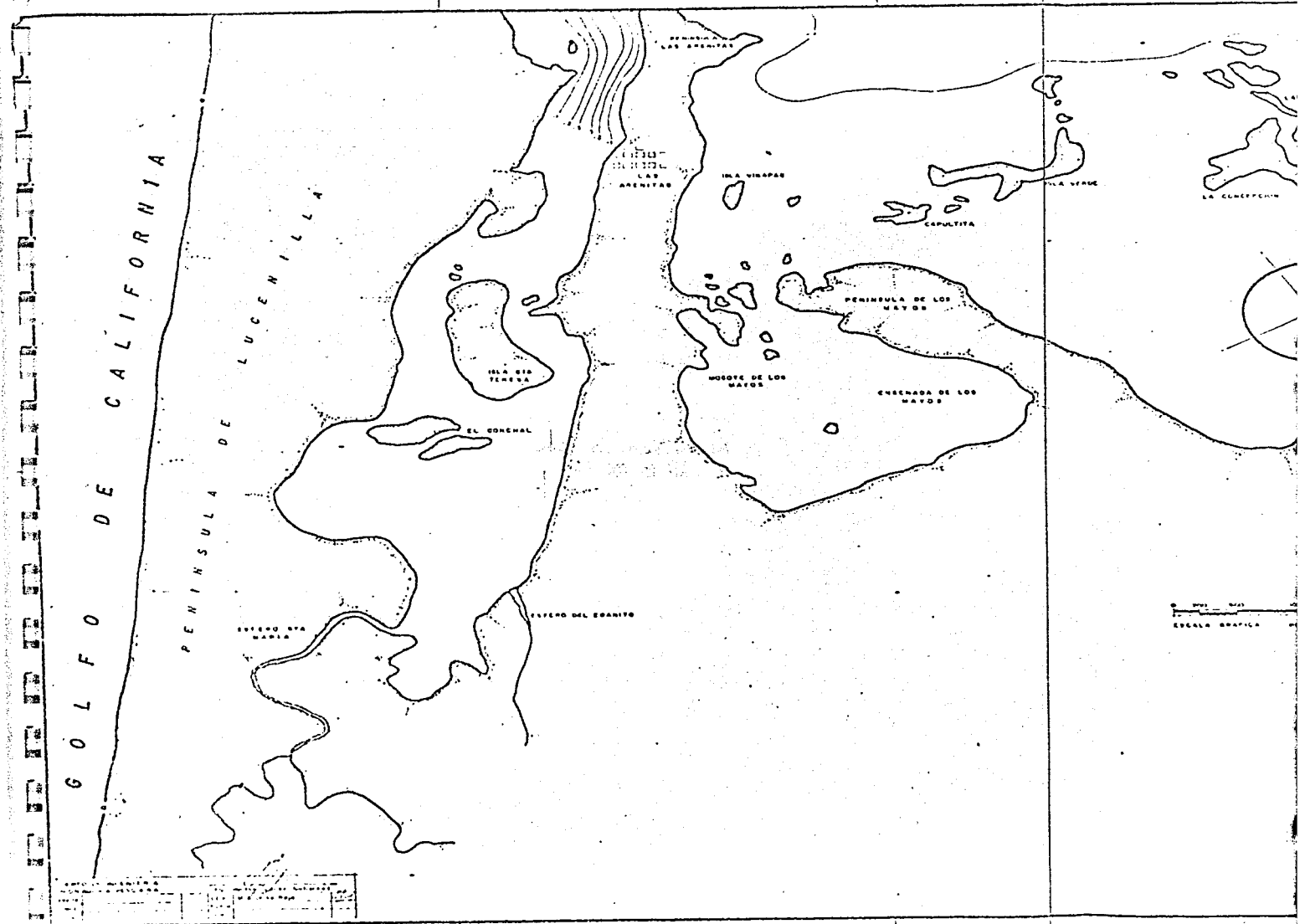
ESQUEMA DEL JOO. DE PLANOS

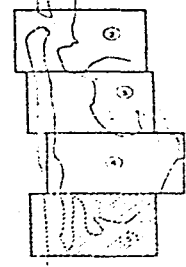
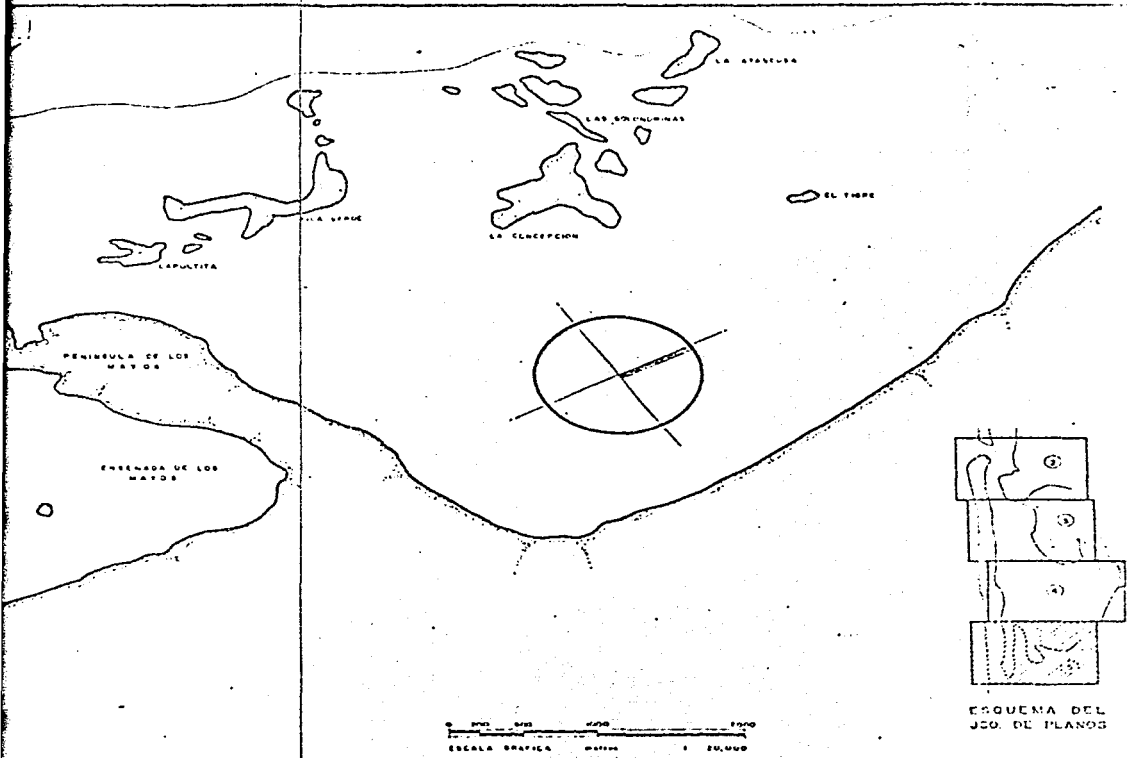
LAS PUEBLAS

**NOTAS:**  
 Profundidades referidas al nivel de aguas bajas.  
 Levantamiento efectuado en julio de 1965.



COMISION NACIONAL CONSULTIVA DE PESCA  
 ENSENADA DEL PABELLON LEVANTAMIENTO  
 TOPOHIDROGRAFICO  
 L.P.-04





**NOTAS:**  
 Profundidades referidas al nivel de marea alta media.  
 Levantamiento efectuado en Julio de 1952.

COMISION NACIONAL CONSULTIVA DE PESCA  
 ENSENADA DEL PABELLON  
 LEVANTAMIENTO  
 TOPOIDROGRAFICO  
 1952  
 PLAN 20 LP-05

al acercarse a la influencia de las lagunas funcionan permanentemente como esteros. De manera semejante, a uno de los antiguos cauces fluviales mejor conservados se le conoce con el nombre de río viejo de Culiacán, éste y otros más se dirigen en dirección noreste, hacia la bahía de Santa María, por lo que no cabe duda que el río Culiacán en algún tiempo desembocaba en la mencionada bahía. En aquella época la laguna de Altate se comunicaba ampliamente con la bahía de Santa María formando un solo cuerpo; actualmente estos dos sistemas distan entre sí sólo 4 kilómetros. Según cuentan los habitantes de la zona, hace unos 40 años la laguna de Altate se comunicaba por angostas esteros con la bahía de Santa María, así se explica por qué actualmente a la Barra de Redo se la conoce con el nombre de isla de Redo.

La prueba más notable de la cambiante morfología se manifiesta en la barra de Redo que consiste en un cordón litoral formado como resultado de la acumulación sucesiva de arena que dieron lugar a crestas de playa o bermas que quedaron al descubierto en la última regresión marina. Hoy en día sólo se aprecian pequeños relictos en la morfología de las bermas, en forma de cumbres sinuosas ligadas a la altura de las antiguas crestas de playa. Pero son los cambios catastróficos los que más afectan la morfología de la barra de Redo al quedar ésta cercenada por las rupturas provocadas por temporales y ciclones; como ejemplo de ello tenemos la actual boca Tonina, abierta por un ciclón. Existen rastros de antiguas bocas, ahora comedias de sedimentos que obturan la entrada completamente, no así en algunas cercenaduras provocadas por los mencionados meteoros, en las que pueden establecerse cielos no determinados de cierra y apertura de barras, ayudadas lógicamente por una morfología de estrechos con planos de debilidad estructural (ver planos batimétricos de la laguna de Altate). Sobre la margen oriental de las lagunas la geomorfología está constituida básicamente por el delta del río Culiacán y amplias marismas sobre las cuales se instala el manglar. El delta se caracteriza por una multitud de brazos formados por los antiguos la



chos remanentes del río Culiacán; éstos penetran generalmente 2 o 3 kilómetros tierra adentro, algunos de ellos son alimentados por diversos drenes de desfogue del distrito de riego de Culiacán y la mayoría de ellos funcionan como esteros.

La costa, al sur de la laguna del Pabellón, tiene, en general, la misma aparencia que las demás al norte, es decir, baja y arenosa. La costa se continúa, de esta forma, por unos 13 kilómetros hasta el estuario del río San Lorenzo que desemboca actualmente muy cerca del extenso estero de Ceuta. En ocasiones el río de San Lorenzo no desemboca directamente al mar, sino que sus aguas se vierten en el estero de Ceuta, muy cerca de la línea de playa en la trasecosta; esto fenómeno sucede cuando su boca, conocida como Tavalá, queda cerrada al acumularse la entrada de sedimentos.

El estero de Ceuta se ubica entre la boca de Tavalá y la desembocadura del río Elota y se extiende a través de una superficie aproximada de 7 040 hectáreas.

La geomorfología se caracteriza primordialmente por una marcada influencia de la morfología de bermas que imponen un control estructural y topográfico al embalse del estero; este fenómeno se manifiesta claramente por la ausencia de desembocaduras de ríos importantes que no imponen una acción morfogenética externa de importancia, de modo que la configuración y el contorno de las orillas del estero están modelados por la directriz longitudinal, bien definida, de las líneas de bermas que se disponen paralelamente a la traza general de la costa.

El modelado actual es el resultado de los procesos marinos efectuados durante el cuaternario y su ejemplo más claro es la morfología de bermas y cordones litorales abandonados que marcan las alternantes regresiones y transgresiones marinas.

La geomorfología está constituida propiamente por dos grandes y largos cordones litorales abandonados que se sitúan paralelamente a la línea de la costa; el primero o exterior llamado isla de Quevedo se establece entre la playa y el estero de Ceuta y el otro,

interior, se dispone entre un angosto estero paralelo al de Ceuta.



Foto No. 16. Vista parcial del estero de Ceuta situado entre dos grandes cordones litorales.

Los cordones litorales son arenosos y bajos, formados por surcos o depresiones alargadas y crestas de playas antiguas que se encuentran cubiertas por una vegetación de matorral espinoso; sin embargo los márgenes se hallan pobladas de vegetación de manglar.

El estero de Ceuta se ubica entre los cordones litorales antes citados y se caracteriza por estar formado por un canal bien definido de 60kms de longitud, una anchura media aproximada de un kilómetro, de 6 a 7 metros de profundidad; en la porción central del estero, donde tiene su máxima anchura, se halla una depresión que alcanza hasta 13 metros de profundidad; hacia el extremo interior del estero, que termina muy cerca de la desembocadura del río Elota, el canal decrece en profundidad y allí se ubican las marismas.

A partir de la desembocadura del río Elota la costa pierde su fisonomía de playas bajas arenosas, de amplias llanuras fluviales y de lagunas litorales, ya que a corta distancia de la playa se levantan sierras bajas como la de Piaxtla que alcanza una altura máxima de 200 metros sobre el nivel del mar. Esta serie de pequeñas sierras se extiende hacia el sur, hasta el puerto de Mazatlán.

Las sierras son resultado de extensos derrames de riolitas, andesitas y basaltos, así como intrusivos de granito y granodioritas; también se incluyen algunos afloramientos de pizarra y calizas metamórficas. Muchas de estas rocas afloran sobre el litoral formando una costa rocosa que se desarrolla en pequeños tramos que se alternan con angostas playas de arena y guijarros. Sobre la costa rocosa se observan algunos acantilados curvados, por lo general, la topografía es modelada por colinas bajas, pero agudas, que frecuentemente forman puntas o cabos circundados por escollos y roqueríos aislados.

En el sur de Sinaloa y a 25 kilómetros al sureste del puerto de Mazatlán se localiza el sistema de lagunas litorales Huizache Caimanero, que se encuentran situadas entre los ríos Presidio y Baluarte.

El sistema está compuesto por dos lagunas litorales: la laguna del Huizache al noroeste y la del Caimanero en el sureste. Ambas se encuentran unidas por un estrecho que tiene un canal artificial llamado óseque Pozo de la Hacienda.

La superficie aproximada de ambas lagunas es de 175 km<sup>2</sup>, correspondiendo 134.3 km<sup>2</sup> a la laguna del Caimanero y 40.7 km<sup>2</sup> a la del Huizache.

Las lagunas se hallan separadas de mar abierto por la presencia de un amplio cordón litoral, formado de bermas, conocido con el nombre de isla Palmito de la Virgen, sin embargo, las lagunas comunican con el mar por medio de angostos esteros circundados por llanuras de inundación.

El primero de estos esteros, que se conoce con el nombre de Agua Dulce, se localiza en la porción sur de la laguna del Caimanero. El estero se extiende hacia el sureste y va a desembocar en el río Baluarte, muy próximo a la boca de Chametla (ver mapa No.13) Se extiende en una longitud aproximada de 9 kilómetros, tiene una anchura inferior a 50 metros y una profundidad menor de 2 metros. El segundo, el estero del Ostial, que se sitúa en el extremo noroeste de la laguna del Huizache, se dirige hacia el oeste hasta unirse en co

municación con el río Presidio y con el mar en la boca de Barrón. El estero se extiende unos 10 kilómetros, pero a los 7.5 km. pasa muy próximo a la playa, lo que permite, en este punto, ponerlo en comunicación con el mar, mediante la boca artificial de Barrón. La anchura media del estero es de 30 metros y su profundidad inferior a un metro.

Esteros de las Anonas y pozo del Caimán. En estos dos cuerpos el término "estero" no coincide con el concepto general, aunque geomorfológicamente puedan confundirse con aquéllos. En primer lugar, no presentan influencia de mareas; es decir, no se observan movimientos de flujo y reflujo puesto que son zonas de mareas muertas. En segundo lugar, en la época de secas su masa de agua queda aislada de los demás depósitos de agua. Por lo expuesto, la nomenclatura de estos dos cuerpos de agua es impropia, ya que corresponden más bien a cauces originados por los brazos o distributarios deltaicos tanto del río Baluarte como del Presidio. Sin embargo, hecha la aclaración y para respetar la nomenclatura regional, en este trabajo los seguiremos designando esteros.

El de las Anonas se localiza al sureste de la laguna del Caimanero y se extiende en una longitud de 3.5 km. En su extremo inferior desemboca un canal artificial construido para introducir agua del río Baluarte a la laguna del Caimanero.

El estero pozo del Caimán se localiza en el extremo noroeste de la laguna del Huizache y tiene una longitud de 5 km. En su extremo inferior desemboca un canal artificial construido para introducir agua del río Presidio a la laguna del Huizache, con el fin de mezclar las aguas dulces con las saladas de la laguna, a fin de propiciar el medio adecuado para el crecimiento y desarrollo del camarón.

El relieve batimétrico de las lagunas carece de rasgos distintivos, son aguas someras de nivel muy variable que está condicionado a los fuertes cambios estacionales y el aporte de agua dulce.

La laguna del Huizache presenta una época de desecación completa, generalmen-

te de marzo a junio, a pesar de presentar comunicación con el mar mediante el estero del Ostial. Debido a que esta circulación se interrumpe durante la época de secas, en el período de lluvias la profundidad máxima apenas sobrepasa el metro.

La laguna del Caimanero se comunica con el mar mediante el estero de Agua Dulce, este depósito es más permanente que la laguna del Huitzacho, pero también llega a interrumpirse cuando el período de secas es muy prolongado. La laguna no llega a secarse completamente, aunque la mayor parte de su cuenca se ve afectada, quedando el cuerpo de agua restringido a una pequeña zona en el entronque con el estero de agua dulce. En época de lluvias la profundidad máxima es inferior a dos metros.

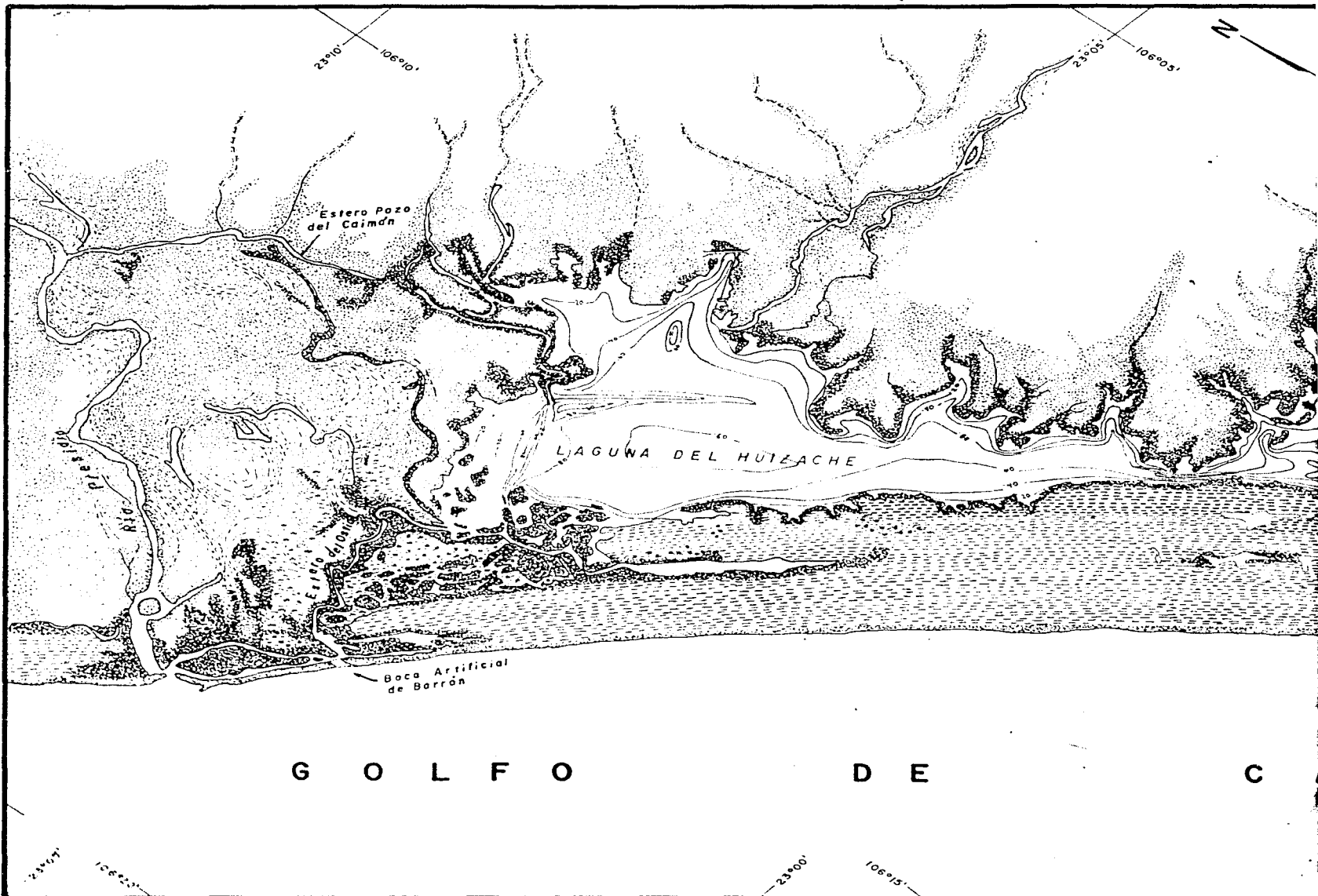
El fondo que predomina en el sistema lagunar está constituido por sedimentos finos arcillosos que localmente se modifican al mezclarse con las arenas.

Entre las rasgos geomorfológicos más sobresalientes del sistema se hallan las áreas de barras, que son depósitos sedimentarios netamente marinos concentrados exclusivamente en la barra arenosa denominada Isla Palmito de la Virgen, que se advierte claramente como una sucesión paralela de crestas abandonadas, que siguen en toda su longitud a la barrera.

Las llanuras de inundación constituyen las porciones bajas intermedias entre las llanuras fluviales y la zona de barras. Las llanuras se inundan por una reducida capa de agua solamente en épocas de lluvias.

Las llanuras de inundación extraordinaria son áreas cuyo nivel ha superado el de las grandes mareas, y sólo en condiciones extremas, como temporales y ciclones, se cubren de agua.

Las zonas más elevadas que circundan a la laguna del Caimanero están formadas por afloramientos rocosos constituidos por rocas ígneas ácidas y conglomerados del cuaternario.



Estero Pozo  
del Caimán

LAGUNA DEL HUTZACHE

Boca Artificial  
de Barrón

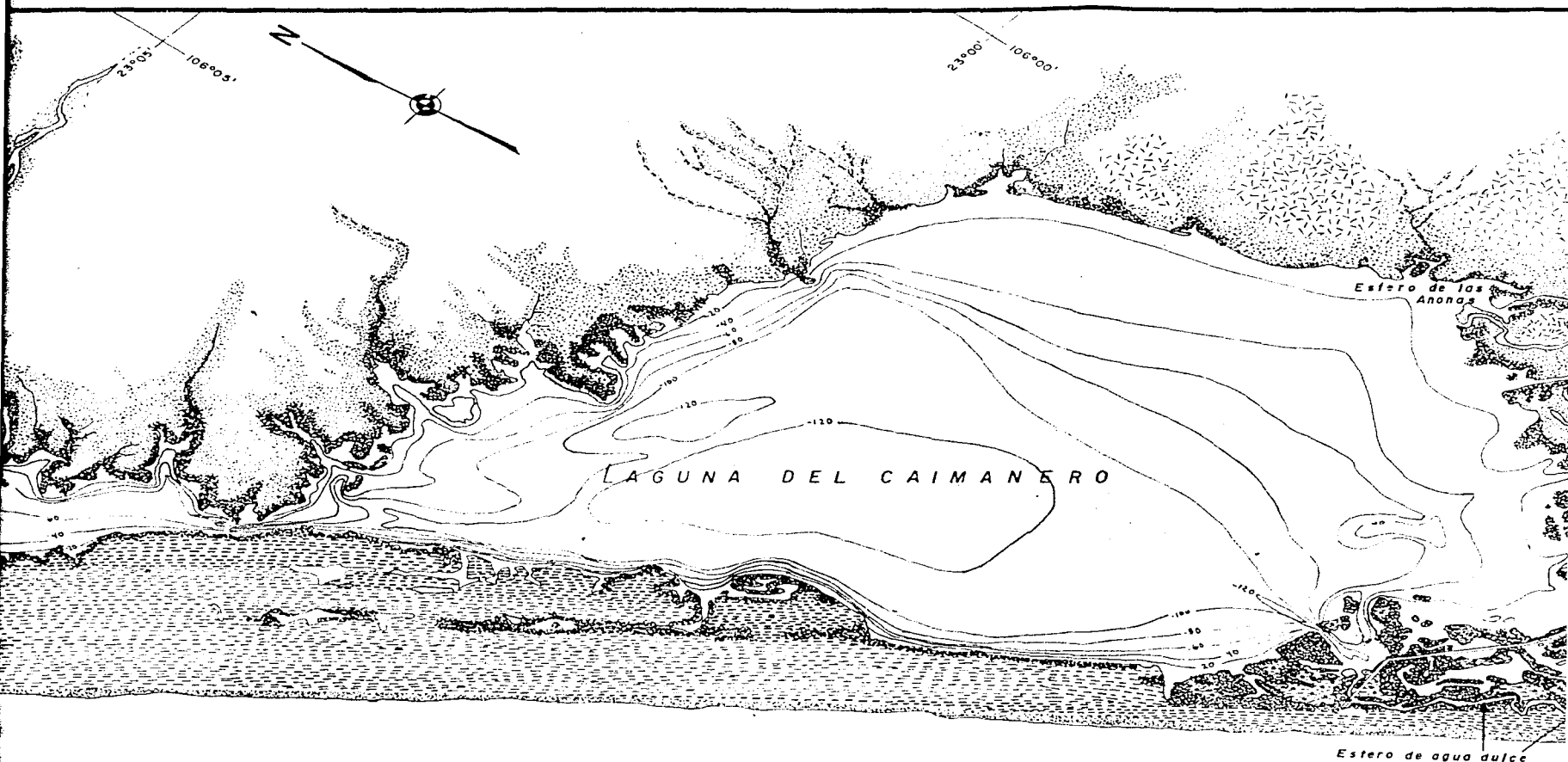
G O L F O D E C

23°10'

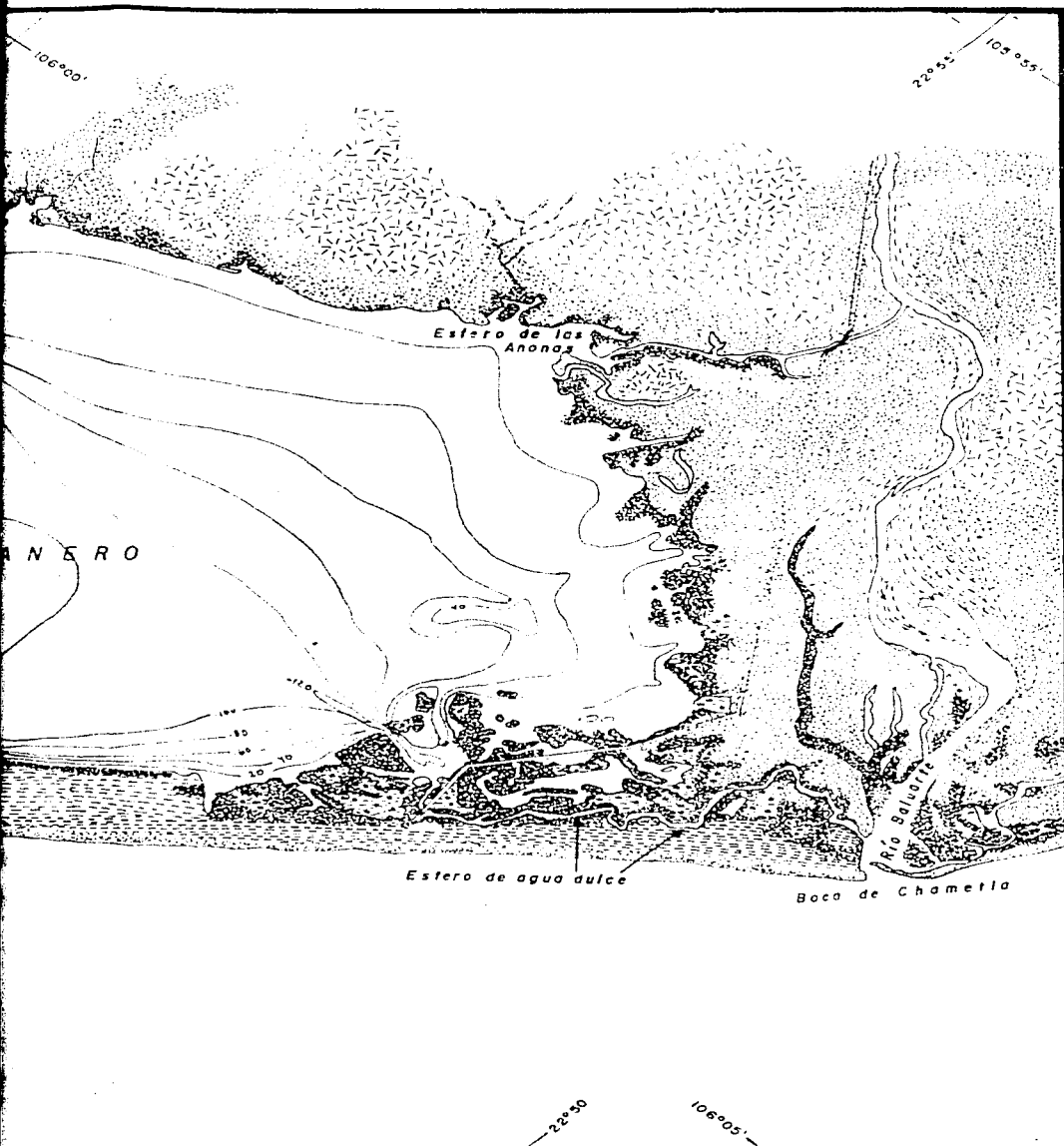
106°10'

23°05'

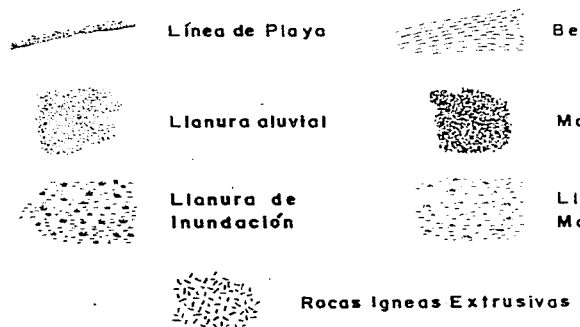
106°15'



C A L I F O R N I A



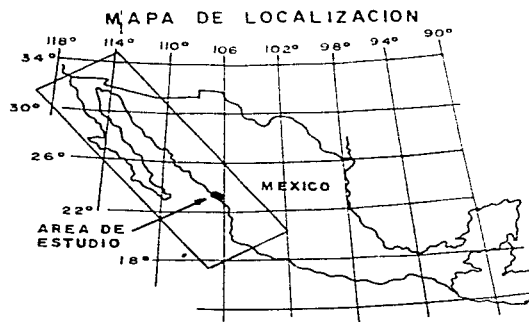
### EXPLICACION



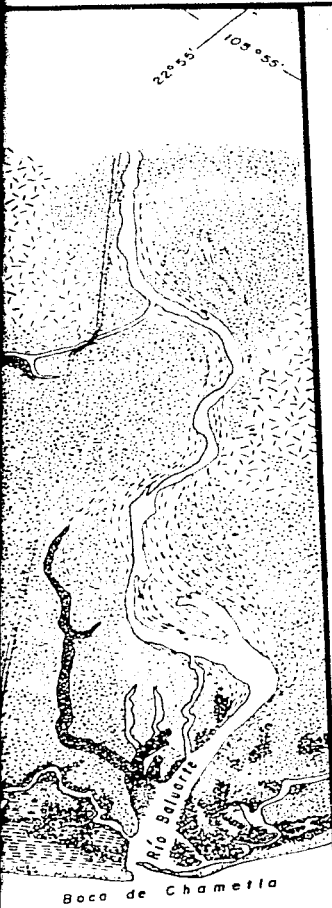
NOTA: Isobatas en centímetros, cero referido al máxima embalse proporcionada por la sección de Geología marina del Instituto de U N A M.



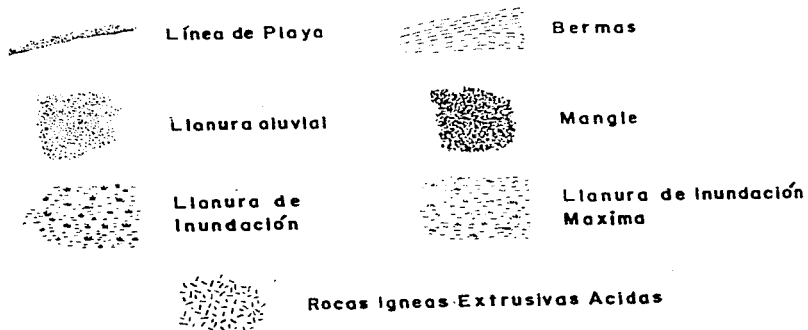
Contribución al conocimiento del litoral de la Llanura costera del Noroeste de México.







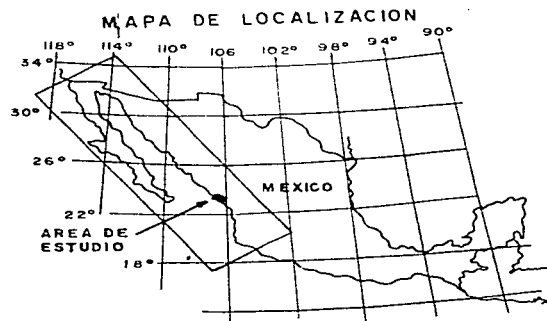
### EXPLICACION



NOTA: Isobatas en centímetros, cero referido al máximo embalse. Batimetría proporcionada por la sección de Geología marina del Instituto de Geología U N A M.



Contribución al conocimiento del litoral de la Llanura costera del Noroeste de México.



Los depósitos fluviales deltaicos están formados por los ríos Presidio y Baluarte, éstos han experimentado en su desarrollo innumerables movimientos laterales que se manifiestan por la presencia de antiguos cauces de configuración serpenteante y meandros abandonados, dando por resultado la formación de amplias llanuras de origen aluvial constituidas por sedimentos finos.

Condiciones geomorfológicas de los estuarios de los ríos Presidio y Baluarte.- Estos ríos transportan a rotundamente un litro de material en sus ensión por metro cúbico de agua, lo que equivale a un aparte promedio anual al mar, por ambos ríos, de aproximadamente 2 millones de metros cúbicos de material terrígeno, la mayor parte del cual es depositado en las bocas o fuera de ellas. Durante la época de secas, cuando el gasto de los ríos es bajo, este material es acumulado a la playa por el oleaje y las mareas; esto ocasiona que las bocas se vayan cerrando gradualmente, y ya para el mes de marzo se cierran en su totalidad dejando a las lagunas aisladas del mar adyacente.

El mecanismo de cierre de los estuarios es similar, también, en la boca artificial de Barrón. El cierre es ocasionado por el avance de dos flechas de arena, una que avanza del noroeste al sureste y la otra que se mueve en sentido opuesto; ambas flechas litorales avanzan la una sobre la otra dejando entre sí, antes del cierre total, un estrecho conal de profundidad decreciente. Este proceso se manifiesta después de la temporada de lluvias, cuando disminuye el gasto del río y, generalmente, para marzo, el canal se obstruye completamente. Sin embargo, en marzo y abril, en las mayores mareas el agua puede atravesar la barra de arena, lo cual ocasiona que posteriormente las lenguas de arena sigan avanzando hasta unirse de nuevo en una barrera. Mientras las bocas permanecen cerradas la masa de agua de las lagunas queda aislada y sometida a fuerte evaporación, lo que permite que la salinidad del agua vaya en aumento su, erando el valor promedio de 35 ‰ de las aguas del mar. En el transcurso de este periodo gran parte de las lagunas se secan, quedando únicamente

te pequeñas charcas aisladas en las cuales la salinidad alcanza valores superiores al 100%. En estas condiciones las áreas secas se convierten en salinas en las que todos los años se explota la sal en pequeña escala comercial.

Con los primeros aportes pluviales y fluviales las bocas se abren restableciendo la comunicación de las lagunas con el mar, en ese momento las aguas de las lagunas y estas experimentan un descenso brusco, de aguas hipersalinas a salobres.

Resumiendo, podemos decir que, el mecanismo hidrológico de las lagunas Nizache Caimanero está regido principalmente por el régimen fluvial y por la evaporación. Las lluvias influyen, en primer término, en el gasto de los ríos y el volumen de las lagunas y ambos, a su vez, en las condiciones geomorfológicas de las bocas, permitiendo o impidiendo el libre intercambio entre el mar y las lagunas regulando, de este modo, directa o indirectamente, las condiciones hidrológicas.

A partir de la boca de Chametla, hasta la desembocadura del río Santiago en Nayarit, la costa es semejante en cuanto a sus características geomorfológicas. Curray Joseph (1) ha estudiado detalladamente esta parte del litoral, abarcando en sus trabajos la geomorfología, la geología y la hidrografía de la costa. Por esto, en la parte final de este estudio, relativa a la zona comprendida entre los ríos Boluarte y Santiago, habremos de referirnos a las investigaciones del mencionado autor, pues consideramos que sus observaciones ofrecen el conocimiento suficiente para apoyar nuestras conclusiones.

Tanto el litoral de la planicie costera como la plataforma continental de esta región están influenciados por el río Grande de Santiago, uno de los principales de la vertiente occidental de México y, en menor grado, por los ríos San Pedro y Acaioneta. Según Curray (1), en el Pleistoceno, durante periodos de bajo nivel del mar, el río Santiago edificó un complejo sistema deltaico en la plataforma continental y en ciertos lugares alcanzó el talud, pero con la transgresión ocurrida en el holoceno la línea de costa se desplazó, a

1) Curray, *ibid.*

través de la superficie expuesta de este complejo deltaico, muchos kilómetros tierra adentro de la situación actual. Durante los últimos miles de años la línea de costa ha sido regresiva, hasta el sitio que ocupa en la actualidad.

La morfología costera consiste esencialmente en bermas (ver mapa No. 14). El litoral está surcado, de manera uniforme, aproximadamente por 200 bermas típicamente espaciadas entre 80 y 200 metros por las depresiones dejadas entre las crestas de playa abandonadas.

El conjunto de bermas se desarrolla sobre la llanura litoral en una longitud de 130 km. y cerca de 10 km. de ancho, desde el río Baluarte hasta el delta del río Santiago; en la porción central, mejor desarrollada, la anchura entre la playa actual y el borde de las bermas más antiguas y alejadas es de 17 km. El relieve va de menos de un metro hasta un máximo de cerca de 5 metros sobre el nivel del mar.

El cuerpo de arena que constituye las bermas es continuo en toda la extensión de la llanura costera, solamente se ve interrumpido por pequeños trechos ocupados por esteros y desembocaduras entre los cuales destaca el estero Teacoacán. Sobre dicho estero, en el acceso al mar existe un canal submarino muy bien definido que se localiza cargado hacia la margen derecha del estero, el canal tiene profundidades hasta de 8 y 9 metros. Por sus condiciones batimétricas el estero presenta muy buenas posibilidades para la navegación; sin embargo, en su desembocadura se forma una barra arenosa con profundidades de 1 y 2 metros, que dificulta la entrada y salida de embarcaciones pesqueras, no sólo por la baja profundidad sino, también, por la fuerte rampante que se forma, por lo que se recomienda dragar un canal que cruzará la barra submarina, lo que permitiría mejor funcionamiento hidráulico del acceso, que posiblemente no requiriera protección de obras exteriores, dado que las velocidades de reflujo son superiores a las de flujo, lo que es un hecho positivo para el mantenimiento del canal.

Los corrientes de reflujos son notoriamente mayores que las de flujo, porque la onda de marea sufre un amortiguamiento debido a la fricción de los fondos someros circundantes al estero, y también a que las corrientes litorales son superiores a las de la marea entrante.

Según Curry el mecanismo de formación de las crestas o bermas es el siguiente: cada berma se forma individualmente como un depósito de línea de costa; el más antiguo es el más lejano del océano y el más joven el más cercano. La línea de costa actual es análoga en muchos aspectos a cada una de las bermas en su época de formación.

El mecanismo de formación propuesto es que cada cresta comenzó como una barra sumergida a lo largo de la costa, frente a la playa existente; esta barra se localiza en el sitio sumergido de la rompiente. Con una erosión suficientemente alta de cresta y en condiciones de baja oleaje del oleaje la barra puede alcanzar la superficie del mar debido a que el bajo fondo que rodea a la barra actúa como un punto de apoyo, de manera que la baja energía del oleaje permite que los sedimentos en suspensión sean abandonados y acumulados sobre la cresta o barra recién formada. Si esto sucede en la marea alta y la condición de bajo oleaje persiste en el transcurso de la marea baja y durante varios ciclos posteriores, la barra formada a lo largo de la costa se transforma en una playa y la playa primitiva es aislada y abandonada como resultado de la regresión marina.

Este proceso, regulado por sí mismo e independiente de influencias externas, se repite cíclicamente desde que el nivel del mar alcanzó su posición actual.

Curry explica que la edad de las líneas de playas abandonadas más antiguas y su desarrollo en la llanura costera no son aún conocidos. Los únicos informes de épocas, obtenidos por el método de carbono radiactivo sugieren que el nivel del mar alcanzó su posición actual hace aproximadamente 3 000 a 5 000 años. Han transcurrido períodos de cambio o receso en las condiciones, o bien interrupciones de la secuencia regular en la

fomación de las bermas, en tal forma, que en los periodos de receso la línea de costa ha sido reorientada por estar sujeta a los cambios producidos por la acción de los agentes erosivos, hasta producirse una discordancia a la que nosotros hemos designado con el nombre de límite de bermas no concordantes (ver mapa No. 14). En la actualidad puede estar sucediendo otra reorientación en la línea de costa porque esta erosiona localmente o transgrede hacia tierra, con el consecuente mejor desarrollo de la actual cresta de la playa. El problema de las edades de las bermas, su velocidad de formación y la posición del nivel del mar del oloceno no podrá comprabarse de manera definitiva hasta no realizar estudios más minuciosos.

## CONCLUSIONES

Como se ha establecido en este trabajo, el modelado litoral de la llanura costera del noroeste de México, al igual que cualquier otro está sujeto a una serie de procesos zonales y fenómenos naturales concurrentes tales como las olas, los mareas, el viento y las corrientes, que actúan en forma semejante o con igual mecanismo en cualquier igualdad. No obstante, se convierten en procesos francamente zonales al traducirse en unidades geomórficas, debido a la influencia de los sistemas morfoclimáticos, los caracteres litológicos y los movimientos tectónicos que condicionan la evolución propia del litoral, dando a cada una de las ocho regiones costeras que lo constituyen características propias bien determinadas.

De lo anterior podemos resumir que, el litoral en cuestión no tiene homogeneidad física toda vez que los factores y elementos naturales que intervienen en el modelado costero se determinan por el complejo morfogenético de cada una de las regiones geomórficas.

**Morfogénesis del litoral.**— La posición actual del litoral es resultado de una oscilante línea de costa debida a periodos alternantes de transgresiones y regresiones marinas que tuvieron lugar durante el cuaternario. En consecuencia, enormes volúmenes de sedimentos de la plataforma continental fueron alterados por los agentes atmosféricos al quedar, durante las regresiones, vastas zonas al descubierto. Al iniciarse la serie transgresiva correspondiente, y con el avance del mar, éste ocupó una nueva línea de costa a una posición muchos kilómetros tierra adentro de su situación actual. Pero, durante los últimos milenios, la línea de costa ha sido regresiva, desplazándose hasta ocupar su presente posición. En el transcurso de las fluctuaciones del nivel del mar el flujo de sedimentos se originó constantemente en los deltas fluviales, depósitos que favorecieron la acumulación de barras que evolucionaron hacia amplios cordones litorales que dejaron sobre la trascosta

extensas lagunas litorales, marismas y esteros. Los bancos y cordones litorales así formados propiciaron la aparición de grandes playas en las que, por la influencia eólica, se formaron amplios corredores de dunas.

Cronológicamente, el modelado costero de las playas extensas del litoral en estudio, se caracteriza por la presencia de sedimentos recientes que su origen en los procesos fluviales que bajan de la vertiente e interfluvios de la Sierra Madre Occidental. La mayoría de los sedimentos se acumulan en las llanuras fluviales y en las desembocaduras de donde son transportados por las corrientes litorales paralelas a la costa, primero, y más tarde remodelados por las olas. La energía del oleaje y su incidencia provocan la remoción de partículas que alteran constantemente los elementos muebles de las playas modificando, así, la fisonomía del litoral. De igual manera, las mareas y sus corrientes se dejan sentir en el modelado costero, originando ciertas formas típicas tales como rizaduras sobre el sustrato arenoso y escalones de playa sobre el borde litoral. Además de la acción de los elementos atmosféricos, marinos, y de las características litorales, hay que destacar el factor vegetación costera que constituye una más de los elementos modificadores de la planicie litoral. El mangle se encuentra, sin excepción, a lo largo de todas las lagunas litorales, esteros y marismas de la costa. El mangle actúa como elemento positivo al litoral entre sus raíces las partículas de sedimentos finos que llevan consigo las mareas, además de traer la velocidad del agua y hacerla perder su poder erosivo, los materiales en sus orillas se depositan y van, así, acumulándose hasta formar nuevos terrenos firmes. El mangle es de valor primordial por su acción positiva frente al ataque de las olas y la marea, pero, desafortunadamente, su proliferación tiene lugar cuando se llena de sedimentos el espacio ocupado por los cuernos de agua litoral, lo que da lugar a la paulatina pérdida de estos últimos. No son los mangles los únicos elementos fijadores de los sedimentos; en la traza y en las partes alejadas de la acción directa de las olas y la marea se encuentran plantas traídas por las corrientes y costas que fijan las dunas, hasta inmovilizarlas, contribuyendo al desarro-



llo ulterior de alguna vegetación arbórea.

La morfogénesis de las costas rocosas del litoral es bastante compleja y poco lo que se conoce de éstas; sin embargo, podemos decir, en términos generales, que la mayoría corresponde a costas formadas por el volcanismo terciario y solamente en algunas tramos a costas originadas por rocas muy antiguas del paleozoico y el mesozoico, de composición granítica y metamórficas.

Los factores litológicos tienen gran influencia en el modelado de las costas rocosas, ya que las rocas no presentan igual resistencia al ataque erosivo del mar. Las olas chocan continuamente contra la base rocosa y fragmentan las partes débiles, favorecen el ensanchamiento de las diaclasas y, por tanto, ocasionan derrumbes por gravedad; este ataque adquiere variadas modalidades según sea la textura, el grado de coherencia, el número de diaclasas, de las rocas que forman la costa. En el caso de las rocas cristalinas granosas hay desagregación de partículas que dan lugar a la formación de arenas gruesas. En general, las rocas volcánicas y en particular las acantiladas basálticas retroceden, por derrumbes, siguiendo las líneas diaclásicas de la roca, mientras que en los granitos el retroceso es más lento.

El mecanismo hidrologico en lagunas litorales, esteros y marismas es bastante complejo, ya que gran parte de los cuerpos de agua que se localizan a lo largo de la costa están sujetos, por una parte, al régimen pluvial y a los aportes fluviales y, por otra, al régimen de mareas y corrientes litorales. Estos dos medios mezclan sus aguas en las lagunas cuando la morfología de barras, bocas, estuarios y canales permiten libre intercambio entre un medio y el otro estableciéndose, de este modo, un ciclo anual de apertura y cierre de circulación. De otra manera, cuando los esteros y lagunas litorales no quedan aislados del mar la predominancia es del medio marino alterando, en consecuencia, el ecosistema clásico de la típica laguna litoral.

## GLOSARIO.

**Amplitud o altura de marea.** Diferencia entre la altura de la marea alta y la baja.

**Barra.** Banco o bajo de arena que se forma en la desembocadura de algunos ríos y lagunas litorales.

**Berm o cresta de playa.** Resalto edificado en la playa alta y sobre la trescosta, resultado de la acumulación de sedimentos litorales por la acción del oleaje y las mareas. El más alto de los resaltes se denomina cresta de playa.

**Cordón litoral.** Término que se emplea, en sentido genérico, para incluir diversos tipos de acumulaciones litorales constituidas por arenas, limos y cantos redondos que se disponen, por lo general, paralelamente y a lo largo de la línea de costa.

**Estero.** Cuerpo de agua contenido en un canal natural angosto, o en un estrecho formado en un recodo de la costa, o bien en antiguos brazos deltaicos cegados. Depósito de agua de poca profundidad, participando del flujo y reflujo de la marea; generalmente vía de comunicación entre los depósitos de un sistema fluviomarino. Difiere de la marisma en que es menos extenso y en que sus inundaciones son más frecuentes y de mayor duración.

**Estrán.** Zona de playa cubierta o descubierta alternadamente por la marea.

**Estuario.** Desembocadura de un río, que tiene influencia marina.

**Laguna litoral o albufera.** Depósito natural situado en el litoral y con influencia marina; generalmente separado del mar por una barra arenosa; su salinidad es variable según la penetración de las corrientes de marea.

**Línea o trazo de costa.** Es el límite de la máxima elevación trazo que figura en las cartas como frontera entre la tierra y el mar.

**Mangle.** Formación arbórea perennifolia, de la familia de las rizoforáceas, de gran diversidad florística, cuya altura general es de 3 a 5 metros. Las especies viven arraigadas en las orillas bajas y pantanosas de la costa, en un sustrato fangoso poco profundo al que las aguas salobres de la marea inundan alternadamente.

**Marisma o pantano marino.** Terrenos bajos, pantanosos, invadidos por las aguas del mar. Se desarrollan en las cercanías del mar y están influidos por la marea. El rasgo distintivo de la marisma es la vegetación constituida por mangle y plantas halófitas arraigadas al fondo.

**Regresión marina.** Avance de la línea de costa hacia el mar.

**Rompiente de marea.** Brusca elevación del agua, que se presenta en el estuario formando una ola rompiente, que puede tener desde unos cuantos centímetros hasta varios metros de altura. Este fenómeno se lleva a cabo en muchos estuarios cuando el flujo de la marea entrante tiene lugar sobre un lecho fluvial.

**Sistema fluviomarino.** Designa un conjunto de lagunas, marismas, esteros y estuarios que tienen comunicación entre sí y con el mar; delimita el área de influencia de la desembocadura de un curso fluvial en el mar.

**Transgresión marina.** Avance de la línea de costa hacia el continente.

BIBLIOGRAFÍA

Rivero Manuel, Jr. Historias fisiológicas de la República Mexicana. Geología Geológica Mexicana. Boletín del Boletín No. 2, Tomo 1, México 1961.

Allison Edwin. "Geology of Areas Bordering Gulf of California: en el 3o Symposium Mexicano Geology of the Gulf of California" edit. Van Andel Theod. y Thor George H. "Petrology Association of Petroleum Geologists Tulsa Oklahoma U.S.A. 1964 pp. 3-7.

Ayala Castañeros, Estéfano Estéfano y otros. Historia y Geología de las Estaciones de Geología Mexicana en las Estaciones de México. Boletín del Boletín No. 2, Tomo 1, México 1961.

Coll Arriánida. "Aspectos de Geología Literaria en México en el Boletín No. 2, Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 1970.

Comité de la Carta Geológica de México. Carta Geológica de la República Mexicana. Escala 1:100,000 México, D.F. 1961.

Curney Joseph. "Cretaceous Tectonics: a Discussion" en el American Bulletin, vol. 70 November 1961, pp. 173-175.

Curney Joseph. "The Cretaceous Tectonics of the Gulf of Mexico. The Geological Society of Mexico. Boletín del Boletín No. 2, Tomo 1, México 1961.

Curney Joseph y otros. "Cretaceous Tectonics of the Gulf of Mexico. The Geological Society of Mexico. Boletín del Boletín No. 2, Tomo 1, México 1961.

Chapa Solís y otros. "Resultados Preliminares del Estudio Geológico y Pesquero de las Lagunas Literarias del Sur de México" en el Boletín del Boletín No. 2, Tomo 1, México 1961.

Derron José. "Geología de México" edit. Barcelona, España 1961.

Guerra Peto, R. "El problema de la tectónica de México en el Boletín del Boletín No. 2, Tomo 1, México 1961.

Halle J. "Geología Literaria y Geología" edit. Barcelona, España 1961.

Guzman Alejandro, "El uso de las Formas Aéreas en el estudio de las costas", en Conferencia Regional Latinoamericana de la Unión Geográfica Internacional, Tomo III, Edit. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, México, D.F., 1966, pp. 317 - 322.

Instituto de Geógrafos, Tablas de Predicción de Mareas 1968, Puertos del Océano Pacífico, Departamento de Oceanografía, Universidad Nacional Autónoma de México 1967.

Instituto de Geógrafos, Tablas de Predicción de Mareas 1969, Puertos del Océano Pacífico, Departamento de Oceanografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1969.

Ives and Hill, "The Development of the 'march frame'" in American Journal of Science, Vol. 247, March 1951, pp. 215 - 223.

Johnson, O.W., Marine Processes and Coastal Developments, John Wiley and Sons, New York 1964, p. 397.

King, Luciano, Beaches and Lagoons, Edward Arnold, London Great Britain, 1957.

Melipal Cruz V., Geología litoral del Arco Volcánico Sonoro, (Trab. profesional), Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, 1971.

Mendoza Von Borstel, "Plan para el desarrollo y explotación de la Fauna y Flora Acuática en lagunas litorales", en la ciencia mundial en México, Vol. XXV No. 4, México D.F., 1971.

Ordóñez Leopold, Las provincias físico-climáticas de México, Revista Geográfica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, No. 27, 3, Tomo I, México 1941.

O'Hann Francis, Introducción a la Geografía Marina y Litoral, Eudeba, Buenos Aires, Argentina, 1967.

Phleger Fred, "Some General Features of Coastal Lagoons" en Lagunas Costeras, Memoria del Simposio Internacional de Lagunas Costeras, pp. 6-23, UNAM-UNIBICAO, edit. Ayala Costasores y Phleger Fred, México, D.F.

Phleger Fred y Ayala Costasores, "Marine Geology of Tuxtepec Lagoons Simposio México", en Lagunas Costeras, Memoria del Simposio Internacional de Lagunas Costeras, pp. 101-132, UNAM-UNIBICAO, edit. Ayala Costasores y Phleger Fred, México D.F., 1967.

Ringuelet Paul, Geología Costera Continental, Eudeba Buenos Aires, Argentina 1962.

Roden Gunner, "Oceanographic Aspects of Gulf of California", en Marine Geology of the Gulf of California, pp. 39-92, Edit. Van Andel Tjoerd y John George Jr., American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 1964.

Rusnell Gene y Fisher Robert. "Structural History and evolution of Gulf of California", en: Memoir 3, a Symposium, Marine Geology of the Gulf of California, pp. 144-156, Edit. Van Andel Tjeerd y Shee George Jr. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa Oklahoma, U.S.A., 1964.

Rusnell Gene, Fisher Robert y Shepard Francis. "Bathymetry and Faults of Gulf of California", en: Memoir 3, a Symposium, Marine Geology of the Gulf of California, pp. 157-70, Edit. Van Andel Tjeerd y Shee George Jr. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 1964.

Rusnell Richard. River and Delta Morphology. Louisiana State University Press, Coastal Studies No. 20, 1967.

Rusell Richard. River Plains and Sea Coast, University of California Press, Los Angeles, California, U.S.A., 1967, p. 173.

Rutler K. "The Mangrove Community, Aspects of its Structure, Faunistics and Ecology on Lacunas Costeras, Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras, pp. 113-536, UNAM-UNESCO, edit. Ayala Costacheros y Pileger Fred, México, D.F., 1969.

Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, Derrotero de las Costas de la República Mexicana. Dirección General de Marina, Puertos y Faros, primera parte, México, D.F., 1939.

Secretaría de Recursos Hidráulicos, Boletín Hidrológico No. 20 Regiones Hidrológicas No. 1 a 7. Jefatura de Irrigación y Control de Ríos. Dirección de Hidrología, México, D.F., 1970.

Shepard Francis, The Earth Beneath the Sea. John Hopkins Press, Baltimore, 1939.

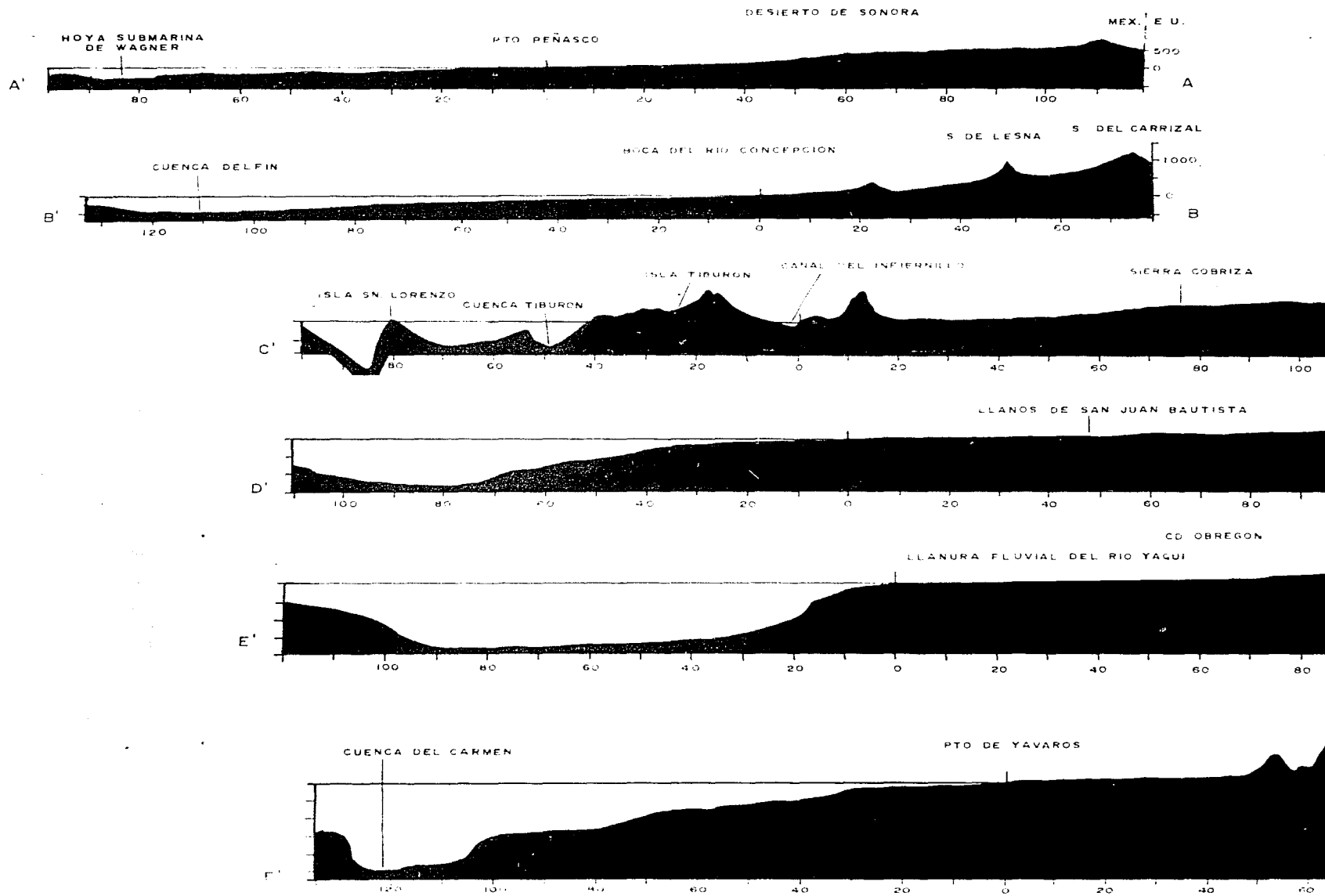
Soto López R., Macrobentona Hidrológica del Sistema de Lagunas Litólicas Huicache, Camaronero y su Influencia en la Producción Camaronera, (Tesis Profesional), Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, 1969.

Tamayo Jorge, Geografía General de México, Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. Tomo I, México, D.F., 1962.

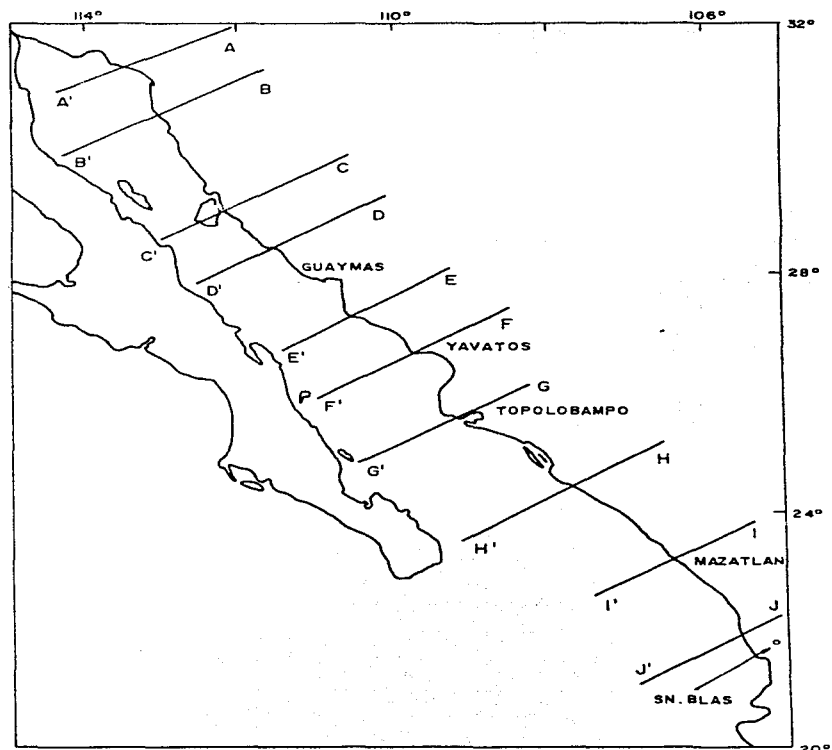
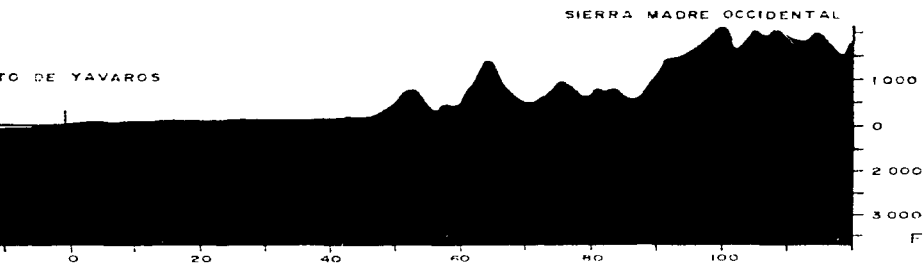
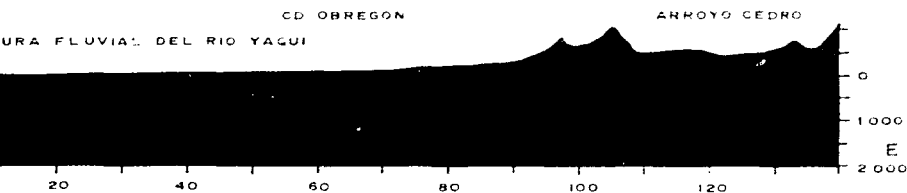
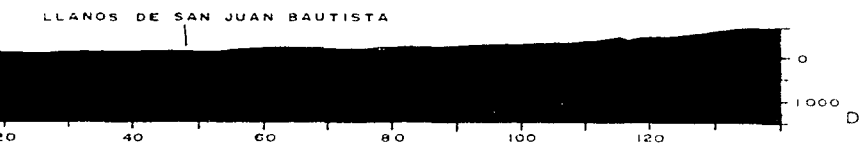
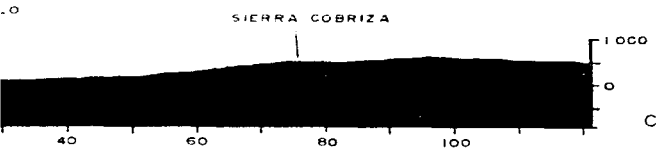
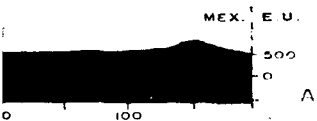
Tator Benjamin A., Drift and Anomalies in Coastal Plain Regions, Photogrammetric Engineering, Vol. 1, No. 1, June, 1934.

Thornbury W. Hiram. Principios de Geomorfología. McGraw-Hill, Buenos Aires, Argentina 1960, p. 627.

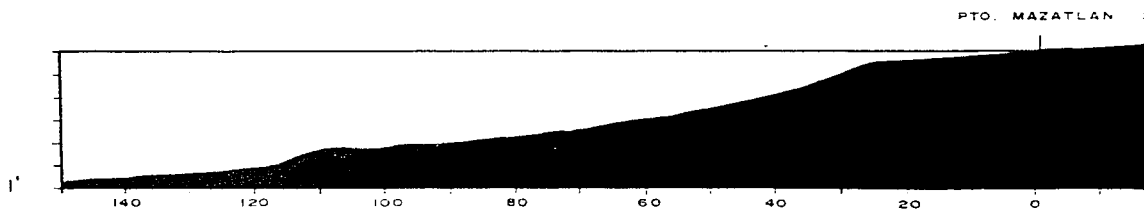
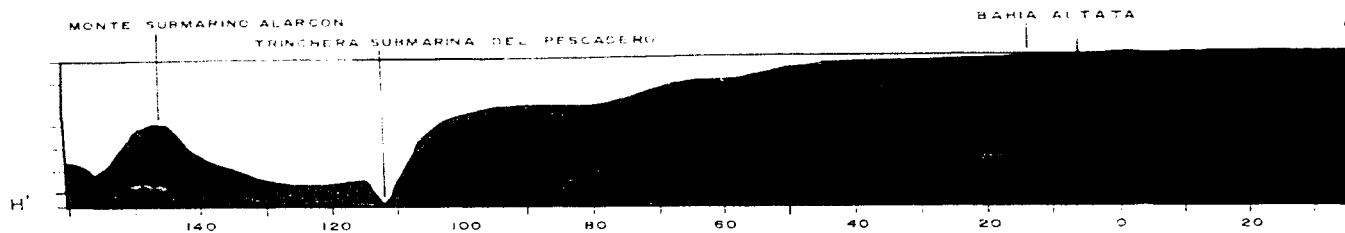
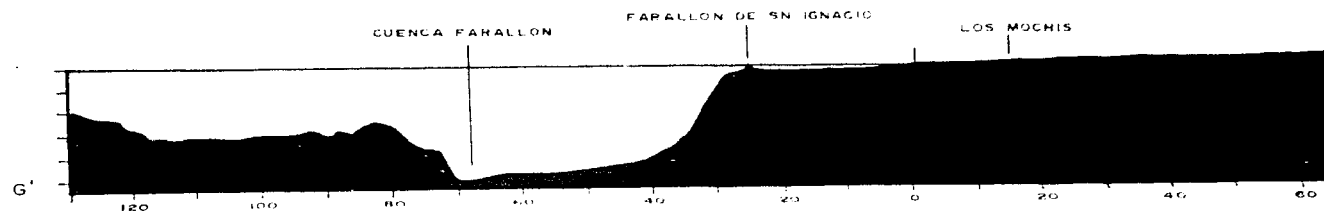
Van Andel Tjeerd. "Recent Marine Sediments of Gulf of California" en: Memoir 3, a Symposium, Marine Geology of the Gulf of California, pp. 216-610. Edit. Van Andel Tjeerd y Shee George Jr. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa Oklahoma, U.S.A., 1964.



PERFILES TRANSVERSALES A LA LLANURA COSTERA DEL NOROESTE DE MEXICO Y DEL GOLFO DE CALIFORNIA







ESCALA VERTICAL  
1:100 000

1000 m.

500

0

500

1000

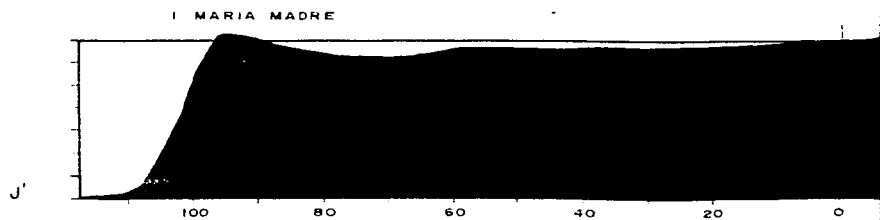
ESCALA HORIZONTAL  
1:1 000 000

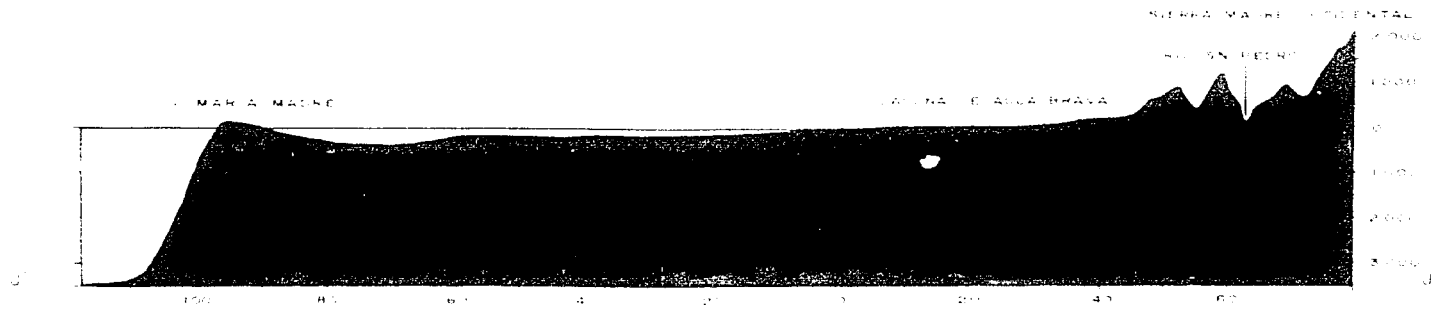
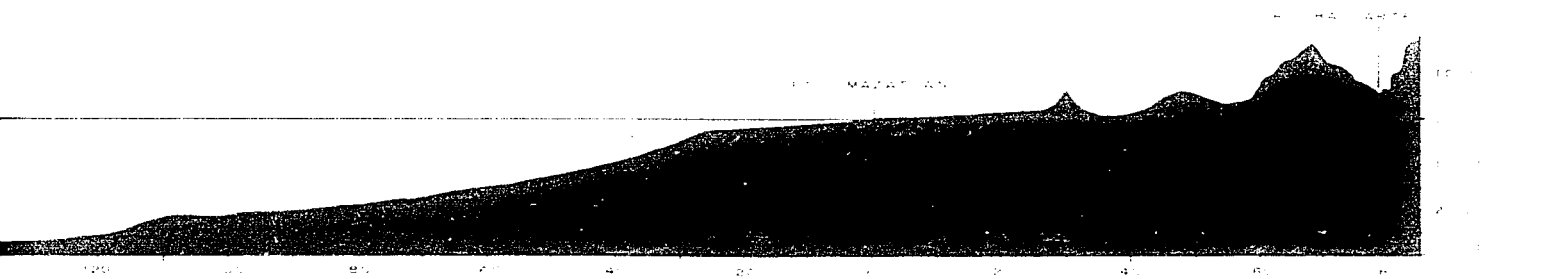
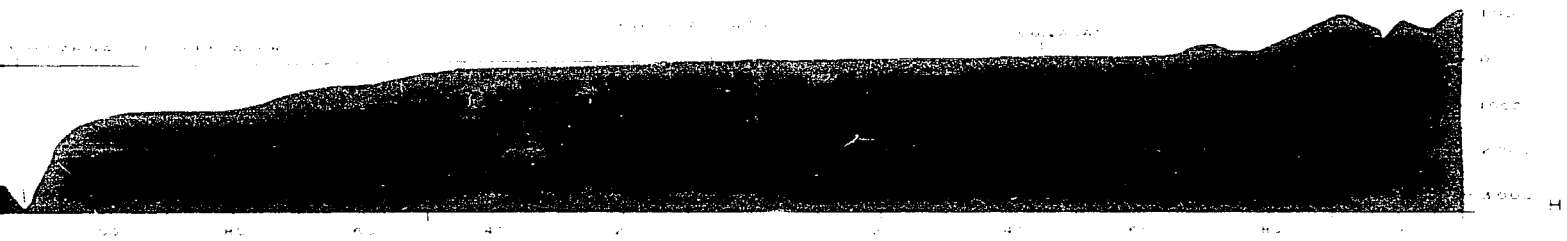
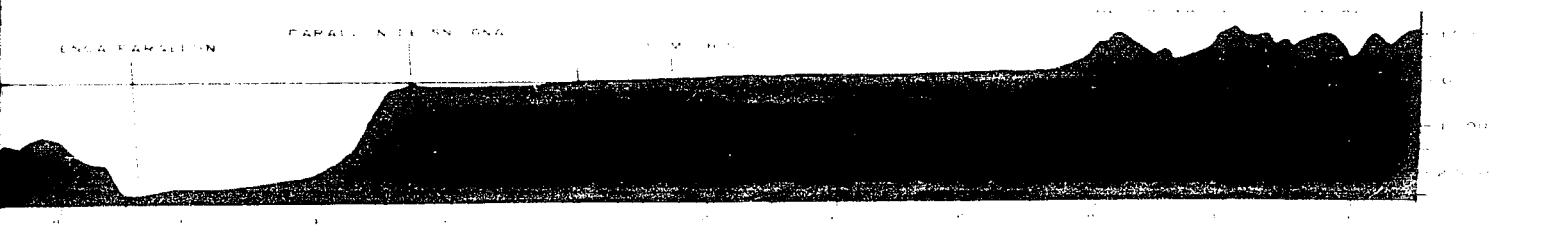
1000

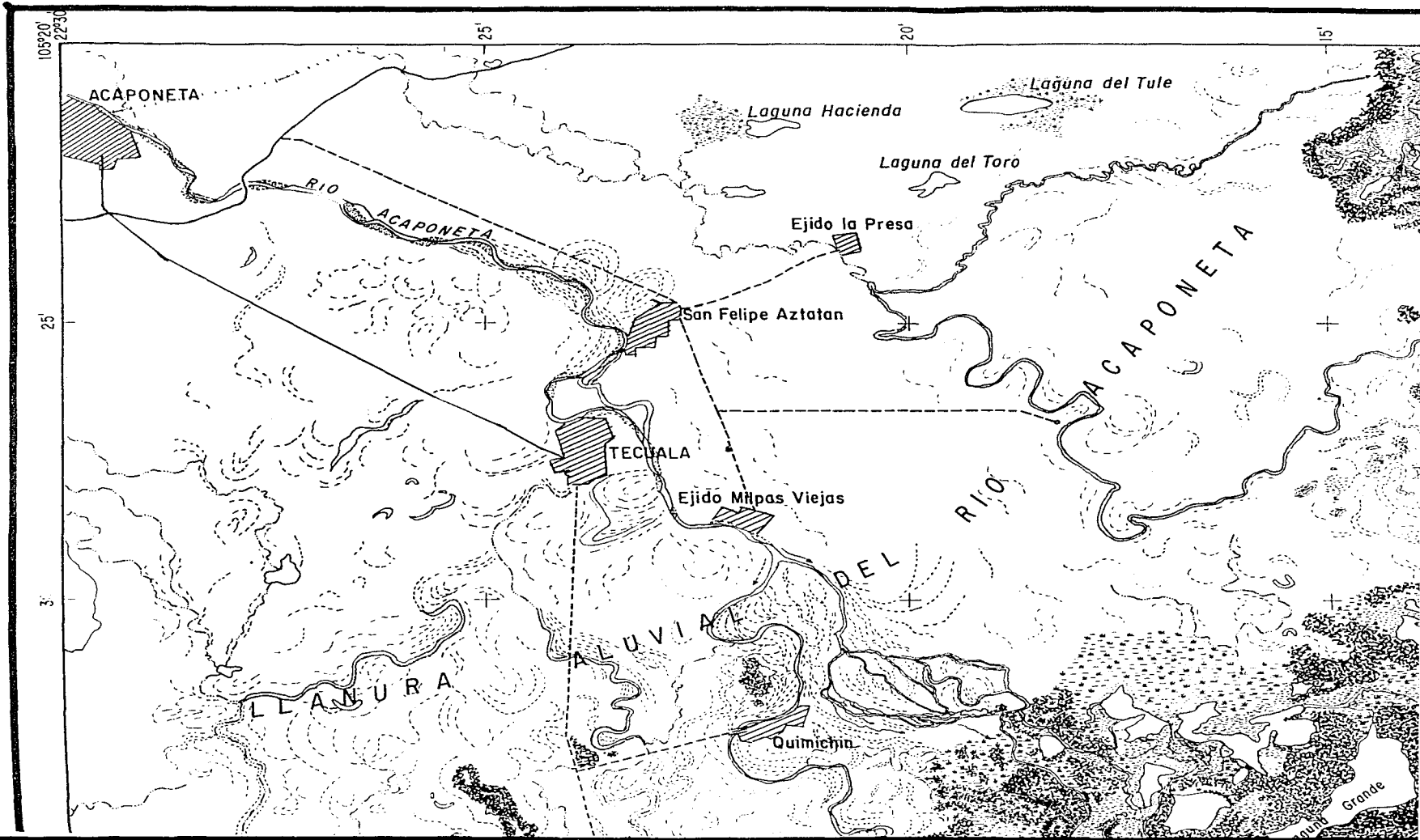
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
U. N. A. M.

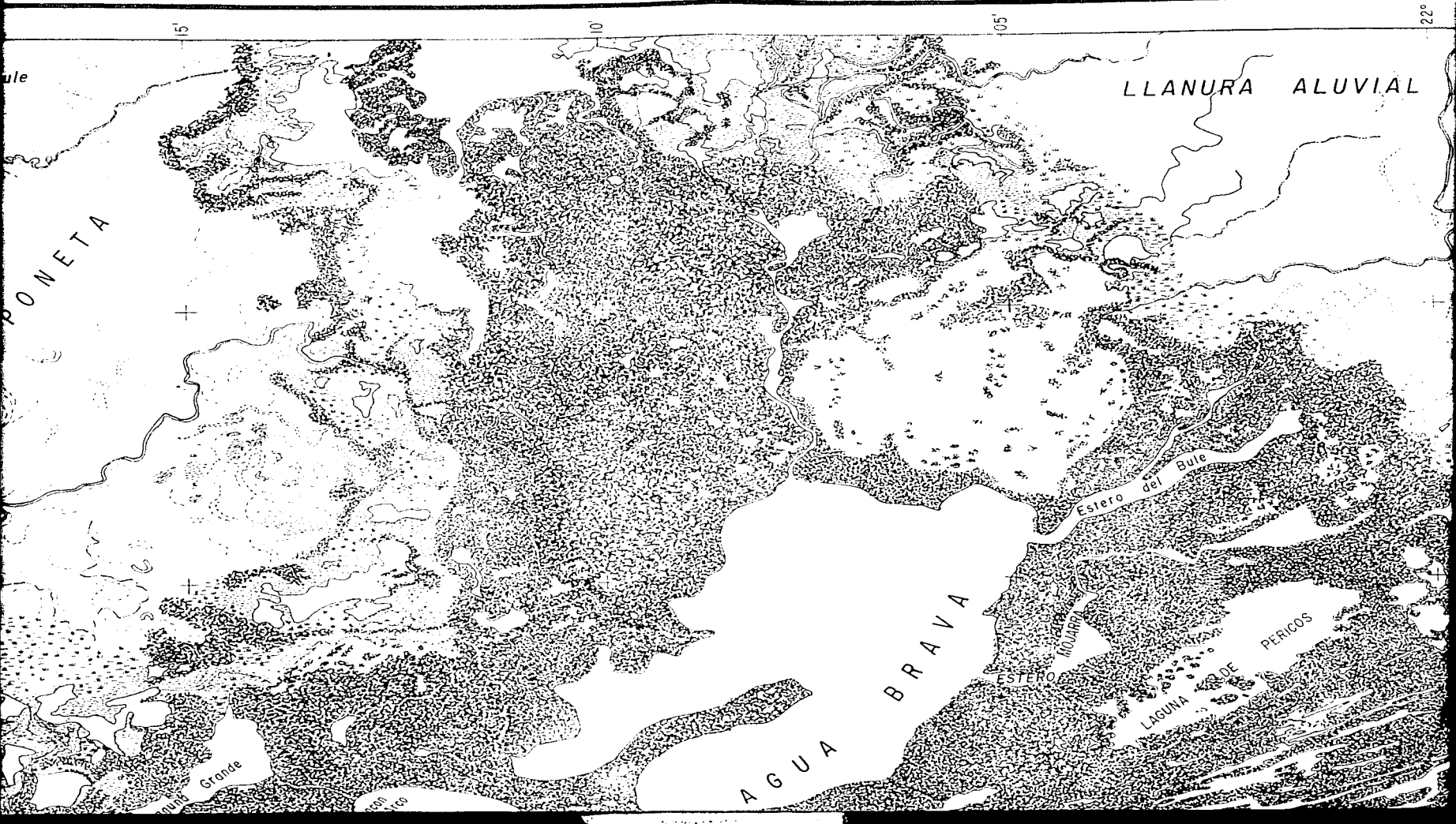
INVESTIGO:  
MARIO ORTIZ P.  
DIBUJO:

WILFRIDO AYALA G.









ule

POMETA

LLANURA ALUVIAL

Grande

AGUA BRAVA

Estero del Bule

ESTERO

MOQUITA

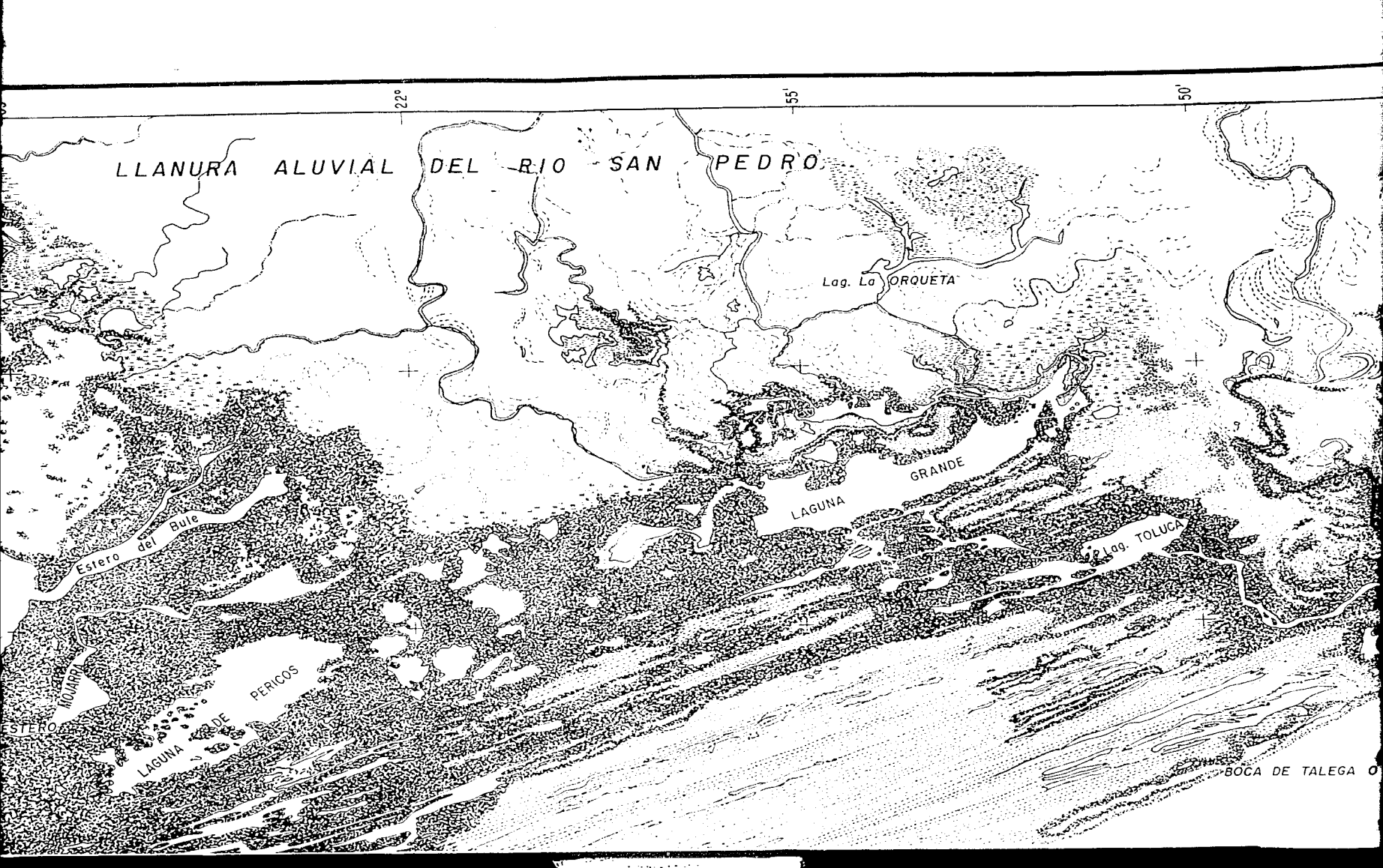
LAGUNA DE PERICOS

15'

10'

05'

22°



LLANURA ALUVIAL DEL RIO SAN PEDRO.

Lag. La ORQUETA

LAGUNA GRANDE

Lag. TOLUCA

Estero del Bulo

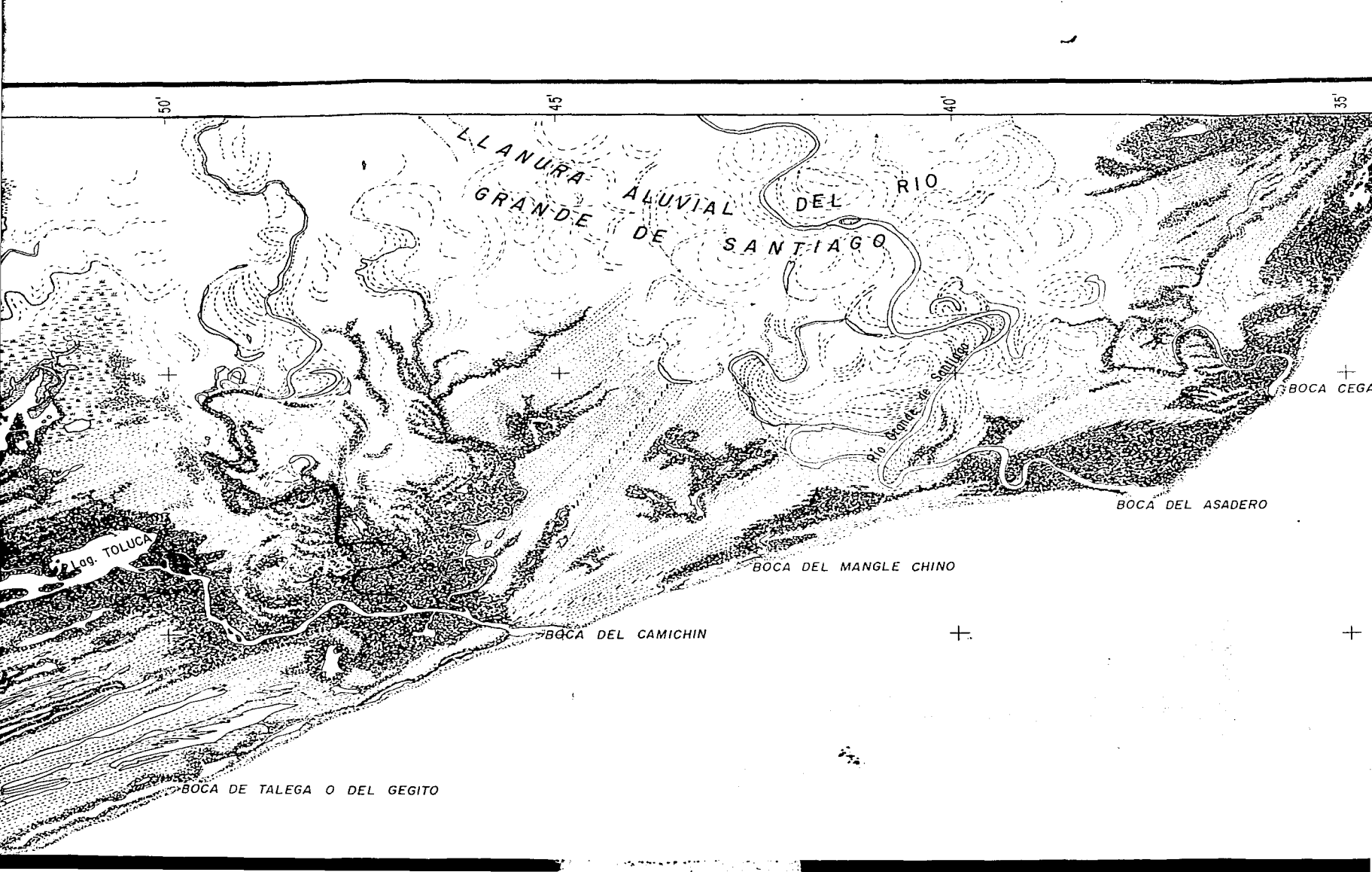
LAGUNA GRANDE DE PERICOS

BOCA DE TALEGA

22°

155

50



50'

45'

40'

35'

LLANURA ALUVIAL DEL RIO  
GRANDE DE SANTIAGO

Rio Grande de Santiago

BOCA CEGA

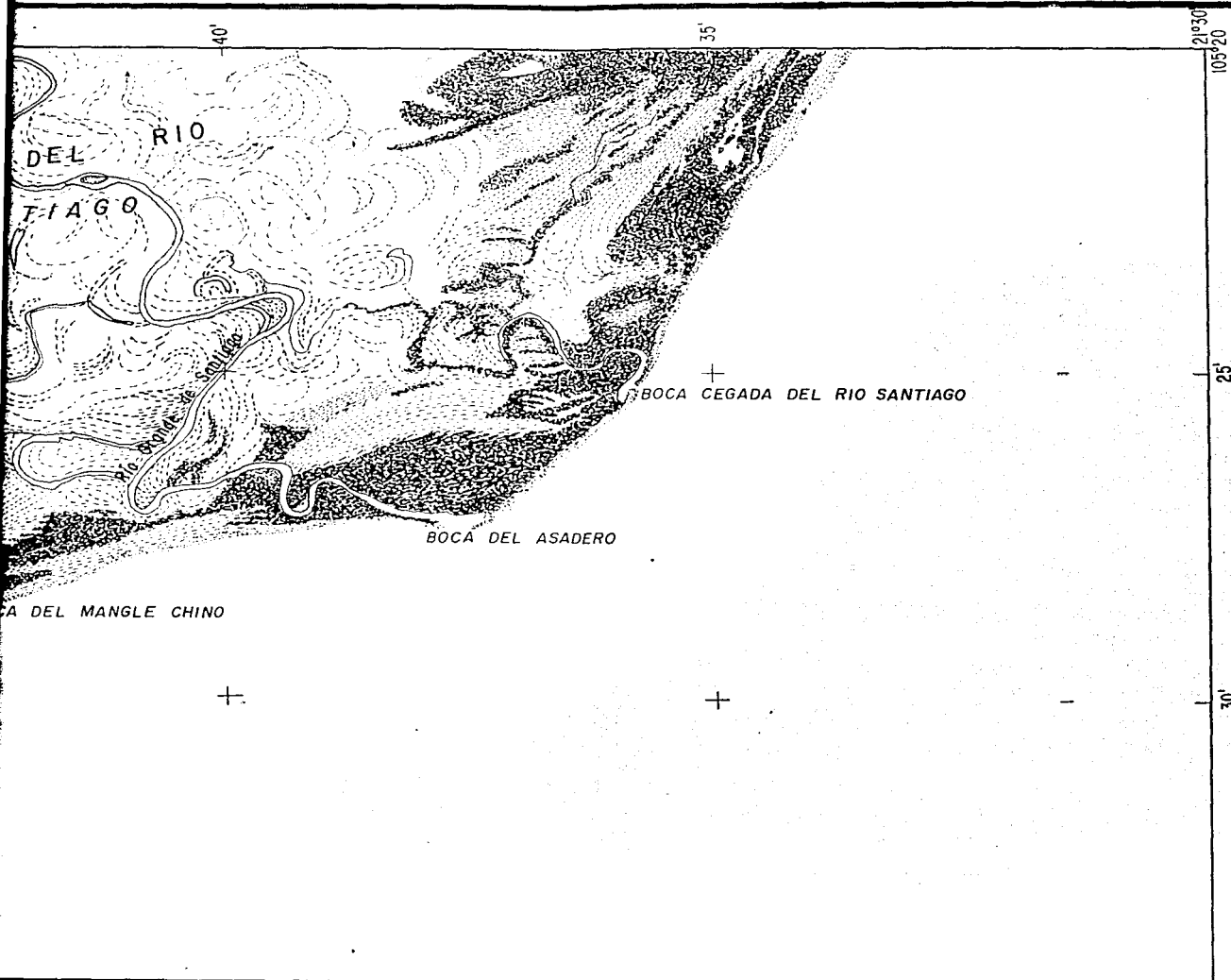
BOCA DEL ASADERO

BOCA DEL MANGLE CHINO




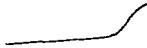
BOCA DEL CAMICHIN

BOCA DE TALEGA O DEL GEGITO

Log. TOLUCA



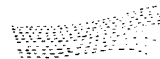
E X P L I C

- 
 PLAYA
- 
 LIMITE DE BERMAS NO CONCORDANTES
- 
 LLANURA DE INTERMAREAS
- 
 MEANDROS ABANDONADOS
- 
 CODO DE CAPTURA
- 
 POBLADOS
- 
 CAMINO PAVIMENTADO

E X P L I C A C I O N



PLAYA



BERMAS



LIMITE DE  
BERMAS NO  
CONCORDANTES



MANGLAR



LLANURA  
DE  
INTERMAREAS



LLANURA  
DE  
INUNDACION



MEANDROS  
ABANDONADOS



LECHO MAYOR FLUVIAL



CODO DE  
CAPTURA



LECHO  
FLUVIAL  
ABANDONADO



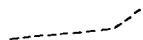
POBLADOS



VIA DE F.F.C.C.



CAMINO  
PAVIMENTADO



TERRACERIA

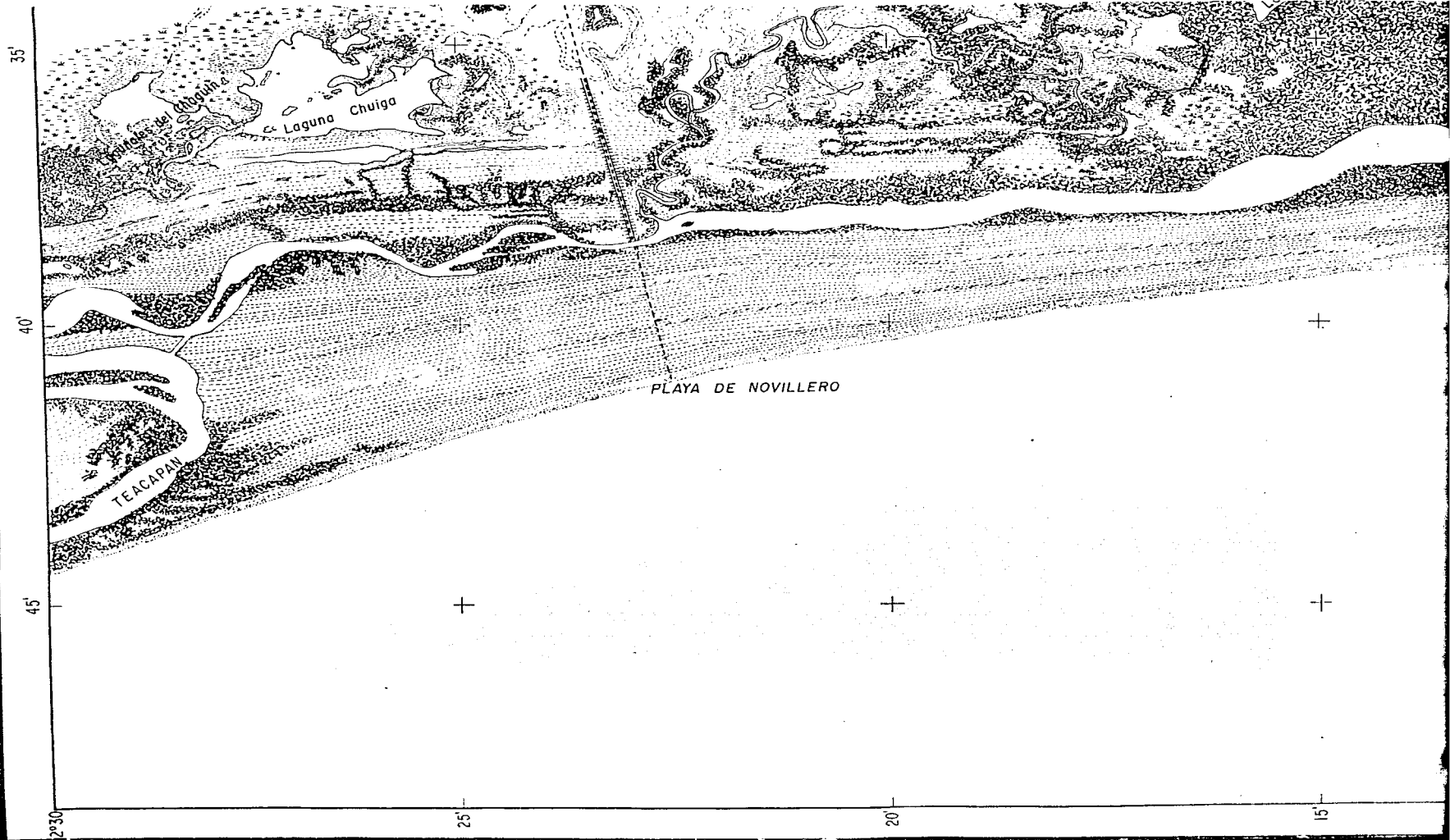
L RIO SANTIAGO

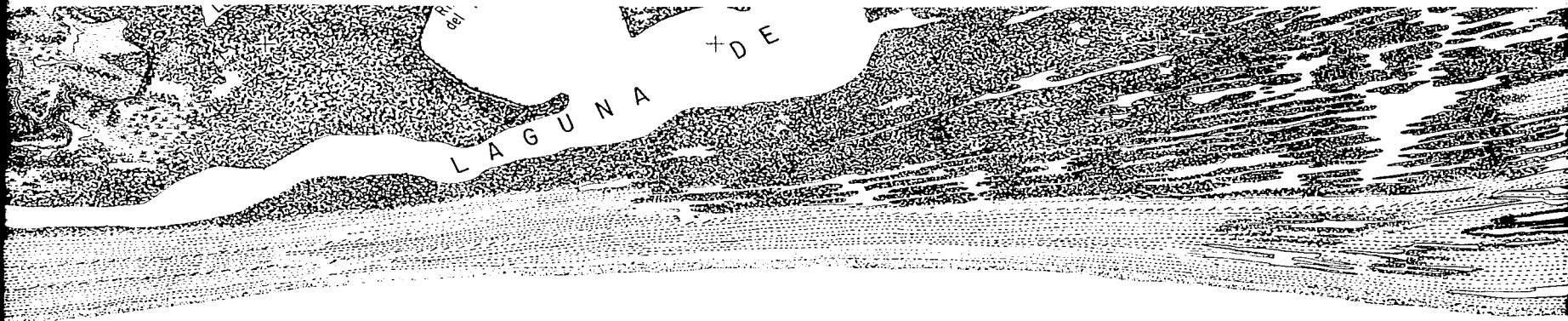
21°30'  
105°20'

25'

30'







LAGUNA DE

OCEANO

+

+

+

+

+

+

15°

10°

05°



CANADAS Y MARISMAS DEL COLORADO

+

+

+

+

+

+

22°

55'

50'

P A C I F I C O

45'

+

+

+

40'

+

+

+

35'

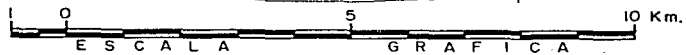
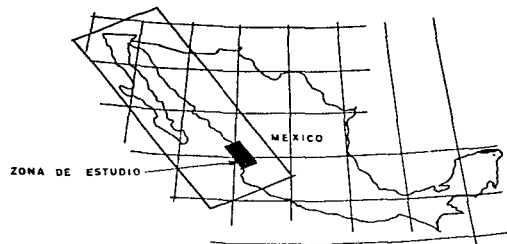
+

+

+

VADO

MAPA DE LOCALIZACION



PROYECCION TRANSVERSAL DE MERCATOR

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DEL LITORAL DE LA  
LLANURA COSTERA DEL NOROESTE DE MEXICO, ESTADO  
DE NAYARIT.

MARIO ARTURO ORTIZ PEREZ

1972

ROTULO: JORGE CALONICO L.