

Geografía para el siglo XXI

Diferenciación del espacio costero de México: Un inventario regional

Mario Arturo Ortíz Pérez
Guadalupe de la Lanza Espino

Colaboradores
Mario Porfirio Salazar Enciso
José Luis Carbajal Pérez



Serie Textos Universitarios
Núm. 3, 2006

Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional

**Mario Arturo Ortiz Pérez
Guadalupe De La Lanza Espino**

Colaboradores
Mario Porfirio Salazar Enciso
José Luis Carbajal Pérez

Esta investigación, arbitrada por pares académicos externos, se privilegia con el aval de la institución editora, propietaria de los derechos correspondientes.

Diferenciación del espacio costero de México: Un inventario regional

ISBN: 970-32-3965-X

Primera edición: 2006

D.R. c 2006. Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Geografía

Impreso y hecho en México

Geografía para el siglo XXI (Obra General)

Serie Textos Universitarios

ISBN: 970-32-2965-4

Coordinación editorial: Agustín Fernández Eguiarte

Formación: Armando Sánchez Enríquez y Eduardo Estalino Estrada Hernández

Revisión de estilo: Martha Pavón López

ÍNDICE

Prefacio	v
Primera Parte: Diferenciación del Espacio Costero de México: un inventario regional	
Introducción	3
Enfoque metodológico	4
Definición de la zona costera	5
Definiciones operativas	6
Escenario costero y su ordenación para la evaluación desde el punto de vista de la organización espacial	7
Objetivo	8
La morfometría de las costas	8
Algunas consideraciones metodológicas del análisis morfométrico	10
Diferenciación de costas y mares marginales del litoral del Pacífico mexicano	12
Regionalización costera	12
Costa del Pacífico Noroccidental	13
Costa Suroccidental de la Península de California	14
El Golfo de California	16
Región del Alto Golfo	18
Región de la Costa Oriental de la Península de California	18
Costa Oriental del Golfo Inferior (sur de Sonora y norte de Sinaloa)	20
Costa Centro Occidental del Pacífico mexicano	22
Costa Suroccidental del Pacífico mexicano	24
Costa del Golfo de Tehuantepec	25
Costa de Chiapas	27
Resumen de los registros por regiones costeras del Pacífico	29
Resumen de los perímetros del litoral interior de aguas protegidas	29
Exposición global de las costas insulares del Pacífico mexicano	32
Resumen global de la costa del Pacífico mexicano	33
Segunda Parte: Litoral del Golfo de México y Mar Caribe de México	37
Caracterización general	37
Diferenciación de las costas y mares marginales del litoral del Golfo de México	41
Costa Nororiental (Tamaulipas)	41
Costa Centro Oriental (Veracruz)	43
Costa Centro-Sur (Veracruz-Tabasco y Campeche)	46
Costa Noroccidental de la península de Yucatán (Campeche y Yucatán)	48
Litoral del Mar Caribe (Quintana Roo)	51
Bahías de Sian Ka'an (Reserva Natural)	54
Resultados del inventario regional	55
Resumen de la costa interior del Golfo y Mar Caribe	56
Resumen de las costas insulares del Golfo y Mar Caribe	58

Resumen del inventario de la Costa Atlántica de México	59
Total general de los tipos costeros del Golfo de México	59
Inventario a nivel de país	60
Tercera Parte: Componentes costeros	
Delta	65
Bahía	65
Estuarios	67
Laguna costera	67
Sistemas estuarinos-lagunares	69
Estero	70
Albufera	72
Marisma	74
REFERENCIAS	78
Cuarta Parte: Glosario	85
Anexo 1. Litoral Pacífico	89
Anexo 1a. Costas insulares del Pacífico	115
Anexo 2. Litoral Golfo de México	119
Anexo 2a. Costas insulares del Golfo	133
Anexo 3. Comparativos país	137

Prefacio

Esta contribución constituye un análisis de las costas de México en el marco fisiográfico. Se exponen los criterios para delimitar, desde el punto de vista regional, a la línea de costa, tanto para litoral de México correspondiente a la costa Atlántica, como la del Pacífico. Al interior de cada región costera se hace una delimitación, clasificación y medición longitudinal de la línea de costa con referencia a su vulnerabilidad; considerando principalmente su disposición espacial. Considera a la costa expuesta al mar abierto, a las márgenes de las riberas de aguas interiores protegidas con un ambiente de energía física baja, por estar en una posición espacial más retirada del mar y por estar protegida por barreras arenosas con una ubicación de retaguardia tierra adentro. Se mide de manera sistemática a una escala de detalle de 1:50 000 la magnitud de la extensión del desarrollo longitudinal de los diversos tramos de disposición de la costa, inventariando, según sea la naturaleza y la competencia litológica, a la erosión de costas rocosas y arenosas.

Se llevó a cabo un inventario de los elementos morfométricos de superficie y morfohidrográficos de carácter fluvio marino como: bahías, lagunas, deltas, estuarios, llanuras de inundación, marismas, entre las más importantes. Con la información de los elementos lineales y areales de la línea de costa, incluyendo la composición morfológica costera, se compararon las regiones del litoral del Golfo de México y del Pacífico y, por último, se hizo un balance a nivel país. Finalmente, en un anexo se incluyen datos numéricos en relación con el código de registro de la localización del levantamiento cartográfico hecho por INEGI de mapas escala 1:50 000 de las costas.

PRIMERA PARTE

**DIFERENCIACIÓN DEL ESPACIO COSTERO DE MÉXICO:
UN INVENTARIO REGIONAL**

1

DIFERENCIACIÓN DEL ESPACIO COSTERO DE MÉXICO: UN INVENTARIO REGIONAL

Introducción

De forma conciente o no, se sabe que la naturaleza de la costa de la Península de California es distinta a la de la península de Yucatán y, ésta, diferente a la de Oaxaca, así observamos que esta última en fisonomía y condiciones no tiene nada que ver con el litoral de Tamaulipas. Luego de observar los litorales en imágenes satelitales o en mapas, vemos que difieren en la configuración de la línea de costa y en la morfología de zona costera; el hecho es que, si verificamos en campo se tienen también modificaciones en el clima, en la vegetación y seguramente en la constitución litológica, advirtiendo como cambian las características del paisaje. En efecto, percibimos las diferencias, pero la mayor parte de las veces no se sabe cabalmente cómo ocurren y a partir de dónde se modifican las condiciones y las características geomorfológicas, pudiendo ser que menos aún nos demos cuenta de las dimensiones regionales de estos cambios.

La evolución geológica e hidrodinámica de las zonas costeras en México ha propiciado la formación de patrones fisiográficos con el dominio y liga entre diversos elementos morfo hidrográficos como los deltas, bahías, lagunas, estuarios, esteros y marismas. De igual manera se han generado diferentes tipos de costas, de playas de distintas configuraciones en entrantes con caletas, ensenadas o embahamientos, entre otros, además de salientes con puntas, penínsulas y cabos; cada uno con características particulares y locales. La morfología originada y modelada a partir de la interacción dinámica de las zonas terrestre y marina adyacentes (sin excluir la influencia permanente del clima), comprende desde las latitudes templadas hasta las tropicales, sin olvidar la presencia de las zonas áridas que se ven reflejadas, por ejemplo, en los sistemas costeros del Golfo de California. Por otra parte, Lugo (1985) señala que la gran diversidad y amplitud de dichos rasgos, son producto de las diversas morfoestructuras que confluyen frente a su gran extensión litoral, como una característica notable de su fisiografía.

Si pensamos de forma más específica, nos damos cuenta que no existe una base documental que indique cómo son las costas o cómo están organizadas, si tienen playas o si son rocosas, cuántas hay y en qué proporción. Esto ayudaría a entender hasta dónde se extienden, para luego interrogarse si contienen barras o si resguardan a lagunas costeras y, si las hay, ¿de qué tamaño son? Tendríamos que preguntarnos si estos datos tienen algún significado, ¿de qué sirven? y ¿qué utilidad o valor pueden tener?; habrá que reflexionar al respecto. Para iniciar cabe mencionar que México cuenta con más 11 000 km de costas y que se ubica dentro de los primeros 15 países a nivel mundial con una cantidad considerable de márgenes costeros. El dato sólo invita a imaginarnos la cantidad de recursos existentes a lo largo del litoral, pero poco ayuda a reflexionar y tomar conciencia plena de la magnitud real con lo que se cuenta. El problema tal vez consista en que el dato por sí solo es frío, no está

contextualizado, no encuentra la existencia de un marco de referencia, no se ha hecho gran cosa para potenciarlo, ni mucho menos para vincularlo con la diversidad ambiental o para ligarlo con los recursos naturales, ni tampoco como un dato útil dirigido a la planeación, y menos aún para aprovecharlo como una estrategia territorial, toda vez que carece de cualquier sentido de relación.

El planteamiento del problema que animó a desarrollar este trabajo, es precisamente el hecho de que hasta el momento no existe, a nivel nacional, un documento que considere de manera sistemática un reconocimiento fisiográfico a todo lo largo del borde litoral. La importancia de este ensayo estriba en suplir esta carencia en la medida de lo posible, con la información disponible que cubra la totalidad de la zona costera del Pacífico y del Golfo.

Las fases de acopio, de análisis y síntesis del conocimiento de los escenarios costeros se llevó a cabo a partir del proceso de regionalización natural, el cual se convierte en un instrumento de carácter holístico que busca descubrir el arreglo o patrones de la organización de los elementos fisiográficos y descifrar cómo es la expresión espacial del paisaje, la distribución de los tipos de línea de costa, sus ligas con la hidrografía costera y el mar adyacente; la naturaleza geológica y geomorfológica de la costa que guían en buena medida a los indicadores ambientales presentes. Esta serie de atributos son básicos en el conocimiento de una concepción más racional de las costas.

En este trabajo se identificarán y diferenciarán las regiones naturales enmarcadas dentro de la estructura fisiográfica de la escala media, que comprenda tanto a la porción sublitoral como continental, incluida la supralitoral. De este modo se dará un orden jerárquico a las unidades fisiográficas y a las regiones naturales de escala media, las cuales, a su vez, representan la asociación de mosaicos o subsistemas costeros de menor orden de extensión, subordinada debajo de la escala regional y el de las provincias fisiográficas. Estas regiones están relacionadas entre sí en términos de una historia geológica semejante que poseen la propiedad de pertenecer a una combinación de los elementos del clima enmarcados en una región natural distintiva.

La cohesión de la estructura espacial hacia el interior de la región natural está marcada por el control del arreglo fisiográfico, misma que se fundamenta en el hecho de que la estructura del espacio costero está ocupada por la diferente distribución y localización diversa de los tipos geomórficos, de la disposición morfológica de las clases de relieve que impone el trazo de la red hidrográfica, todos dispuestos de diferente forma en el gradiente de transición entre las características continentales hasta los ambientes marinos.

Enfoque metodológico

El proceso de regionalización implica la descomposición o división territorial que se reagrupa a final de cuentas, en función de la homogeneidad genética de los territorios, toda vez que esta regularidad expresa una organización análoga en la distribución de los componentes que tienen el atributo de pertenecer a la composición del mismo tipo (Riábchikov, 1976). Sin embargo, hay que hacer notar la existencia de dos enfoques en el análisis de la diversidad de escenarios geográficos. El primero de ellos, aplicado en este trabajo, consiste en la diferenciación fisiográfica basada en los contrastes o de diferencia particular irreplicable. Éste trae consigo el sello distintivo y único de la información genética, así como el desarrollo evolutivo que cubre dicho

requisito de singularidad por su modo de ocurrencia, además de proporcionar información del emplazamiento de las morfoestructuras del relieve, su composición y distribución de secuencias cronolitoestratigráficas (Mateo-Rodríguez, 2002).

El segundo punto de vista del proceso de regionalización se refiere a la diferenciación de carácter tipológico, es decir, a los elementos morfohidrográficos costeros, arreglos y rasgos que se presentan repetidamente en una determinada región. Se identifican en espacios o superficies que manifiestan una distribución regular de tipos o clases correlacionados por su semejanza o condición análoga, que se repiten por pertenecer a un mismo tipo, estructura y de clase patrón que guarda una homogeneidad interna relativa.

Los escenarios fueron clasificados en función de la posición que guardan con respecto al mar abierto, dividiéndose en exteriores o frontales, las cuales hacen contacto con el mar y las orillas de aguas protegidas que están resguardadas por barreras arenosas.

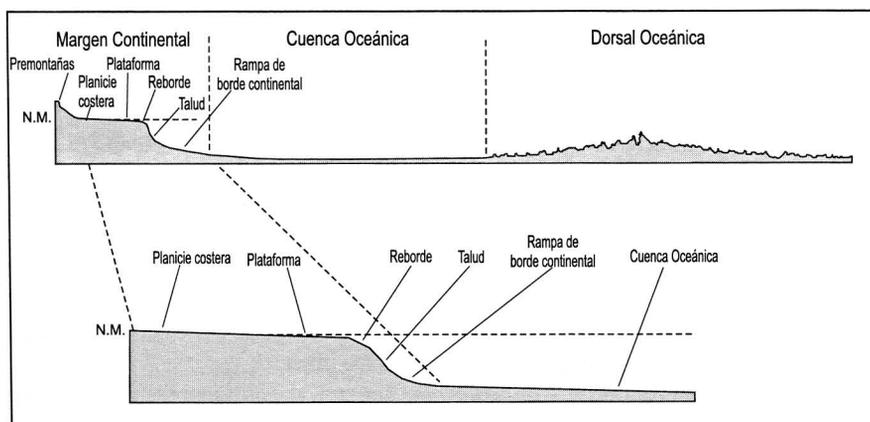
Definición de la zona costera

Destacan a gran escala tres rasgos topográficos comunes a todos los océanos: los márgenes continentales, los fondos de las cuencas oceánicas y los sistemas de dorsales, de acuerdo con Bruce *et al.* (1961), Turekian (1974) y Boillot (1984).

En las márgenes continentales se distingue la siguiente secuencia: plataforma ¿talud? rampa de borde continental (Figura 1). La plataforma es la continuación sumergida de la topografía y geología visible de la tierra adyacente, correspondiente a la planicie costera o al relieve rocoso de cantiles, modificada en parte por la erosión del ambiente costero y sedimentación.

Por su parte, Inman (1976) señala que la transición entre el mar y la tierra tiene lugar en aguas poco profundas de la orilla que cubren la plataforma continental y los estuarios. En esa franja incide una serie de fenómenos como erosión, sedimentación y transporte de sedimentos; descarga de aguas continentales en cuyas desembocaduras se deja sentir el vaivén de la pleamar y bajamar e incluso los eventos meteóricos de vientos y tormentas que tienen efectos directos e indirectos, así como el crecimiento

Figura 1. Perfil idealizado de los principales tipos de fondo oceánico



y diversificación de la vegetación que, en conjunto, modelan la costa y modifican su origen, contribuyendo con las actividades antropogénicas.

La zona de transición varía de anchura y puede contener diversos arreglos de distribución fisiográfica; es decir, una distinta organización espacial de los elementos geomórficos e hidrográficos dispuestos sobre diversos paisajes como son las planicies costeras, llanuras de inundación, deltaicas, aluviales, estructurales que contienen a su vez a los cuerpos y vías de agua, en forma de corrientes y arroyos, lagunas, estuarios, bahías, marismas de manglar, entre los más importantes. Debe diferenciarse: la línea de costa que es la línea donde el agua y la tierra se encuentran, playa u orilla donde el agua cubre a la arena o a la grava (excluyendo el material lodoso como limo-arcilla que se encuentra en las márgenes de los deltas; Shepard, 1973). Desde nuestro punto de vista, también se puede definir la zona costera como aquella que se extiende desde tierra adentro en la ruptura de pendiente interna marcada por el nivel máximo de la marea, hasta la línea de bajamar en el contacto entre los depósitos de playa y el fondo de la plataforma continental.

La zona costera tiene variantes amplias en su definición, según la especialidad, pero incluye a la playa con un intervalo de anchura diferente; en términos generales ésta comprende desde la plataforma continental (colindancia con el talud) hasta la trascosta donde se dejan sentir los aerosoles de la marea (para algunos autores hasta la desaparición de la vegetación halófila). Sin embargo, resulta polémico el término, pues confluyen varios intereses y puntos de vista sobre el concepto de zona costera, por ello se ha incluido aquí la última opinión de un grupo de investigadores expertos en manejo costero e instituciones:

La zona costera abarca desde el límite marino de la plataforma continental y mar territorial, hacia el mar, hasta los límites geopolíticos de los municipios que tienen frente costa o están contiguos, tierra adentro. Construye una amplia y heterogénea región que mantiene intensas interacciones físicas, biológicas y socioeconómicas donde ocurre un dinámico intercambio de energía y materiales entre ecosistemas terrestres, marinos y la atmósfera (INE-SEMARNAP, 2000).

Definiciones operativas

Dentro de la zona costera se presentan diversos ámbitos o elementos geomorfohidrográficos como:

- Lagunas costeras que también tienen diferentes acepciones, como la siguiente: “depresión de la línea de costa que aísla una masa de agua que puede estar dispuesta de forma paralela o perpendicular con respecto a la costa frontal, usualmente es de fondo somero y sometida a intervalos de marea. Sin embargo, se halla semiaislada de las aguas oceánicas por barreras de arena, de escasa pendiente, en donde tiene lugar una depositación activa de sedimentos.
- Estuario, trecho o parte final de un río abierto al mar en donde se establece un gradiente salino dependiente de la pleamar o la bajamar”. Son áreas de transición o ambientes variables y se pueden clasificar por su geomorfología, fisiográfica, sedimentación, energía, entre otras.
- Bahía, es una porción del mar que penetra al continente, menor que un

golfo, de configuración más o menos cóncava y su área es igual o mayor que la del semicírculo que conforma”.

- Marisma, puede ser una llanura pobremente drenada de la planicie costera, con vegetación halófila, también considerada como planicie de inundación de la marea (pleamar) y ubicada en las márgenes de los estuarios o circundando a las lagunas.
- Albufera es “una laguna costera oligohalina o dulce o salada separada del mar por una barra arenosa que sólo se abre en la época lluvias y con eventos extremos (tormentas y huracanes)”.

Adicionalmente habría que considerar los cambios inducidos por el hombre a través de las actividades económicas por los cambios de uso del suelo costero, ya que normalmente repercuten modificando y alterando las condiciones, características y hábitats.

El conocimiento de la línea de costa puede estructurarse en función del arreglo de los componentes geomórficos (formas de erosión y/o acumulación), los cuales finalmente se manifiestan a través de la inestabilidad de la línea de costa que es asimilada, ya sea por el comportamiento transgresivo (avance de la línea de costa hacia a la porción continental), o por el avance regresivo (avance de la línea de costa hacia el mar); donde, al no haber cambios, se adopta el estado de equilibrio-estable.

Escenario costero y su ordenación para la evaluación desde el punto de vista de la organización espacial

Los elementos morfo hidrográficos pueden ser conspicuos por su dinámica local que, aunque pueden interactuar entre sí, se considera que están relativamente confinados y diferenciados. Sin embargo, al efectuar un balance del inventario existente en relación con el número y extensión, se aprecian diferencias entre autores; Lankford (1977), Contreras-Espinosa (1985); Castañeda y Contreras-Espinoza (1995), que de forma general los refieren como lagunas. Se pueden señalar dos posibles causas de estas diferencias: la primera está en relación con la geodinámica local, así como por las alteraciones antrópicas actuales que aceleran los cambios fisiográficos en la zona costera. La segunda se refiere a la problemática que se ha generado en torno a los distintos criterios y puntos de vista en la diferenciación y delimitación de estos rasgos morfológicos o geoformas costeras, lo que ha propiciado el desarrollo de conceptos y clasificaciones tan divergentes como ambiguos por los diversos enfoques disciplinarios (destacándose la geológica, geográfica, biológica, ecológica, económica y sociológica) entre los especialistas con perspectivas individualistas, que no siempre confluyen en un punto común (Ortiz y Espinosa, 1991).

Algunas investigaciones que abordan el número y extensión de los diferentes rasgos morfohidrográficos, se limitan a considerarlos únicamente como lagunas, puesto que sólo ciertos trabajos como los de INEGI (1988) y CNA-IBUNAM (1998 y 1999) denotan estas diferencias; incluso se advierten desigualdades hasta en la superficie, Phleger (1969), Cárdenas (1969), Yáñez-Arancibia (1986) y Contreras-Espinosa (2001), quienes refieren que hay 12 500 km² de superficie lagunar y 16 000 km² de superficie estuárina, sin que haya una claridad explícita de

los límites, o en su defecto, se presente una relación del número, ubicación y superficie.

La CNA-IBUNAM (1998) ha calculado que los cuerpos de agua costeros ocupan el 3% de la superficie de México, refiriéndolos como lagunas, esteros y marismas, sin embargo, no hacen referencia a los deltas, bahías, estuarios y albuferas (este término se retoma para incluir aquellos cuerpos de agua que han quedado aislados dentro de la planicie costera y que son geoformas cuya evolución está asociada a la dinámica oceánica y fluvial).

Objetivo

El objetivo de este trabajo es determinar un orden de clasificación que sea de utilidad y que funcione como guía para el proceso de regionalización natural, así como para la identificación y caracterización de las unidades costeras de homogeneidad relativa de escala regional.

Por otro lado, este estudio tiene como objetivo, también, diferenciar e inventariar (número y superficie) de los distintos rasgos morfo hidrográficos costeros de México como línea de costa, deltas, bahías, estuarios, lagunas, esteros, albuferas y marismas.

De esta manera se tiene contemplado contar con un sistema de clasificación más completo, con una mayor capacidad analítica y de integración, sin perder de vista los alcances y limitaciones derivados de la escala de representación regional, pero acorde con el nivel de información disponible. Es de vital importancia contar con una cartografía geomorfológica sistemática que logre un lenguaje común en los términos de referencia ante la necesidad de un conocimiento creciente de las costas, que a su vez sean útiles en la normatividad del manejo y/o administración de la costa.

La morfometría de las costas

La caracterización numérica del relieve costero consiste en determinar el valor de los elementos: puntuales, lineales (trayectoria longitudinal de la línea de costa) y areales (superficie de los cuerpos de agua costeros). A mayor magnitud de extensión, la tendencia es la de proporcionar una mejor oportunidad y estrategia para una heterogeneidad geoecológica y, con ello, una estrecha relación entre diversidad de escenarios del paisaje costero y la riqueza de flora, relación evidenciada por Priego-Santander *et al.* (2004).

Como organización estratégica, la traza de la línea de costa se selecciona según el grado de exposición relativa con respecto al mar abierto (Figura 2). De este modo se identifica a la costa más vulnerable o expuesta al embate directo de la energía física del mar a través del oleaje, corrientes, mareas y a los meteoros atmosféricos como nortes, tormentas y ciclones; por ende, sujetas a la inestabilidad, así como a la modificación continua por erosión, abrasión, transporte y acumulación con cambios estacionales a nivel de playas bajas arenosas.

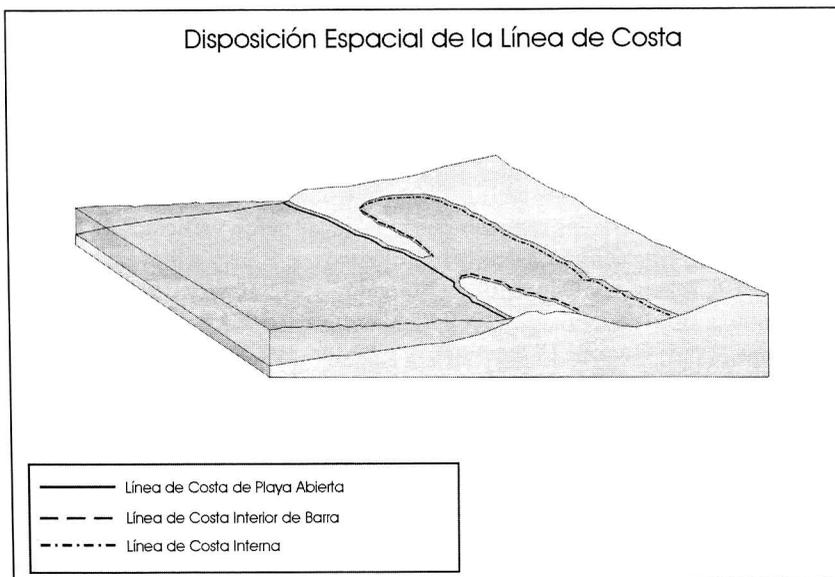
Su importancia es indiscutible, toda vez que este tipo de costa es la más representativa de los litorales de México, que ocupa casi las dos terceras partes de la extensión total. Desde el punto de vista geomorfológico, una buena parte son costas de barrera, cuya margen interna corresponde a la orilla que se encuentra en sotavento y que hace contacto con las aguas protegidas del cuerpo de agua del estero o laguna

interior. Por su disposición paralela e interna con respecto a la costa frontal, la orilla interior recibe menor energía física por estar localizada atrás de la barrera (Figura 2); por ello, usualmente es de carácter acumulativo debido a la acreción (deposición lenta) de sedimentos que provienen de la deflación del frente de la barrera (campos de dunas o cordón arenoso).

Otra característica común es que forman planicies de inundación de anchura estrecha, expuestas al vaivén de la marea y del oleaje refractado que es amortiguado en los fondos someros, ya sea de una laguna costera o de un estero. El límite más distante del mar es la costa más interna de la porción continental siempre emergida, la cual se expresa con los contactos o interfases más contrastados o acentuados, dada la topografía del ambiente continental contrastante con respecto a los de las aguas internas protegidas, todo esto con excepción de las áreas deltaicas, estuarios y orillas que carecen de barreras, pero que forman planicies de inundación en donde los gradientes entre los ambientes costeros y el continental son de transición. La margen interna es modelada por un oleaje que fue amortiguado al perder energía por los efectos de refracción y fricción de los fondos someros. Esta costa se considera de mayor estabilidad desde el punto de vista hidrodinámico, obviamente sin menospreciar en este orden, al comportamiento estuarino, que es uno de los más dinámicos.

Con base en estos argumentos, no sólo se decidió tomar el dato de la longitud del frente costero, sino que se agregó el valor de la disposición y exposición espacial de las márgenes costeras internas; asimismo, se definió el tipo de costa de acuerdo con la composición del material, principalmente en costas de roca firme para diferenciarlos de los materiales no consolidados, suaves o blandos de playas bajas arenosas. Además,

Figura 2. Arreglo espacial de la línea de costa en función de la disponibilidad al impacto directo del mar o exposición de acuerdo con la distancia al mar



se consideró a las orillas del litoral insular, tanto para las de aguas protegidas como para las externas en mar abierto, como parte de otro indicador del inventario. Como dato adicional desde la orilla externa del frente costero se toma la distancia de la anchura de las bocas o trechos ausentes de islas de barrera, con el fin de contabilizar la longitud total de la costa frontal. Este dato es muy interesante puesto que indica la magnitud de la apertura de intercambio de la mezcla de aguas marinas con las continentales, pero también es posible analizar desde el punto de vista geomorfológico la estabilidad de la costa. Se presentan así, secciones débiles o vulnerables, ya que no cuentan con una protección natural debido a que están expuestas a la entrada directa de fenómenos meteorológicos, tales como trechos de vías de agua o una franca comunicación marina por la ausencia de la barrera. No obstante, las bocas también pueden ser indicadores de beneficios si es que existe un intercambio de aguas de carácter estuarino.

Algunas consideraciones metodológicas para el análisis morfométrico

INEGI (1991) calculó la longitud de la línea de costa, utilizando cartas topográficas de escala 1:250 000. Estos resultados no coinciden del todo con los de este trabajo por dos razones:

- a) INEGI utilizó material cartográfico de menor escala, en donde se pierde detalle y resolución con respecto a la escala de 1:50 000, en tanto que los cálculos de este trabajo se hacen exclusivamente con cartas de escala 1:50 000 y sólo en algunos casos, de manera excepcional, se ocuparon cartas en la que se midieron cortos trechos de costa a la escala 1: 250 000, principalmente al tratarse de la costa insular.
- b) Las mediciones de INEGI están hechas en el frente de la línea de costa que separa la porción continental de la marina. Mientras que las mediciones aquí realizadas, consideran el desarrollo de la línea de costa en toda la extensión, tomando en cuenta el frente o cara libre abierta al mar y las entrantes de las aguas protegidas interiores sujetas al intercambio con el agua marina, considerando con ello a las orillas correspondientes a la costa interna de las islas de barreras y a la costa interna de la margen continental emergida (Figura 2).

Para la diferenciación de las regiones costeras de las cinco vertientes de México se consideraron los criterios geológicos e hidrológicos de Emery y Stevenson, 1957; Ringuelet, 1962; Schelske y Odum, 1962; Margalef, 1967; Emery, 1967; Pritchard, 1967; Mc Intire y Ho, 1969; Phleger, 1969, Zenkovitch, 1969; Allen, 1971; Shepard, 1973; Perkins, 1974; Burton, 1976; Aston y Chester, 1976; Cordero-Melo *et al.*, 1977; Lankford, 1977; Lassere, 1979; Barnes, 1980; Kjerfve, 1986; Yáñez-Arancibia, 1986; Ortiz y Espinosa, 1991; De la Lanza Espino *et al.*, 1999; Knoppers y Kjerfve, 1999; EPA, 2001; entre los más importantes.

Para delimitar y cuantificar la superficie y el número de los elementos morfohidrográficos se emplearon las cartas hidrológicas de la CNA-IBUNAM (1999), que se digitalizaron en Autocad 13, calculando el área correspondiente a través del programa ArcView 3.2 del período 1996-97, de una escala de 1:250 000, y en las

zonas con mayor número de cuerpos de agua se emplearon cartas de escala 1:50 000 de INEGI (1999). A continuación se describen los resultados y se presentan en tablas y figuras.

Los elementos morfohidrográficos y de cuerpos de agua se clasificaron por tamaño de acuerdo con Bercnasek (1989) adaptándola a la zona costera (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de tamaños de cuerpos de agua

Categoría	Intervalo en superficie (km ²)
Microambientes	< 0.05 — 0.5
Menores	0.60 — 1.0
Pequeños	1.01 — 10.0
Medianos	11.00 — 100.0
Grandes	101.00 — 1 000.0
Mayores	>1 001.0

Modificado de Bercnasek, 1989.

El área de los deltas se calculó considerando la superficie que ocupa en la planicie y se extiende desde la línea de costa hasta la tierra cercana más elevada, en la que subyacen los sedimentos aluviales (Petzall, 1967). Dada las características de los deltas, la superficie calculada involucra a cada uno de los brazos que conforman al delta y a partir de la(s) bifurcación(es), (o ramificaciones o ramales), hasta el límite de la planicie costera con el mar. El área de los estuarios se calculó con base en los límites de la zona de marismas, que marcan la influencia de las mareas hacia el interior del continente. Para las bahías se formaron semicírculos tomando los extremos de éstas conocidos como “puntas”.

En el caso de las lagunas se consideró al conjunto de cuerpos que están intercomunicados, agrupándolos en una sola unidad que se denominó “sistema lagunar”. Adicionalmente se cuantificó el número y la superficie por separado de los cuerpos de agua que conformaban el sistema. Se diferenció también a las lagunas en las que desemboca directamente algún río, considerándolas como las más representativas de lo que se ha llamado “sistemas estuarino-lagunares”, propuesto por algunos autores.

Para los esteros se consideraron los canales de intercomunicación entre los diferentes cuerpos lagunares o entre los sistemas fluvio-marinos, así como a los antiguos brazos deltaicos cegados, pero con la condición general de que todos ellos estén afectados directamente por las mareas de pleamar. Se definieron como albuferas, aquellos cuerpos de agua aislados que se encontraron dentro de la planicie costera y que tienen potencialmente influencia marina (separada del mar por una barrera que pudiera permitir el paso del agua de mar por percolación o en eventos atmosféricos extraordinarios, pero no a través de una boca perenne). Para las marismas se empleó la información generada por la CNA-IBUNAM (1999) a través de las imágenes LANDSAT-TM. El número y superficie de los diferentes rasgos geomorfológicos fueron analizados tanto por estado como por vertiente y comparados con otras fuentes de información.

Diferenciación de costas y mares marginales del litoral del Pacífico mexicano

La longitud de la línea de costa aquí calculada fue de 7 775 km sin contar para este valor con el perímetro de las costas insulares externas que cuentan con 654.6 km, sumando ambas cifras anteriores 8 429.6 km, valor que se acerca a las mediciones hechas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática que registra 8 475 km (INEGI, 1988). Tiene una gran extensión, ya que se considera que toda la costa se distribuye a lo largo de poco más de 15° en latitud, el cual rodea primero la costa de la Península de California y luego circundando las orillas, encierra al Golfo de California, por la costa de Sonora y Sinaloa con un litoral que se extiende por unos 5 329 km. Este valor representa más del doble de la longitud contenida en el resto de las costas del Pacífico mexicano, hasta el límite con Guatemala que es de 2 445.7 km. Esto sólo es posible de asimilar de forma cabal, si se toma en consideración que las costas del sector Noroeste del país abarcan una franja extensa de 9° de latitud, rodeando la península, cuya longitud tiene poco más de 1 100 km en línea recta. Esta parte del territorio representa a la faja geográfica correspondiente a los climas cálidos secos desérticos

Es necesario hacer conciencia de las oportunidades y limitaciones que exhiben las costas, pensando sobre todo en las aguas interiores de las lagunas, esteros y planicies de inundación; en el sentido de que las condiciones de los climas áridos carecen de una buena fuente de agua dulce emitida desde de la porción continental. Esto representa un factor limitante de intercambio de aguas dulces y nutrientes. El resto de las costas del Pacífico mexicano están incluidas en los climas subtropicales o de trópico seco y subhúmedos en el extremo meridional, con unos 2 445.7 km, en donde la participación de los intercambios entre el continente y el mar se lleva a cabo con mayor influencia e intensidad.

En América, México ocupa el segundo lugar en extensión de las costas del Pacífico, después de Chile que alcanza 34 500 km (Araya, 1985) y se extiende en una faja latitudinal comprendida entre los 18.5° hasta los 56° de latitud sur, abarcando las franjas zonales de los climas secos desérticos, los templados y fríos en extremo sur.

Geológicamente, el contorno de la margen continental del Pacífico es activa desde el punto de vista tectónico, pues de acuerdo con la clasificación de Inman y Nordstrom (1971), existe el dominio de costas de colisión continental, originadas por el choque de placas litosféricas en proceso de subducción. Cabe hacer notar que la historia geológica y la estructura tectónica siempre han estado ligadas con el desplazamiento de placas oceánicas que subducen o se mueven con la cinemática de fallas transcurrentes.

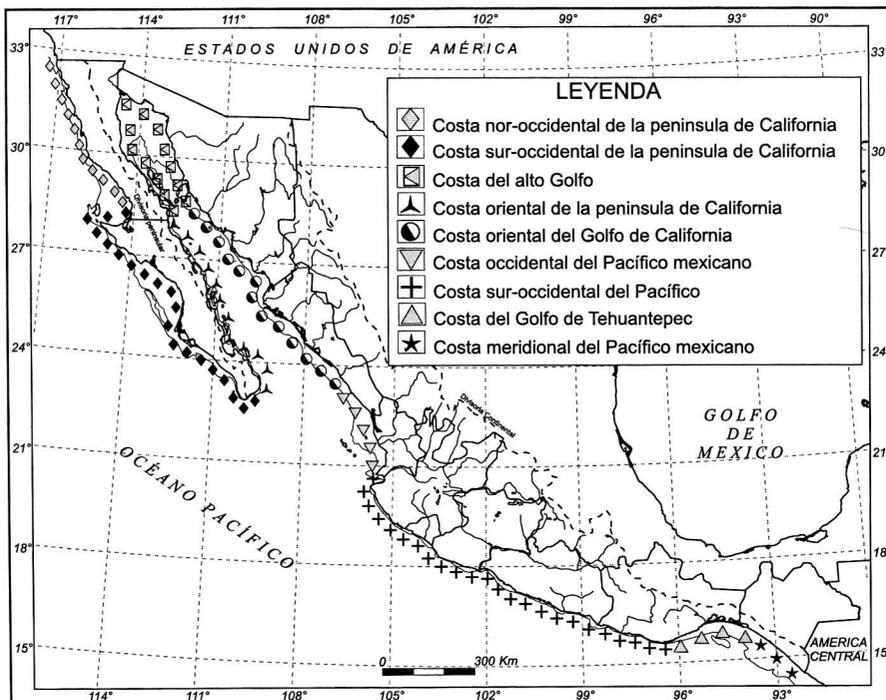
A las costas, en el Golfo de California, se les identifica como de arrastre de neoeje, es decir, con una tectónica de estilo transtensional, con la apertura y formación de cuencas geológicas de tracción derivadas de un sistema de fallas de desplazamiento lateral derecho, permitiendo que la porción continental de la península se desplace en dirección NNW, dando origen a la apertura oceánica del Golfo de California.

Regionalización costera

Como se ha mencionado anteriormente, el litoral quedó dividido en regiones de acuerdo con ciertos factores de analogía con respecto a la geomorfología de la

costa, al clima, al arreglo morfo hidrográfico y a ciertos aspectos ambientales. De esta forma se reconocen nueve grandes regiones naturales para la costa del Pacífico de México (Figura 3).

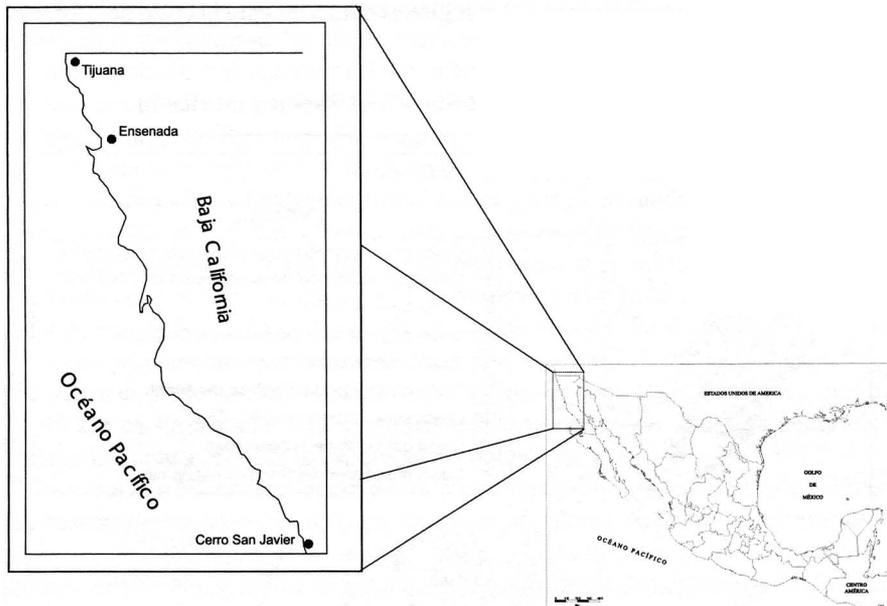
Figura 3. Regionalización natural del litoral del Pacífico mexicano



Costa del Pacífico Noroccidental

Corresponde a la margen Occidental de la Península de California (Figura 4), la cual se encuentra bajo la influencia de la circulación oceánica del Pacífico y, con ello, a la persistente corriente fría de California. Cuando el aire entra en contacto con la corriente se enfría para estancarse a baja altura sin llegar a difundir la humedad, por lo que las precipitaciones y el escurrimiento son débiles o pobres. La corriente en verano se desplaza hasta cerca del Trópico de Cáncer; en invierno la corriente baja más hacia el Sur, desplazándose y afectando a las aguas adyacentes de la costa Occidental de la Península de California, creando condiciones ambientales ajenas o contrarias a la de los ciclones tropicales, por lo tanto, no existe marea de tormenta de esta clase.

La línea de costa en cuestión se encuentra expuesta al oleaje distante u oceánico de forma constante, con períodos de doce a quince segundos y con olas que varían entre tres y cuatro metros de altura, modelando a la costa por oleaje de alta energía física. El ángulo de incidencia varía de acuerdo con la configuración geomorfológica de la línea de costa en relación con los diseños de contorno de la batimetría somera, que marcan los patrones locales de oleaje y dan origen a corrientes playeras de deriva y transporte de sedimentos. La deriva generalizada hacia el sur parece persistir,

Figura 4. Mapa de localización de la costa noroccidental

según se evidencia en la morfología de acreción en barras y en las extremos terminales de islas barrera, que es corroborada en los patrones de oleaje, pues para la costa en cuestión predomina aproximadamente el 70% de la marejada proveniente del sector NW de octubre a marzo y con una incidencia del 23% para la rama comprendida SW entre abril y septiembre, principalmente (*Ocean wave statistics*) en Estadigrafía (1996).

La Costa Noroccidental de la Península de California fue objeto de levantamientos tectónicos, evidenciada por la serie de terrazas marinas expuestas en diversas partes de la costa (Figura 5). En función del tipo de material, la costa frontal está compuesta de costas rocosas, arenosas y las distancias correspondientes a la anchura de las bocananas. En conjunto representan 724.4 km de longitud, predominando las costas rocosas con 394.6 km que equivale a un 54%, mientras las arenosas suman 329.86 km con un 46%. El resto de las costas de aguas interiores son de escasa magnitud pues cuenta con 86.3 km, es decir, menos de un octavo de la costa interior.

Costa suroccidental de la Península de California

Se distingue porque gran parte se encuentra sujeta al hundimiento del terreno, tal subsidencia es el resultado de un proceso de basculamiento tectónico, al elevar el bloque constituido geológicamente por la formación litoestratigráfica Comondú. Éste asciende desde la orilla de la costa del Golfo de California inclinándose y hundiéndose en el flanco occidental, rotando a su vez el bloque Comondú hacia las márgenes externas de la costa suroccidental de la península. De esta manera se propicia un ascenso del nivel del mar de forma aparente, con todos los impactos de inundación (Figura 6).

Figura 5. Imagen satelital de la costa en la localidad de la Bahía de San Quintín, en donde se establece una serie de terrazas marinas. La más baja adyacente al mar está cartografiada como cuaternaria, la más alta como del Plioceno, por debajo de la cual se reconoce otra más del Cretácico superior (Gastil *et al.*, 1974). En la costa, en el extremo izquierdo se identifica un campo volcánico Cuaternario del cual se desprende una barra costera y un tómbolo

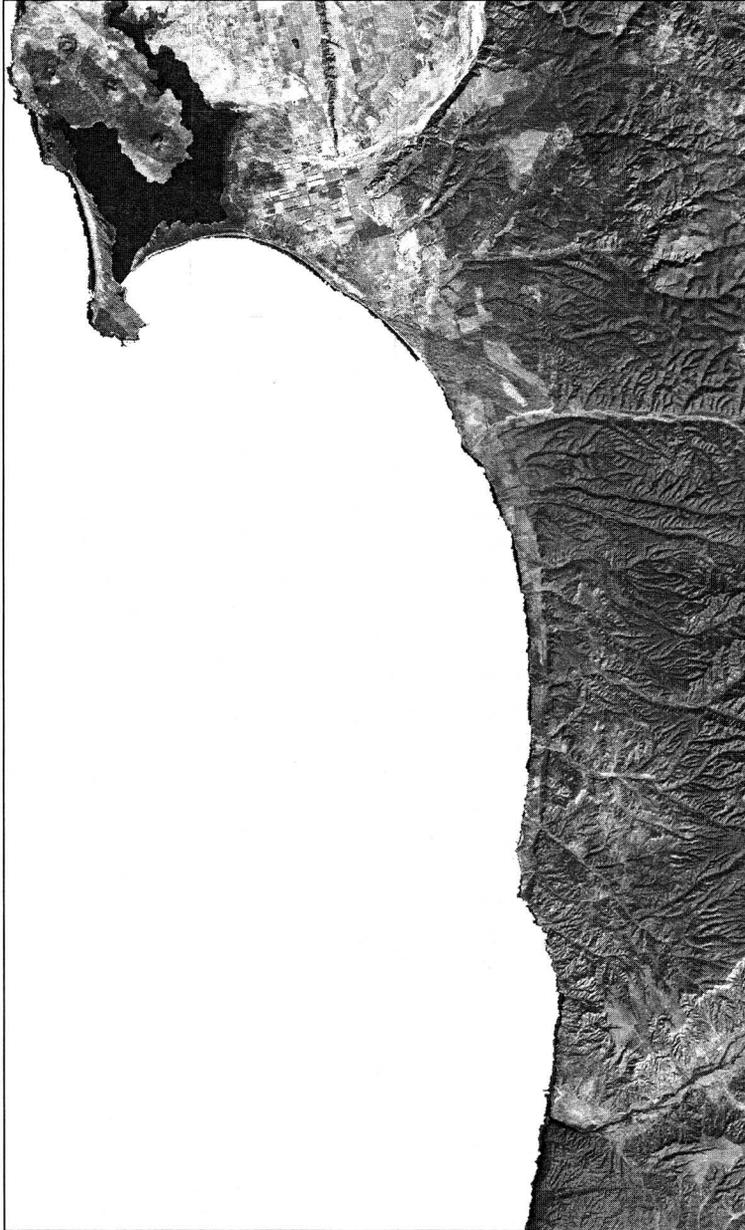
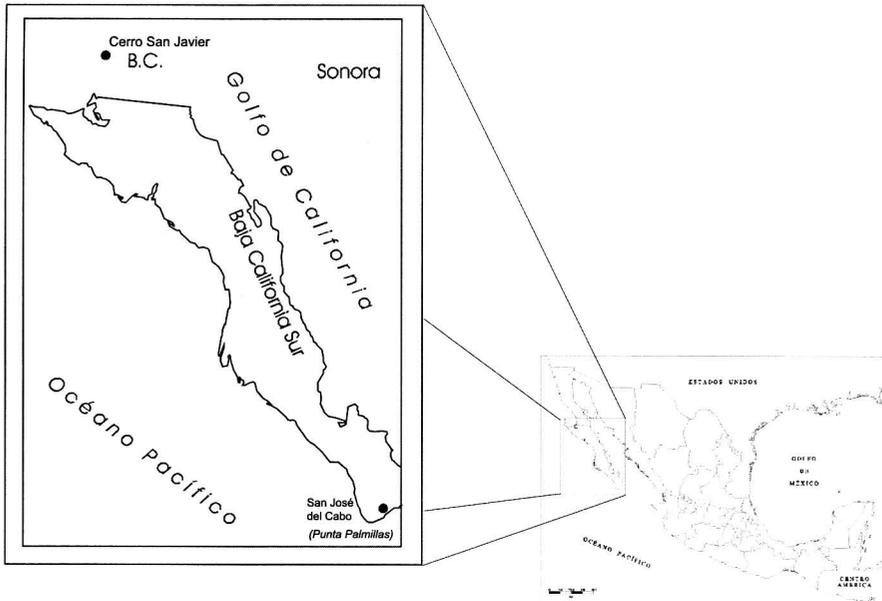


Figura 6. Mapa de localización de la costa suroccidental

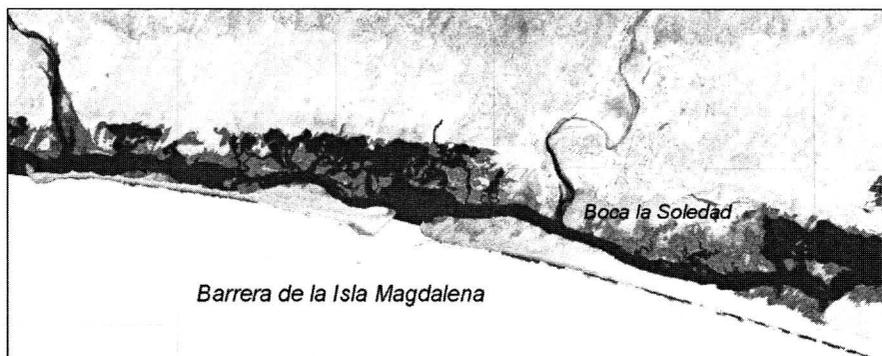
El fenómeno de subsidencia es generalizado en prácticamente casi toda la costa, con excepción del extremo sur de la península, que comprende el megabloque morfotectónico formado entre Todos los Santos y Cabo San Lucas. De esta forma, la costa está sujeta al hundimiento o subsidencia que se expresa a través de una fisonomía de largas y extensas islas barrera de playas bajas, planicies de inundación, campos de dunas, salitrales donde por lo general prevalece el relieve bajo.

La costa suroccidental de la península cuenta con una longitud de costa frontal de 1 169.6 km, en la cual predomina la playa arenosa con 915.6 km, es decir, un 79%; con respecto a la longitud total de las costas de esta región. La costa rocosa representa el 19% con 226 km. El frente formado por la anchura de bocanas entre islas de barrera o entradas de lagunas costeras suman unos 28 km que representan al 2%. Al superar el valor longitudinal de la línea de costa frontal, se desarrolla la costa interior, que registra 1 253.2 km, de los cuales, la costa interior tiene, en números redondos, 850 km de longitud y, por tanto, aproximadamente un 68% de la longitud de la margen interior continental, seguida de las orillas de interior de barra, con una longitud de 403.3 km que equivale a un 32%. Estas cifras corroboran la interpretación del hundimiento de la costa, pues se establecen humedales en gran parte de su recorrido (Figura 7).

El Golfo de California

Dada la disposición latitudinal y la configuración del Golfo con 1 200 km de largo y con un promedio de 150 km de ancho, se origina un golfo de trazo muy peculiar debido a su estrechez y gran desarrollo longitudinal, lo cual le imprime un efecto de aislamiento. Al estar flanqueado por la Península de California al oeste y el macizo

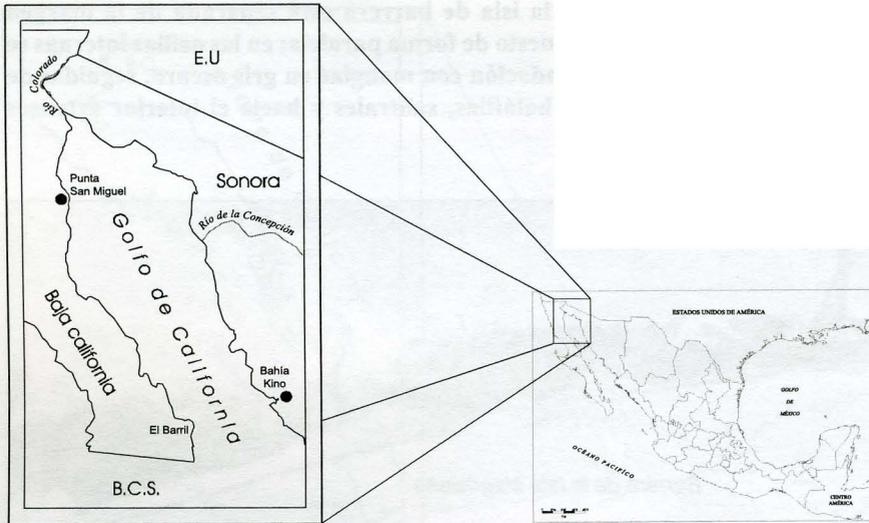
Figura 7. Imagen satelital de un trecho de la costa sujeta a hundimiento del terreno. En primer término la isla de barrera está separada de la margen continental por un estero dispuesto de forma paralela; en las orillas internas se observan las planicies de inundación con manglar en gris oscuro, seguidas de planicies de inundación con halófilas, salitrales y hacia el interior extensos campos de dunas



continental al oriente; recibe una influencia del continente muy marcada, además de que por latitud, coincide con la franja de desiertos de climas secos y cálidos. De este modo constituye una gran cuenca de evaporación, catalizada por las altas temperaturas y las bajas precipitaciones, que propician el incremento de la salinidad del agua sobre todo en el extremo septentrional (Alto Golfo). A su vez, es el escenario de amplias variaciones de marea con circulación de fuertes corrientes, las cuales se encargan de homogeneizar parte de la columna de agua. Sin embargo, al parecer existen pronunciadas fluctuaciones estacionales de las características termohalinas, sobre todo entre verano e invierno.

La configuración alargada y estrecha de la depresión tectónica del golfo repercute en las condiciones oceanográficas que cambian gradualmente en el Alto Golfo (Figura 8). El oleaje es de baja magnitud, aumentando en la porción meridional por la amplia anchura de 210 km. En la boca se registra la entrada de flujo superficial de aguas representativas del Pacífico Ecuatorial, que en el golfo son influenciadas localmente por las variaciones estacionales de los vientos. En invierno-primavera se presenta un centro de baja presión atmosférica en el sector Oriental del golfo que genera un desplazamiento de los vientos provenientes del sector NW, propiciando acumulación de aguas superficiales en la costa Occidental del golfo (Cano-Pérez, 1991 basado en Warsh *et al.*, 1973).

De esta manera el agua superficial es reemplazada por corrientes convectivas formando surgencias de aguas frías en la plataforma somera de la costa oriental del golfo, con altas concentraciones de nutrientes y el incremento de la producción primaria. Para el verano-otoño los vientos provienen del SE acumulando agua superficial en la costa oriental del golfo, provocando afloramientos en la porción Centro-Occidental y generando variaciones termohalinas pronunciadas.

Figura 8. Mapa de localización del Alto Golfo

Región del Alto Golfo

El sello distintivo de la zona costera de esta región (Figura 9), es el clima muy árido con precipitación escasa todo el año de menos de 300 mm al año. Los suelos son básicamente regosoles y leptosoles, mientras que los de tipo solonchak dominan en las planicies de inundación de mareas. La cobertura vegetal es xerófila y el uso del suelo en las planicies de los deltas es de agricultura de riego.

Destaca en la parte norte la desembocadura del río Colorado y desde el punto de vista geomorfológico las costas consisten de playas bajas arenosas cubriendo 952.7 km (72%) del frente costero. Se extienden entre amplias planicies de marea, deltaicas y de campos de dunas con playas que rodean casi por completo el extremo septentrional del golfo (Figura 9). Las costas rocosas sólo representan 349.4 km, o sea el 26% que es la mínima extensión dispuesta en cortos trechos de salientes de puntas rocosas. Las bocanas guardan una anchura total acumulada de 21.6 km; en conjunto, suman un total de 1 323.8 km de longitud de costa frontal con 186.6 km de extensión de la costa interior de aguas protegidas.

La Isla Tiburón, San Esteban y Punta San Gabriel marcan la frontera natural entre el Alto y Bajo Golfo (Figura 10), a partir de este límite se desprende tanto la costa Occidental en el estado de Baja California Sur, como la Oriental del golfo en los estados de Sonora y Sinaloa.

Región de la Costa Occidental de la Península de California: (Costa occidental del Bajo Golfo)

Domina un clima seco desértico muy árido con lluvia escasa todo el año con menos de 400 mm anuales. La geología y geomorfología se deriva de rocas volcánicas antiguas del Paleoceno junto con el vulcanismo local del Cuaternario (Figura 11). La configuración de la costa es de traza irregular con entrantes y salientes que forman pequeñas bahías de bolsillo o ensenadas, flanqueadas por acantilados de diversos

Figura 9. Imagen satelital de la desembocadura del río Colorado y de los terrenos con planicies de mareas asociadas, en donde es posible distinguir hasta cinco niveles de inundación. En la porción media inferior es posible visualizar un sistema dendrítico de canales de marea que limitan en tierra con la bajada de la rampa de piedemonte y que rematan en el sector sur con la punta rocosa del puerto de San Felipe

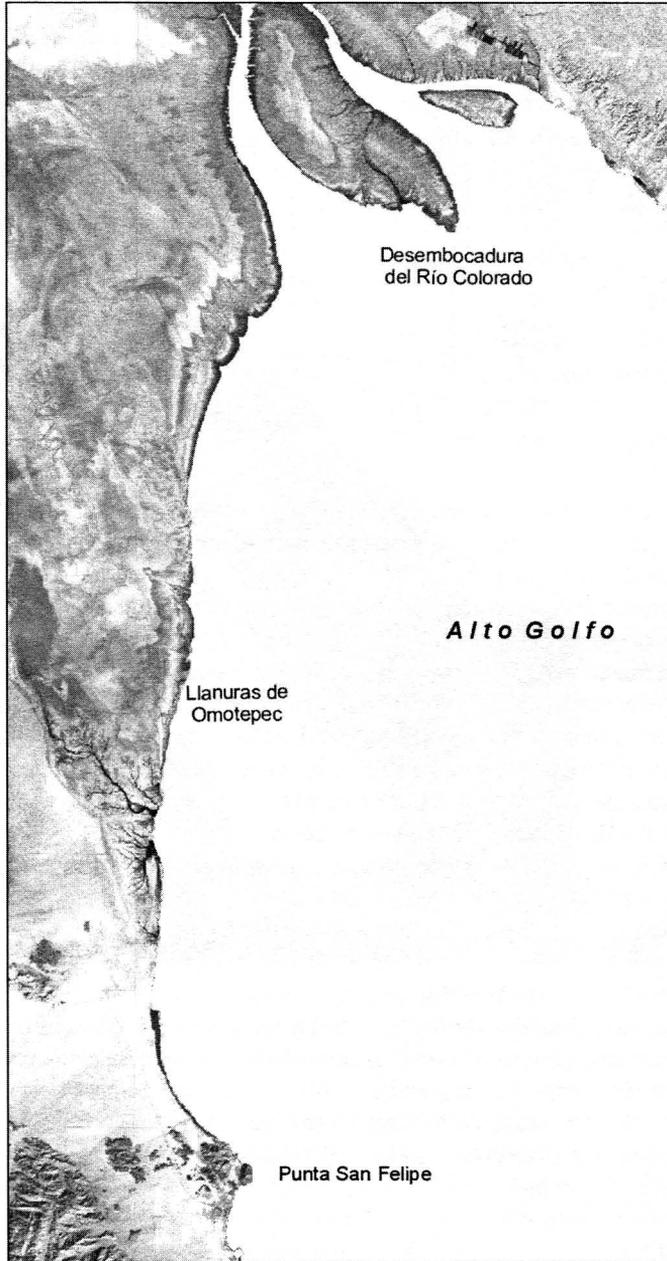
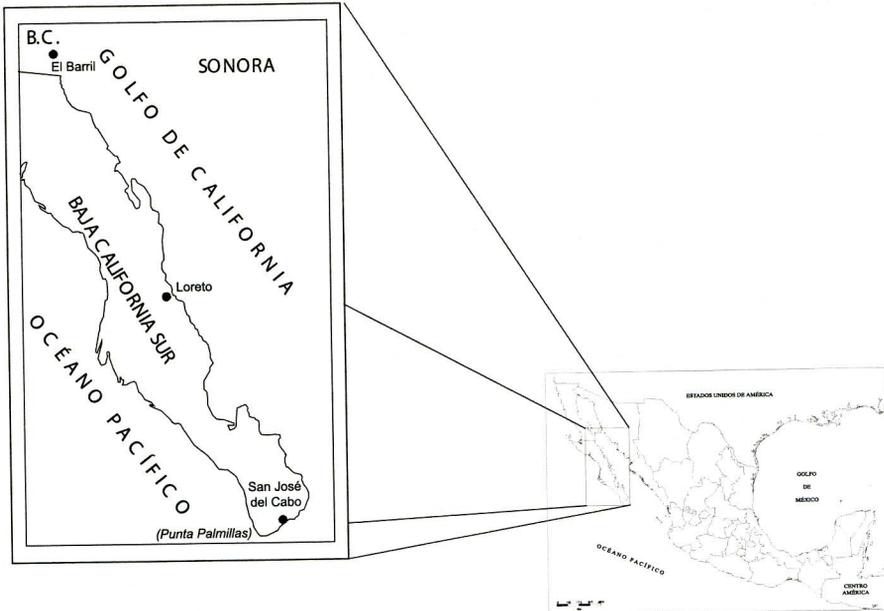


Figura 10. Mapa de localización de la Costa Occidental del Bajo Golfo



tamaños, entre los cuales se disponen abanicos proluviales de torrentes.

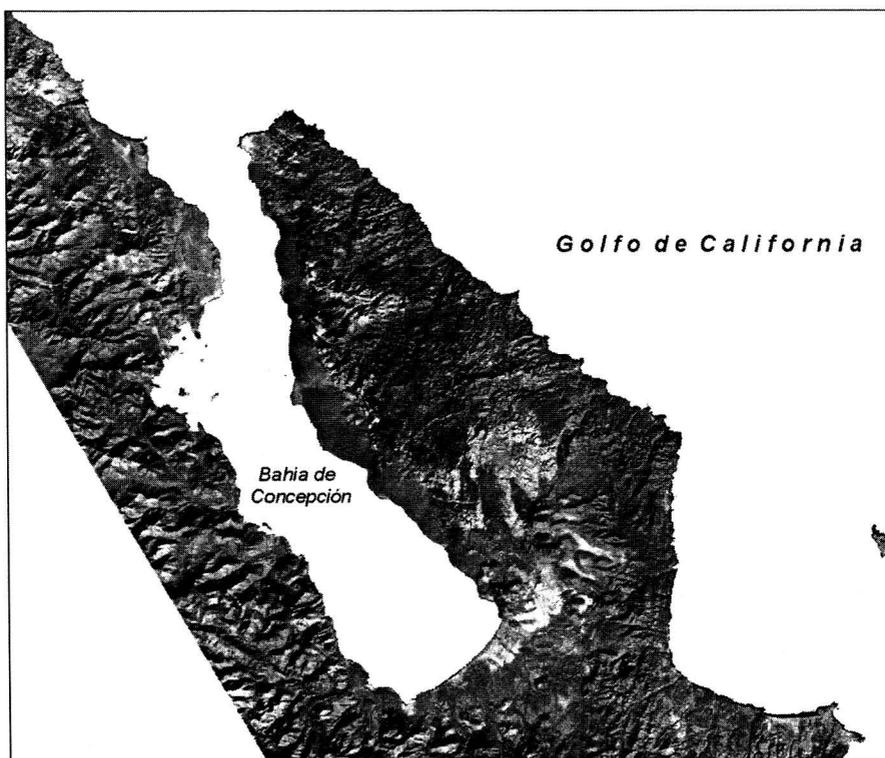
La clasificación de la costa de acuerdo con la disposición de la línea de costa, se distribuye de la siguiente manera: un ligero dominio de costas rocosas con 560.9 km, es decir, 50% de la longitud de la línea de costa frontal. Las costas arenosas y de grava representan el 48% con 532.3 km de longitud. Las bajas arenosas son derivadas en buena parte de rampas de piedemonte que descienden por medio de torrentes hacia el mar, formando abanicos deltaicos de sedimentos gruesos que tienen por característica una escasa madurez textural. Esto es consecuencia de la cercanía de la fuente de sedimentos que se emiten de la vertiente Oriental de la península que reconoce al mar del golfo, cuya divisoria de parteaguas se encuentra en promedio a menos de 15 km de distancia de la línea de costa.

En resumen, se puede decir que en esta región se alternan paisajes costeros de tipo rocoso y arenoso, o bien de playas que hacia el lado de la trascosta, se encuentran precedidas de cantiles rocosos formando costas mixtas.

Costa Oriental del Golfo Inferior (sur de Sonora y norte de Sinaloa)

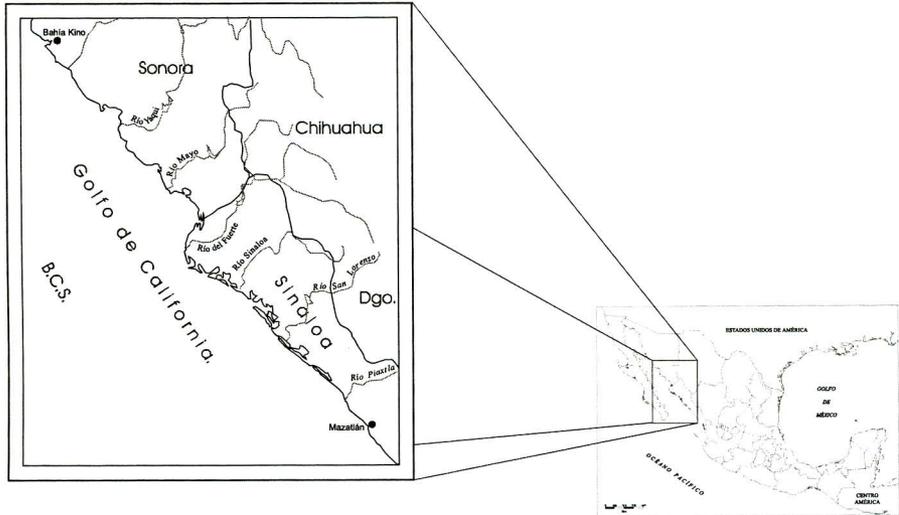
La diferenciación regional se deriva, como en las anteriores, del factor climático que cambia de muy árido con lluvias escasas todo el año al seco desértico con lluvias en verano. Los suelos xerosoles y regosoles pierden terreno con respecto a los vertisoles y fluvisoles. La vegetación va sustituyéndose del clásico matorral desértico por matorral espinoso con plantas carnosas y pastizal. La presencia de ambientes costeros lagunares y de elementos morfohidrográficos como fuentes de agua y sistemas deltaicos con dominio de ambientes sedimentarios son los elementos de diferenciación regional (Figura 12).

Figura 11. Vista de la Bahía de Concepción localizada en la porción media superior de la costa Oriental de la península. La bahía se origina de una fosa tectónica de estilo extensional relacionada con la apertura del golfo lo que permitió desarrollar procesos de vulcanismo y de desplazamiento, al desmembrar la margen costera en varios bloques que ahora forman una serie de islas desplazadas y rotadas de su lugar original. La evolución de la bahía siguió tal camino sin llegar a desprenderse del macizo peninsular. Llama la atención la diferente expresión de la costa, pues la margen adosada al continente es mixta, mientras que la del flanco nororiental está formada por una serie de abanicos coalescentes cuya expresión es la de una rampa acumulativa de piedemonte, sin que por ahora se tenga una explicación de dicha diferenciación geomorfológica



El litoral consiste en su sector septentrional de una costa de planicies deltaicas antiguas e inactivas, constituidas por el complejo deltaico de los ríos Hermosillo, Yaqui, Mayo y Fuerte, en donde ahora existe un fuerte control hidráulico debido a las represas y las grandes obras de irrigación; inhabilitando con esto a los procesos de sedimentación en el frente de los deltas. En el sector sur, en cambio, los ríos no forman deltas pero su sedimentación segmenta a las lagunas y esteros que se encuentran paralelos a la costa. Las mediciones registran aproximadamente 998.8 km para la línea de costa frontal, que se reparte de la siguiente forma: 809 km (81%) de

Figura 12. Mapa de localización de la Costa Oriental del Golfo Inferior (Sonora cubre la porción meridional y la parte norte y centro del estado de Sinaloa)



costa arenosa, 142.5 km (14%) de rocosa y anchura de bocanas con 47.1 km que representan el 5%. El desarrollo longitudinal de las márgenes de las costas resguardadas, supera el valor de las costas frontales duplicando su extensión, ya que registra un valor de 2 007.6 km, de los cuales la margen interior cuenta con 1 296 km que constituye el 65%, mientras que el interior de la barra tiene 711.6 km que representan el 35%.

Esta cifras explican parte del arreglo hidrográfico de numerosas corrientes que se desprenden de la Sierra Madre Occidental y que surcan la llanura costera, pero son ríos que por la magnitud de sus cuencas y caudales, no llegan directamente al mar y, por tanto, reconocen hacia las tierras bajas extendiéndose y derivando atrás de las antiguas barras costeras, formando de este modo una amplia extensión de lagunas, esteros y planicies de inundación.

Costa Centro Occidental del Pacífico mexicano

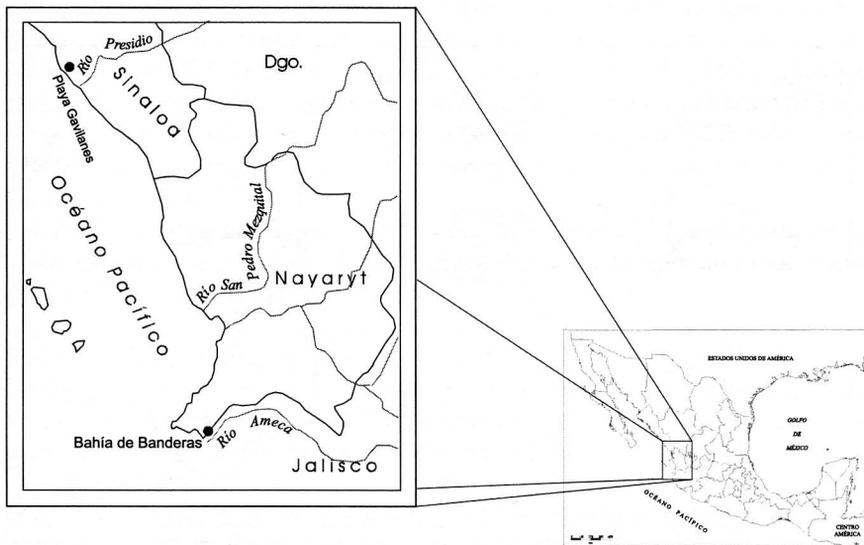
La región se delimita por que se localiza abajo de la latitud del Trópico de Cáncer, con un clima cálido subhúmedo de lluvias en verano, en cuyo valor anual de la precipitación oscila de 800 mm en el sector Norte hasta poco más de 1 500 mm en el Sur. Cerca de la mitad de las lluvias acumuladas anualmente se originan por el monzón que se produce en el verano o mitad caliente del año, debido al intenso calentamiento de la superficie continental que originan bajas presiones atmosféricas, mismas que propician la entrada de corrientes húmedas provenientes del Océano Pacífico. Los ciclones tropicales constituyen el segundo factor de la producción de la precipitación, toda vez que pasan cada año frente a la costa Centro Occidental; además, es la principal causa de la distribución en la variabilidad la lluvia (Vidal y Hernández, 1992). Desde la perspectiva de la vegetación, domina la selva baja caducifolia y el uso del suelo es esencialmente de agricultura de temporal y de riego.

La boca del Golfo de California se puede considerar como una zona de transición entre mar abierto sujeto a la marejada distante y la salida del Golfo de California de condiciones energéticas más bajas. Stevenson (1970) registra que la corriente de agua fría de California fluye y con frecuencia se lleva a cabo el encuentro con el agua cálida del Pacífico Oriental tropical en el mar cercano a la entrada del Golfo de California, originando cambios abruptos, denominados “frentes”, en la temperatura del agua y salinidad, los cuales se producen tanto superficialmente como sumergidos.

Los valores de las categorías de la costa frontal se distribuyen de la siguiente forma: la línea de costa baja es arenosa 313.5 km (79%) con desarrollo de barreras formadas por planicies de cordones costeros antiguos y rocosas con 80 km de longitud con 20%. La anchura de bocanac acumulan 2.2 km que representa el 1%. De esta manera, la línea de costa frontal se extiende por 395.9 km. Las márgenes internas cuentan con un mayor desarrollo longitudinal toda vez que las superan por cerca de 70 km. Es posible relacionar este hecho con la concentración de sistemas hidrológicos sobre la planicie costera de la costa de Nayarit, sobre la cual reconocen los ríos Santiago, Acaponeta y San Pedro, entre otros (Figura 13), que favorecen la existencia de pantanos, planicies de inundación y lagunas costeras conocidas como Marismas Nacionales que, por su extensión y valor ecológico, son los humedales más importantes del Pacífico mexicano.

Esta costa se encuentra sujeta al oleaje de tormentas tropicales y huracanes al constituir un área típica en la entrada de la trayectoria ciclónica, por donde recurvan hacia el continente. Tiene mayor influencia sobre los escurrimientos continentales que se dirigen hacia Marismas Nacionales que repercute en términos generales sobre la costa y en una amplia plataforma continental de alta productividad y biodiversidad.

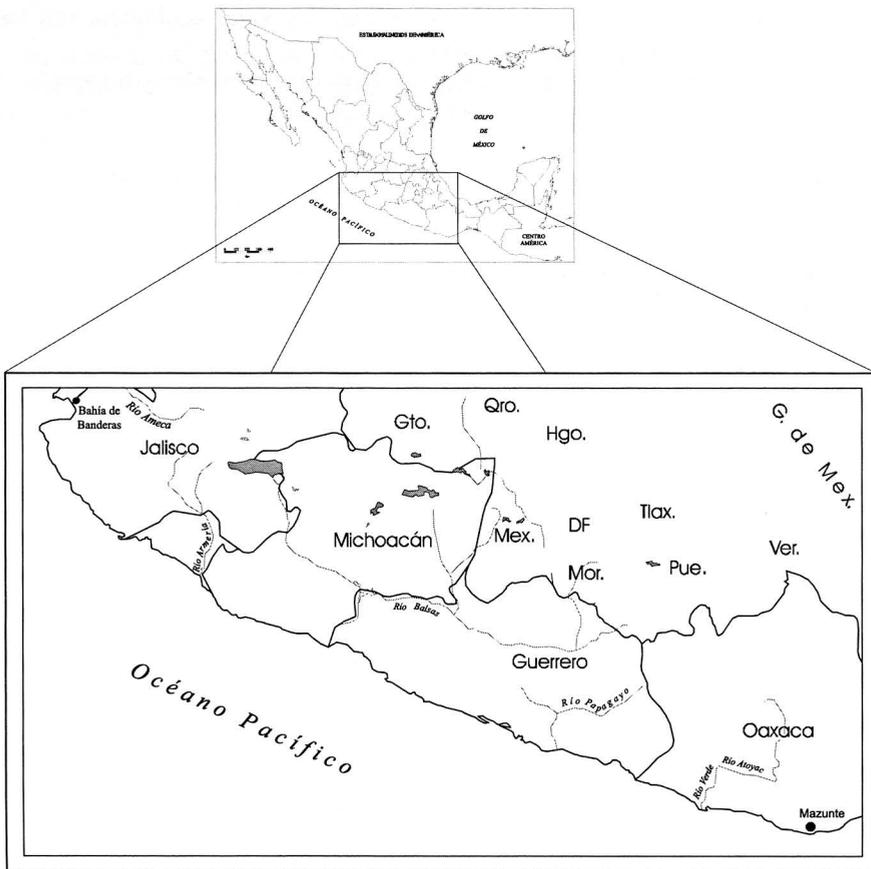
Figura 13. Mapa de localización de la costa Centro Occidental (Nayarit y sur de Sinaloa) del Pacífico mexicano



Costa Suroccidental del Pacífico mexicano

Esta región costera limita al norte con las estribaciones de la Sierra Madre del Sur y en el extremo Noroeste con Bahía de Banderas, Jalisco (Figura 14). Desde Cabo Corrientes la línea de costa se enfila con un rumbo NW-SE hasta la localidad de Mazunte cerca de Puerto Ángel en Oaxaca. Representa la totalidad de la línea de costa de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y, parcialmente, el de Oaxaca. Desde el punto de vista climático, pertenece a la franja del trópico seco con sólo cuatro o tres meses de lluvia en el verano y climas subhúmedos con lluvias en verano. La distribución de las lluvias en la costa es variable pues oscila desde los 400 a los 600 mm anuales, ubicada en un trecho de costa, al sur de la Sierra del Tuito en Jalisco. Sin embargo, prácticamente el 80% de las costas de la región costera Suroccidental se encuentran sujetas a la precipitación que varía desde los 600 a los 800 mm anuales. En la región de la Costa Chica y áreas circundantes al Puerto de Acapulco se registra un rango comprendido entre los 800 y los 1 000 mm.

Figura 14. Mapa de localización de la costa suroccidental del Pacífico mexicano (costa de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca hasta Mazunte)



Los suelos más representativos de la región son los regosoles y leptosoles. En estas condiciones de clima y suelos se establece una vegetación dominante de selva baja caducifolia. En las zonas costeras con un poco mayor de precipitación acumulada anual, como es la zona circundante al Puerto de Acapulco, se tiene además una selva baja y mediana subperennifolia; también se reconocen áreas con vegetación de matorral espinoso.

Seguramente la diferenciación regional surge en el momento de compartir una misma evolución geológica, en donde hay una afinidad en el estilo morfotectónico tanto de la geomorfología de la línea de costa, como el de la plataforma continental y el de la Trinchera Mesoamericana, indicando un ambiente geológico asociado a una tectónica de tipo convergente de colisión continental de placas (subducción).

El inventario regional registra los valores de longitud de la línea de costa de la siguiente manera: la costa frontal cuenta con 1 528.1 km, de los cuales 1 089.1 km (71%) pertenecen a playas arenosas. Por otro lado, las costas rocosas se desarrollan a través 424.3 km con (28%) trechos de cantiles y puntas rocosas, que usualmente se alternan con playas bajas arenosas. Cabe mencionar que una gran parte de estos afloramientos rocosos forman elevaciones que se emplazaron como cuerpos intrusivos de rocas graníticas en donde se disponen las principales bahías y fondeaderos como las de Bahía de Banderas, Manzanillo, Zihuatanejo, Acapulco y Huatulco. La costa interior representa la longitud de 1 179.7 km, misma que se distribuye así: por el borde continental interior de playa se extienden 664.7 km (56%) y el interior de barrera se dispone de una longitud de 515 km (44%; véase Anexo). El hecho de que las costas interiores superen en distancia a las de posición externa, se debe a que se asocian a una buena cantidad de lagunas costeras que se originan de los escurrimientos que emite la vertiente de la Sierra Madre del Sur que reconoce al mar. Parte de ese gasto hídrico es interceptado en las barreras litorales formada de amplios campos de cordones costeros originando lagunas costeras de barrera.

Esta costa está bañada por las aguas tropicales Ecuatoriales del Océano Pacífico, que se distingue por un oleaje de alta energía del orden de dos a tres metros de altura al generarse a unos 3 000 y 4 000 km del Océano Pacífico. Dicho oleaje distante cuenta con períodos de longitud de onda entre los 12 y los 15/s debido al amplio espacio de la tirada de viento sobre la superficie del mar conocido como fetch. Los trenes de oleaje predominantemente provienen del cuadrante comprendido entre el NW-SW, con una frecuencia del 50% del tiempo anual (*Ocean Wave Statistics*) en Estadigrafía (1996).

Cabe mencionar, por último, que esta región es la menos documentada de las costas del país y se requieren de mayores estudios a fin de tener un conocimiento cabal de la región en cuestión.

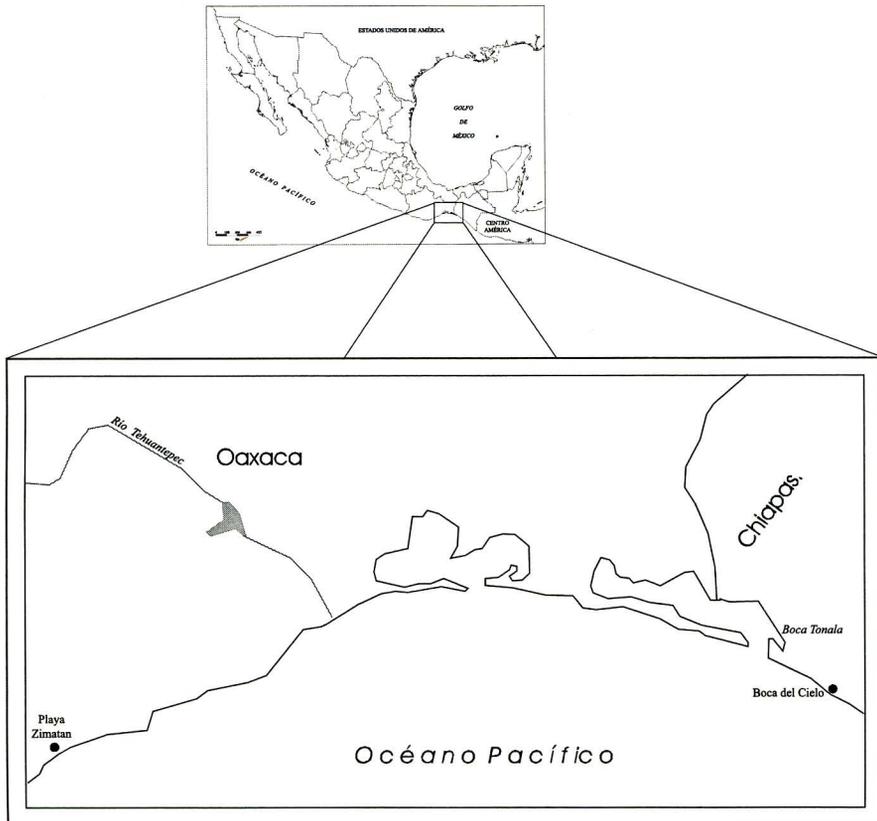
Costa del Golfo de Tehuantepec

Geológicamente corresponde a una costa de choque o colisión entre la Placa Oceánica de Cocos y la Americana de naturaleza continental, de ahí que Toledo-Ocampo (1994) mencione que existen dos rasgos estructurales de primer orden: *a)* la fosa oceánica (Trinchera Mesoamericana) y *b)* las cadenas montañosas dispuestas paralelamente al litoral cuyos ejes orográficos son sensiblemente paralelos a la línea de costa. A la altura del Golfo de Tehuantepec la trinchera se separa de la porción continental

frente al Puerto de Salina Cruz se tiene alrededor de 50 km de ancho, mientras que en el frente de la laguna del Mar Muerto, alcanza hasta los 140 km (*Ibid.*)

En el trecho de costa comprendida entre Puerto Ángel y Salina Cruz, se identifica una serie de elementos sobresalientes como es el conjunto de Bahías de Huatulco que constituyen buenos fondeaderos guarecidos por salientes rocosas y acantiladas, formadas por rocas graníticas derivadas de un intrusivo batolítico. Cuando la litología cambia a rocas metamórficas de edad más antigua, la fisonomía de la costa rocosa se transforma en tramos más extensos de costas de playas bajas arenosas que se interrumpen cuando existen afloramientos rocosos dispuestos en salientes. A partir de la Bahía Bamba, la configuración de la línea de costa es de entrantes arenosas y salientes rocosas, ésta se modifica en una serie de bahías abiertas que guardan una configuración que vista en plano adquiere una forma escalonada siguiendo un trazo en forma de zetas (*zig zag*), en donde cada bahía tiene una disposición asimétrica (Figura 15). Como resultado de esta configuración se ejerce un fuerte control estructural que continúa en el fondo marino de la batimetría adyacente, influenciando el patrón de circulación costera y el transporte de sedimentos playeros derivados de los trenes de oleaje que arriban a la entrante de playa arenosa con un dominio en

Figura 15. Mapa de localización de la costa del Golfo de Tehuantepec



dirección oblicua. Este mismo tren de olas al incidir sobre las salientes rocosas se refracta y rota alrededor de las salientes rocosas.

El tramo de costa que se extiende entre Salina Cruz y la laguna del Mar Muerto presenta una fisonomía de barreras arenosas que propician el establecimiento de lagunas costeras muy amplias. Estas barras están formadas por una sucesión de cordones costeros que son modelados por el viento dominante de invierno de dirección norte-sur, con la consecuente deflación de cordones arenosos y de campos de dunas activas de las barreras, arrastrando y acumulando sedimentos arenosos al lecho de las lagunas y en el mar adyacente.

El fenómeno meteorológico de mayor relevancia que distingue al Golfo de Tehuantepec, es el efecto de los nortes (masas de aire frío de invierno) que se generan en el Golfo de México entre los meses de octubre y abril, los cuales pasan a través del istmo y que se conocen como “Tehuano” o “Tehuantepecanos”. Una vez que cruzan el istmo y soplan sobre la superficie del Golfo de Tehuantepec, empujan la masa de agua superficial mar afuera, que es sustituida por agua subsuperficial y de corrientes de circulación horizontal (Gallegos-García y Barberán-Falcón, 1998; Monreal-Gómez y Salas-de León, 1998) para guardar el equilibrio isostático. El fenómeno oceanográfico resultante es una surgencia de agua fría, rica en nutrientes.

En la zona sublitoral se generan importantes corrientes costeras como parte del desplazamiento de la advección con la convergencia de corrientes de deriva lateral a la altura del Puerto de Salina Cruz, para reintegrarse al rumbo de la surgencia. Los alcances de los efectos y magnitud espacial son de escala regional, donde el viento, a partir de la línea de costa, cubre el área de influencia de alrededor de 100 km de ancho por unos 500 de largo en el plano axial de la surgencia eólica (*Ibid.*; *Ibid.*). El viento al soplar en una dirección constante arrastra la masa agua hacia fuera y por efecto de Coriolis se desvía al oeste generando un giro anticiclónico de alrededor de 200 km de diámetro, de acuerdo con el mecanismo de la espiral de Ekman. Gallegos-García y Barberán-Falcón (1998) mencionan que, en consecuencia, la surgencia y la circulación horizontal ponen en movimiento a toda el área del Golfo de Tehuantepec, renovando las masas superficiales y subsuperficiales, incluso las del mar adyacente, tanto al sureste como al noroeste.

Con respecto a la diferenciación e inventario de la costa, se tiene una costa frontal de 308.8 km de los cuales 272.3 (89%) son de playas arenosas, las rocosas cuentan con 35.1 km en otros términos un (11%) y la anchura de bocanas acumulan una distancia de 13 km o sea <1%. Las costas interiores registran un trazo de 763.3 km, de los cuales, 434.3 (57%) son de margen interior y 329 (43%) de longitud para las playas de la barrera interna. Estos valores de longitud se explican dado el extenso conjunto de lagunas costeras superior e inferior y las márgenes de la laguna del Mar Muerto (Figura 16).

Costa de Chiapas

Esta costa abarca desde la boca de la laguna del Mar Muerto hasta la desembocadura del río Suchiate, que es cuando la línea de costa deja el embahiamiento del golfo y se traza de forma rectilínea con un largo de poco más de 212.8 km de costa frontal (Figura 17), cuya cifra queda dividida de la manera siguiente: playas bajas arenosas que cuentan con 209 km, es decir, el 99%. Se puede decir que es un paisaje de

fisonomía monótona conformado por extensas playas de arena, la mayoría de textura gruesa y media, de fuerte pendiente, usualmente mayor a los 12°, por estar expuesta, entre otros factores, al oleaje distante de alta energía proveniente del sur.

Esta zona costera supralitoral corresponde al tipo de barrera, en donde se identifican cuando menos dos: una barrera externa o de borde costero con depósitos recientes y

Figura 16. Modelo sombreado de terreno que muestra al relieve circundante de la porción más interna del Golfo de Tehuantepec

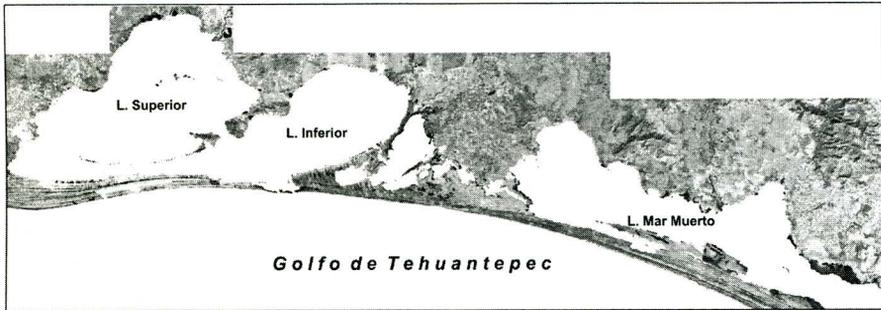
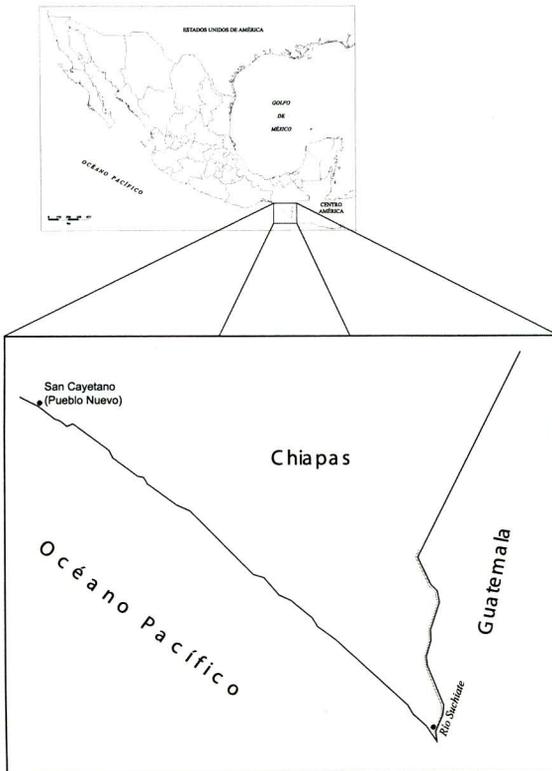


Figura 17. Mapa de localización de la Costa de Chiapas



una interior más antigua, separadas ambas por largos y extensos esteros dispuestos paralelamente a la línea de costa. Tales relieves acumulativos son formados exclusivamente por cordones antiguos de playas del Holoceno y a su vez permiten el represamiento del drenaje fluvial que desciende de la Sierra Madre del Sur de Chiapas, con excepción del río Suchiate que descarga directamente al mar. Todas las demás descargas (agua y sedimentos) reconocen como nivel base de transición o local a las lagunas costeras de obturación por la presencia de barreras. La comunicación con el mar es por la acción de la marea y a través de esteros que surcan largos trechos que se disponen entre el contacto de ambas barreras; la reciente y la antigua hasta alcanzar finalmente la comunicación con el mar después de recorrer varios kilómetros de distancia.

Sobre las márgenes interiores de las lagunas costeras y planicies de inundación se observan evidencias de cambios drásticos de la red fluvial a nivel de las desembocaduras con azolves de sedimentación rápida que bloquean su salida; por tanto, la mayoría del acarreo sólido queda retenido dentro de la misma planicie costera. En función de los elementos anteriores, es probable que la formación de los sistemas de cordones o barreras se relacionen con otra fuente de abastecimiento, ligado al transporte de sedimentos a lo largo de amplios períodos, en donde la dirección dominante de la corriente de deriva playera proviene del cuadrante SSE, con corrientes costeras procedentes de Guatemala con dirección al istmo, de aquí que los sedimentos de la barrera contengan un buen porcentaje de sedimentos de carácter alóctono.

Esta costa está influenciada por la Corriente de Costa Rica, la cual fluye hacia el noroeste, y entra al Golfo de Tehuantepec (Monreal-Gómez y Salas-de León, 1998). Por otra parte, este patrón de circulación costera se confirma con la posición de las bocas de los esteros que migran junto con la barrera en el sentido de la deriva, es decir, a la semejanza de una banda transportadora o cinturón en el cual los sedimentos se desplazan en la corriente de playa, fluyendo del cuadrante meridional SSE en dirección hacia el Golfo de Tehuantepec.

Resumen de los registros por regiones costeras del Pacífico

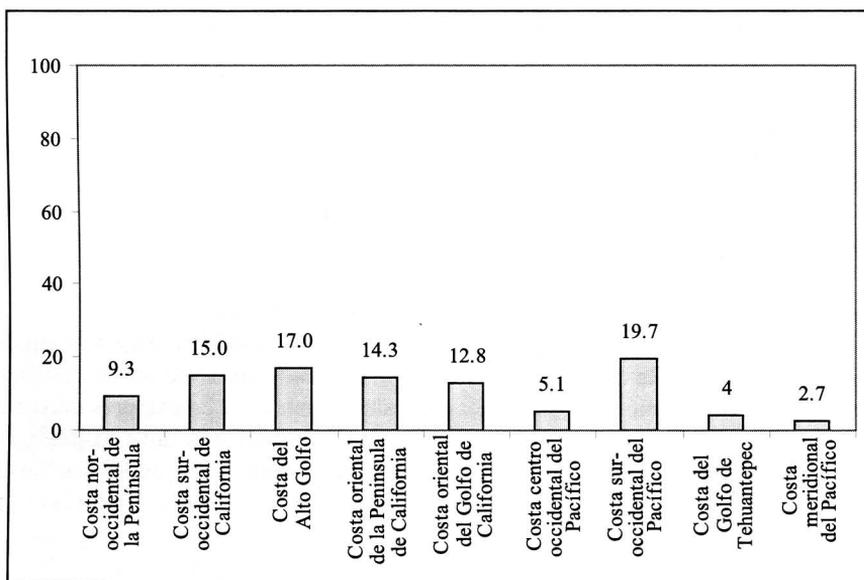
Destaca la costa frontal de la región del sur-occidente del Pacífico con 1 528 km de longitud que representa el 19.7% de la extensión total de todas las costas del Pacífico (Tabla 2). Con excepción de esta región, el resto se encuentra con valores mayores al 10%, éstos se localizan en la Península de California o formando parte de ella, tal es caso de la costa del Alto Golfo con una longitud de 1 323.8 km, cuya extensión representa el 17%. Posteriormente, con un 15% se identifica a la costa Suroccidental de la Península de California, seguida de un 14.3% para la costa Oriental de la península. El resto de las regiones cuentan con menos del 10% (Tabla 2 y Figura 18).

Resumen de los perímetros de la costa interior de aguas protegidas

El valor de las orillas de las aguas interiores de las lagunas de barrera, esteros y estuarios se muestran en la Tabla 3 y Figura 19. La región de la Costa Oriental del Golfo Sur, de Sonora y Sinaloa, alcanza alrededor de 2 000 km, cuyo valor en proporción, con respecto al resto del litoral, es de 34%, esto es muy significativo porque esta región contiene casi la tercera parte de la costa del Pacífico mexicano

Tabla 2. Composición-magnitud y porcentajes de cada región en la costa frontal del Pacífico mexicano

Costa Frontal del Pacífico					
Regiones	Arenosa	Rocosa	Anchura de bocanas	Total parcial	Total %
Costa Noroccidental de la Península de California	329.865	394.602	-	724.467	9.3
Costa Suroccidental de la Península de California	915.649	226.078	28.074	1,169.801	15.0
Costa del Alto Golfo	952.734	349.464	21.668	1,323.866	17.0
Costa Oriental de la Península de California	532.324	560.968	19.178	1,112.470	14.3
Costa Oriental del Golfo de California	809.085	142.599	47.159	998.843	12.8
Costa Centro Occidental del Pacífico mexicano	313.558	80.076	2.287	395.921	5.1
Costa Suroccidental del Pacífico mexicano	1089.134	424.368	14.667	1,528.169	19.7
Costa del Golfo de Tehuantepec	272.345	35.139	1.327	308.811	4.0
Costa meridional del Pacífico mexicano	209.962	-	2.875	212.837	2.7
<i>Total en km</i>	<i>5,424.656</i>	<i>2,213.294</i>	<i>137.235</i>	<i>7,775.185</i>	<i>100.0</i>

Figura 18. Porcentajes de regiones de la costa frontal por región en el Pacífico mexicano (total 7775 km)

con la presencia de humedales a través de innumerables esteros, estuarios y un número apreciable de lagunas costeras. Las márgenes interiores del borde emergido continental son de 1 296 km, es decir, un 65% y de 711 km (35%) para las márgenes interiores de barrera (Tabla 3, Figura 19). El segundo orden pertenece a la región de la costa suroccidental de la Península de California que sobresale por contar con 1 253 km (21%). Otra región que supera los 1 000 km orillas interiores, es el de la Costa Suroccidental del Pacífico; principalmente destacan por su número y magnitud de

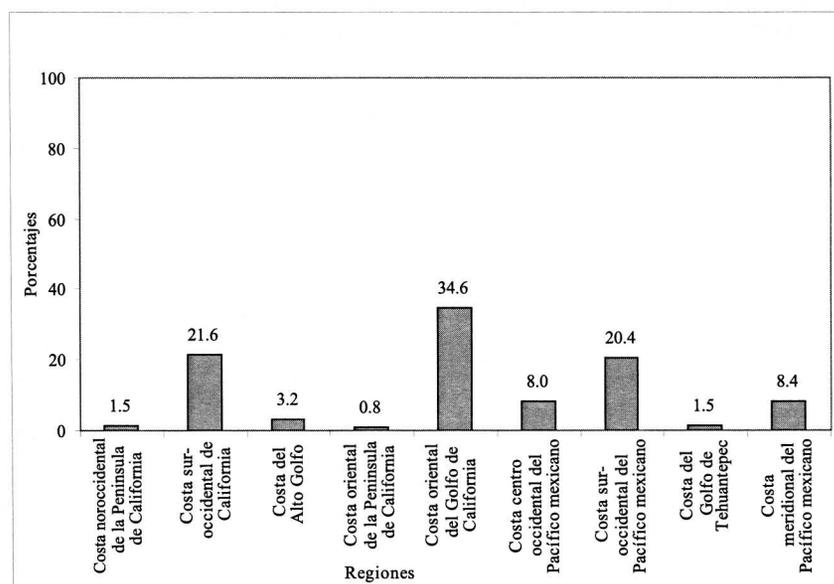
extensión las lagunas costeras de los estados de Colima, Guerrero y Oaxaca con el 20.4% de la longitud de la línea de costa de agua protegida del Pacífico, el resto de las regiones se encuentra por debajo de los 1 000 km (Figura 19).

Conviene destacar que casi el 75% de la costa del litoral del Pacífico se halla enclavada en el sector Noroccidental del país, es decir, en la costa de la península y del

Tabla 3. Composición-magnitud y porcentajes de cada región en la costa interior del Pacífico mexicano

Costa interior					
Regiones	Interior de Barra	Costa interior	total parcial	% total	
1 Costa Noroccidental de la Península de California	27.186	59.135	86.321	1.5	
2 Costa Suroccidental de California	403.352	849.925	1,253.277	21.6	
3 Costa del Alto Golfo	65.164	121.449	186.613	3.2	
4 Costa Oriental de la Península de California	21.746	25.446	47.192	0.8	
5 Costa Oriental del Golfo de California	711.649	1,296.047	2,007.696	34.6	
6 Costa Centro Occidental del Pacífico mexicano	187.002	277.459	464.461	8.0	
7 Costa Suroccidental del Pacífico mexicano	515.058	664.719	1,179.777	20.4	
8 Costa del Golfo de Tehuantepec	53.688	33.044	86.732	1.5	
9 Costa meridional del Pacífico mexicano	237.804	247.464	485.268	8.4	
<i>Total en km</i>	<i>2,222.649</i>	<i>3,574.688</i>	<i>5,797.337</i>	<i>100.0</i>	

Figura 19. Porcentajes de la costa interior por región en el Pacífico mexicano (5 797 km)



Golfo de California que se caracterizan por asentarse en un clima cálido seco y desértico con escasas lluvias. Presenta escasos aportes materiales e intercambios de energía provenientes del continente, con excepción de los ríos de Sinaloa que llegan al golfo y del delta del río Colorado.

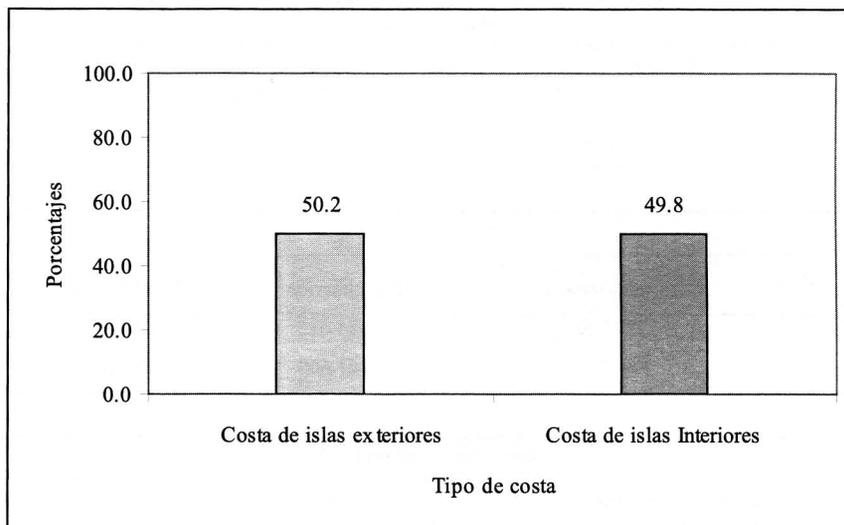
Exposición global de las costas insulares del Pacífico mexicano

Considerando las longitudes más sobresalientes del perímetro de las islas externas o emergidas del mar, destaca la región del Alto Golfo con 306.1 km (46.8%) de costas, ya que cuenta con importantes y numerosas islas como la de Tiburón, Ángel de la Guardia, Salsipuedes y Tortuga, entre otras. En segundo orden, con cerca de 150 km se coloca la región noroccidental de la Península de California en donde resaltan las islas de Guadalupe y Cedros, principalmente. El tercer lugar corresponde a la región de la costa Suroccidental del Pacífico mexicano 146.2 km (22.3%; Tabla 4 y Figura 20). El cuarto sitio lo ocupa la costa oriental de la Península de California con 134 km (20.5%). El resto de los litorales cuenta con registros mínimos menores al 5.5%. Con respecto a las islas interiores de aguas protegidas destaca la costa Oriental del Golfo de California (costa del sur de Sonora y centro-norte de Sinaloa) con 384.6 km que representa el 59.3%. Entre tanto, la costa suroccidental de la Península de California registra 121.2 km (18.7%) con una longitud semejante está la costa del Golfo de Tehuantepec con 17.9%. Cabe mencionar que los valores acotados suman el 96.5%; en consecuencia, es mínima la representación para las seis restantes regiones.

Tabla 4. Composición-magnitud y porcentajes de cada región en la costa interior del Pacífico mexicano

Total de valores costas insulares (exteriores e interiores) del Pacífico mexicano					
Clave Regiones		Costa de		Total parcial	%
		islas exteriores	islas interiores		
1	Costa Noroccidental de la Península de California	3.216	-	3.216	0
2	Costa Suroccidental de California	7.419	121.231	128.650	10
3	Costa del Alto Golfo	306.192	-	306.192	23
4	Costa Oriental de la Península de California	134.074	-	134.074	10
5	Costa Oriental del Golfo de California	35.342	384.611	419.953	32
6	Costa Centro-Occidental del Pacífico mexicano	146.297	8.910	155.207	12
7	Costa Suroccidental del Pacífico mexicano	20.739	13.834	34.573	3
8	Costa Golfo de Tehuantepec	1.342	119.811	121.153	9
9	Costa meridional del Pacífico mexicano	-	-	-	0
<i>Total en km</i>		<i>654.621</i>	<i>648.397</i>	<i>1,303.018</i>	<i>100</i>

Figura 20. Porcentajes de longitud de costa correspondientes a la costa insular en el Pacífico mexicano (1 303 km)



Resumen global de la costa del Pacífico mexicano

De acuerdo con los resultados de las mediciones hechas para cada región, el valor acumulado longitudinal de la costa frontal (Tabla 5 y Figura 21), se estima en un total general de 7 775.1 km distribuidos en la siguiente forma: las playas constituyen una longitud de 5 424.6 km con el 70% del total de la línea de costa Pacífica y las distancias acumuladas de costas rocosas de 2 213.9 km, misma que equivale 28%, mientras que el frente constituido por las anchuras de bocanas de estuarios y bahías estrechas alcanza 137.2 km o alrededor del 2% del total (Tabla 5).

Las longitudes de costa interior o de aguas protegidas suman 5 797 km, de las cuales las márgenes interiores ocupan 3 574.6 km, en otras palabras, el 61% de las orillas interiores, en tanto que las orillas correspondientes al interior de barrera, se establecen con una trayectoria de 2 222 km, mismas que alcanzan el 39% de la extensión (Figura 21).

Resumen global de la costa del Pacífico mexicano:

Costa frontal: 7 775 km

Costa de aguas interiores: 5 797 km

Costas insulares: 2 303 km

Total: 15 875 km

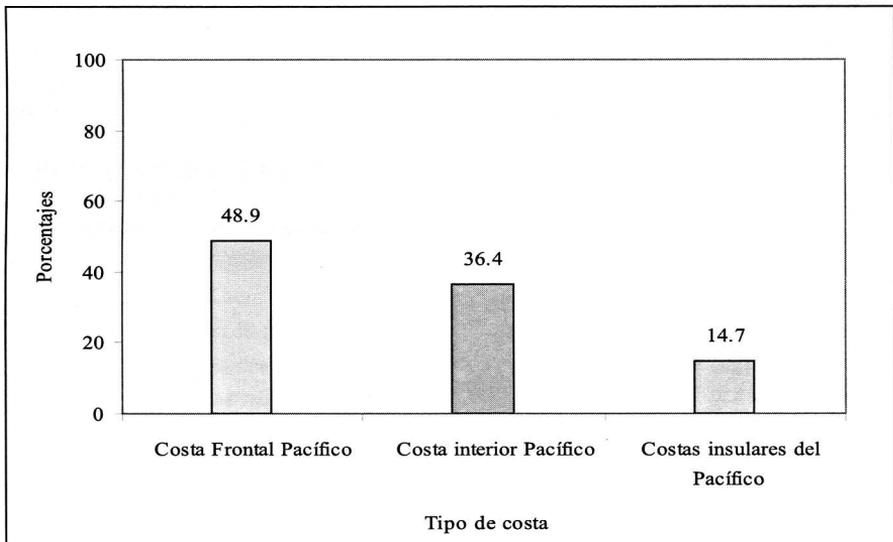
Tabla 5. Composición-magnitud y porcentajes totales por tipo de costa del Pacífico mexicano

Costa Frontal Pacífico				
	Arenosa	Rocosa	Anchura de Bocanas	Total general
km	5,424.600	2,213.300	137.200	7,775.2
%	69.769	28.466	1.765	100.0

Costa interior Pacífico			
	Interior de Barra	Costa interior	Total general
km	2,222.650	3,574.690	5,797.34
%	38.340	61.660	100.00

Costas insulares del Pacífico			
	Costa de islas exteriores	Costa de islas interiores	Total general
km	1,684.9	648.4	2,333.3
%	50.2	49.8	100.0

Figura 21. Porcentaje total de la longitud del perímetro de costas frontal, interior e insular del Pacífico mexicano



SEGUNDA PARTE

**LITORAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE
DE MÉXICO**

2

LITORAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE DE MÉXICO**Caracterización general**

Después de una larga y complicada historia geológica, el fondo de la cuenca oceánica del Golfo de México se presenta como una gran estructura concéntrica y escalonada, en cuyo núcleo o centro se encuentra la fosa de Sigsbee que no es sino la llanura abisal que constituye el nivel geomorfológico más profundo registrado a partir de la isobata de 3 600 m. Este nivel, por otro lado, constituye el límite perimetral formado por el contacto que separa la base de la rampa del talud continental de la planicie abisal sobre la cual, la circundan complejas estructuras que se levantan y edifican a partir de la periferia referida (Figura 22).

Existen de este modo varias provincias fisiográficas que representan grandes conjuntos morfoestructurales profundos que se desplantan del fondo oceánico y así se identifican de acuerdo con la siguiente relación: la provincia de domos salinos submarinos localizada al Norte del golfo frente a la costa de Texas. Mientras que por el flanco oeste del golfo se ubica un patrón fisiográfico con un estilo tectónico de compresión, que origina una extensa serie de plegamientos nombrados como pliegues del mexicano, descritos por Bergantino (1971; Figura, 22). Los ejes orográficos de este conjunto de plegamientos se orientan con rumbo generalizado noreste-suroeste; y cubren la zona dispuesta junto al frente del talud de la plataforma continental de Tamaulipas y Veracruz.

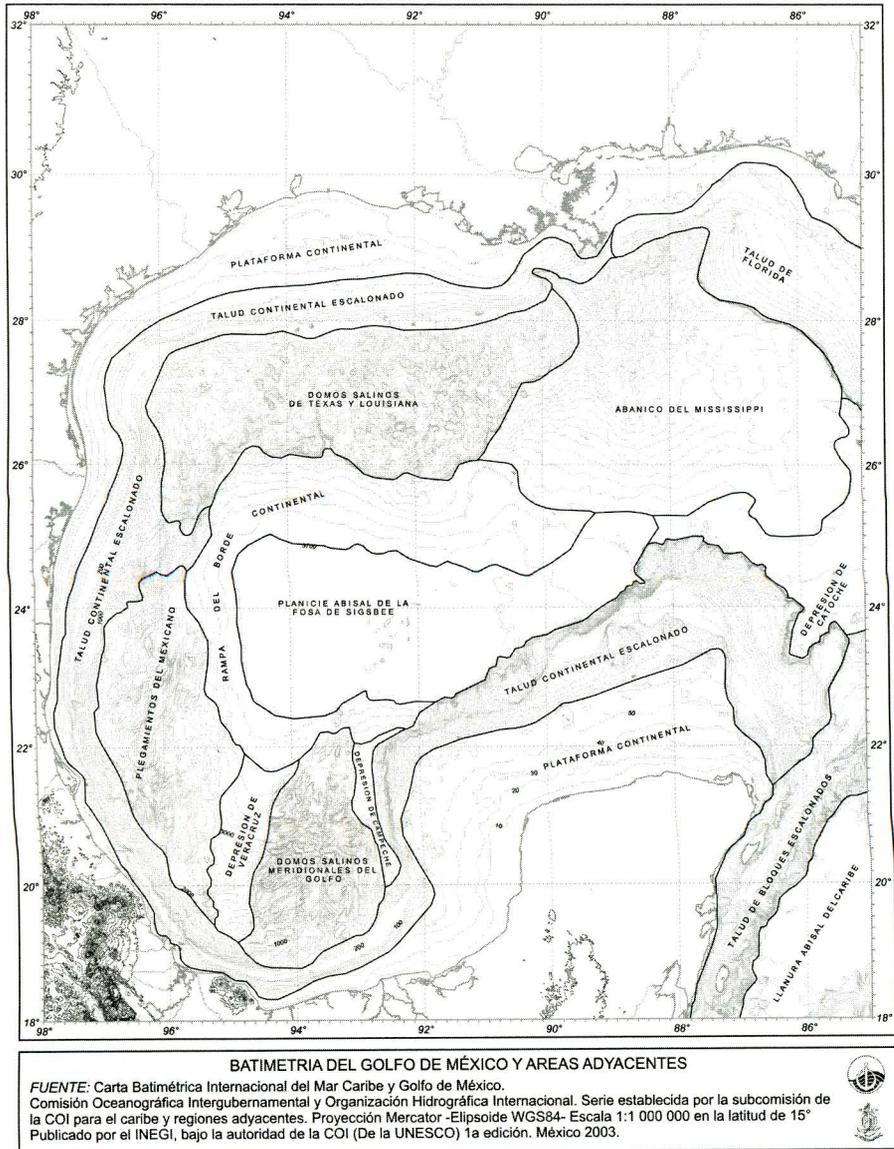
Al sur y sureste de la porción central del golfo se localiza la provincia de domos salinos submarinos pertenecientes a la cuenca salina del istmo. Éstos se caracterizan por estar deformados debido a una tectónica de carácter transtensivo que se expresa con un relieve de cañones o valles submarinos profundos que limitan y separan bloques o pilares que contienen racimos o agrupamientos de domos diapíricos, exhibiendo en planta un patrón de distribución en forma de una trama con trazos de características romboidales.

La provincia correspondiente a la fosa tectónica de Veracruz separa a las anteriores provincias. Se localiza frente a la costa y plataforma continental de la Sierra Volcánica de los Tuxtlas (Figura 22) y consiste en una depresión que se proyecta con una dirección suroeste-noreste hasta conectarse directamente con la fosa de Sigsbee. Aparentemente su plano axial constituye la costura de la apertura primitiva en donde tuvo lugar la subsecuente expansión del fondo del Golfo de México.

La porción nororiental del golfo limita al norte con los depósitos de la base del frente deltaico del sistema fluvio-marino del Mississippi, al oriente se extiende la planicie abisal de Sigsbee hasta el límite del talud continental de Florida, y al sur con la escarpa de Yucatán que consiste en un talud continental con terrazas escalonadas, para después descender de forma abrupta en el perfil inferior.

La fosa de Sigsbee es el primer escalón y en el segundo escalón concéntrico visto en planta, en orden ascendente, desde la planicie abisal hacia la costa, se identifica al talud continental, el cual no es homogéneo puesto que cambia en su fisonomía,

Figura 22. Provincias fisiográficas del fondo marino del Golfo de México



según las relaciones de contacto geológico que existen con la estructura de la provincia abisal adyacente. Es decir, que será distinto en la magnitud de las dimensiones y gradientes de pendiente, según sea la región. El talud no es igual en la zona del Caribe que en el norte de Yucatán, o en el talud adyacente a la provincia de plegamiento que en el de los domos del Istmo de Tehuantepec y Campeche, toda vez que difieren en sus características morfométricas en dimensiones, en profundidad o altura y con diferentes gradientes de declive en cada uno.

El tercer nivel concéntrico y con menor profundidad, es el reborde de la plataforma continental que fue identificado y estudiado por Lecuanda y Ramos (1996) con excepción de la plataforma del Caribe donde éste no existe. Dicho reborde varía en anchura y rasgos topográficos, por lo tanto presenta un gradiente diferente en su declive. El último escalón está constituido por la plataforma continental que se extiende sobre la planicie costera del golfo que corresponde con su porción emergida, mientras que la parte sumergida se encuentra separada por la estrecha transición de la ruptura de pendiente de la playa y la zona sublitoral. Finalmente, esta es la porción somera que constituye el cinturón exterior de la estructura concéntrica del Golfo (Figura 22).

La estructura geológica del subsuelo de la plataforma continental está constituida por una serie de cuencas de sedimentación marginal y/o deltaicas del Cenozoico, formadas por sedimentos terrígenos y marinos que buzcan suavemente hacia la porción central del Golfo de México. Las capas tienen un rumbo generalizado norte-sur con un marcado engrosamiento o espesor hacia el oriente, con una acumulación de sedimentos costeros en un mar cuya línea costera se fue desplazando hacia el mar, con una profundidad creciente en ese sentido (Benavides, 1956).

Por otra parte, la península de Yucatán es un banco calcáreo de estructura tabular con movimiento de emersión paulatina que cierra la configuración del Golfo de México por el oriente (Morán, 1984).

Al oriente de la península se encuentran las costas que pertenecen al Mar Caribe con un ambiente de mar tropical en una estrecha plataforma continental, en cuyo borde está una barrera arrecifal de coral angosta que se extiende de forma paralela a lo largo del litoral del Caribe mexicano de poco menos 800 km, pero con un desarrollo longitudinal de más 1 000 km que se extiende hasta Belice. El talud continental correspondiente es un relieve escalonado debido a un sistema de fallas geológicas normales con corrimiento de rumbo transcurrente lateral izquierdo que surcan el fondo submarino en el sector norte y se presentan en la porción sur continental de la bahía de Chetumal, río Hondo y del Sistema Bacalar de Dolinas formando hileras de cenotes conjugados.

Con base en el gradiente climático de zonación geográfica y latitudinal de norte a sur se registra lo siguiente: la costa Nororiental corresponde al clima árido y seco, el sector central es tropical sub-húmedo, la porción meridional es tropical húmedo y la costa norte y noroeste de la península de Yucatán es de clima seco. El golfo constituye un área favorable en el desarrollo de ciclones tropicales en el verano, mismos que son acompañados de oleaje y mareas de tormenta. Aproximadamente el 35% de los ciclones que se originan en el Mar Caribe afectan a las costas de México (Ortiz-Pérez *et al.*, 1996).

Según Lankford (1977), tres tipos de régimen de oleaje tienen lugar en el Golfo de México y Mar Caribe: olas y marejadas de tormenta asociadas con ciclones tropicales; olas y marejadas de tormenta con frentes fríos conocidos en México como “nortes”; olas y marejadas generadas dentro del límite de la tirada de viento o fetch en la superficie del golfo.

Los vientos dominantes son las oleadas o rachas constantes de los alisios que provienen del sector nororiental durante todo el año, generando olas con períodos típicos de entre cinco y siete segundos, cuyas crestas oscilan alrededor de 1.5 m de altura. De esta forma, el oleaje incide predominantemente del este-noreste con una frecuencia de un poco más del 60% del total anual; mientras que la costa del Mar Caribe recibe el oleaje con direcciones comprendidas entre el noreste y sureste, esencialmente bajo las mismas condiciones del oleaje típico de las cuencas mediterráneas o semicerradas, que pueden ser consideradas de baja y moderada energía, excepto en los nortes y huracanes, donde se han observado olas de más de 4.5 m de altura (*Ibid.*).

Los huracanes ocurren en verano y causan intensas tormentas cuyas trayectorias ciclónicas normalmente inciden sobre la costa noroccidental, afectando a menudo la península de Yucatán y la plataforma continental adyacente. Las tormentas afectan menos en las costas Centro y Centro-Sur del golfo.

Los fenómenos de los “nortes” se desarrollan normalmente entre octubre y marzo y cada año se presentan entre 15 y 20, con una duración de uno hasta cinco días. Los vientos frecuentemente exceden los 40 km/h, creando mareas de tormenta que inundan las tierras bajas, erosionan playas y transportan sedimentos en diversas direcciones. Hay movimiento de arenas en las playas de dunas con una orientación de norte a sur, progradando a las lagunas costeras situadas en sotavento.

Aunque la altura de mareas es pequeña a lo largo del golfo (<0.5m), es importante en las zonas de mezcla de ambientes estuarinos con movimiento de agua y sedimentos, particularmente en las desembocaduras fluviales, los esteros, brazos deltaicos y bocas de lagunas.

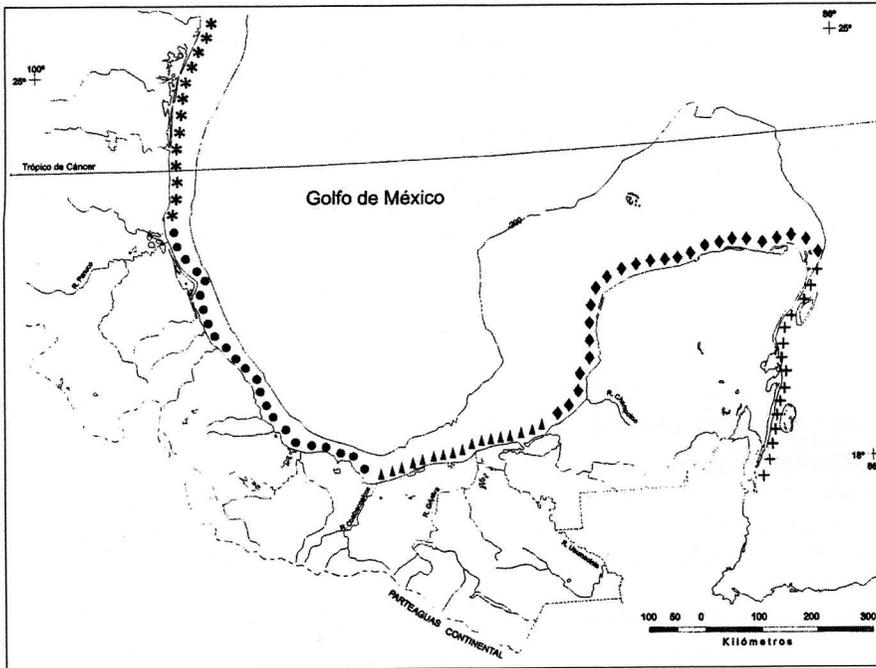
En verano el calentamiento de las aguas superficiales del golfo alcanza su mayor temperatura, aparentemente asociado a la latitud, alrededor de los 28° C en la costa nororiental (Fernández-Eguiarte *et al.*, 1992), incrementándose a 29.7-28.9° C en el sector central y suroriental, respectivamente (Toledo-Ocampo, 1996). Los niveles de salinidad superficial muestran una distribución espacial general: ~32 en la costa norte y hasta ~36 en el Banco de Campeche (De la Lanza-Espino, 2001).

En invierno existe un gradiente de temperaturas que varían de los 19.5 a 22.5° C, respectivamente, en la costa nororiental; se incrementan en la porción central y costa oriental de Yucatán hasta los 24° C. En las aguas superficiales de la costa del Mar Caribe ascienden a 25 y 25.5° C (Fernández-Eguiarte *et al.*, 1992). En esta misma época la salinidad se distribuye entre un mínimo de 31 en el sector septentrional del golfo, hasta un máximo de 36.68 frente a las costas de Campeche (Toledo-Ocampo, 1996).

Diferenciación de las Costas y Mares Marginales del litoral del Golfo de México

La zonación costera está fundamentada en el carácter regional por sus características distintivas y únicas (unidades irrepetibles) de homogeneidad relativa, que en el conjunto territorial dan a cada región un arreglo privativo de sus componentes naturales (Figura 23).

Figura 23. Regionalización costera del litoral del Golfo de México y Mar Caribe



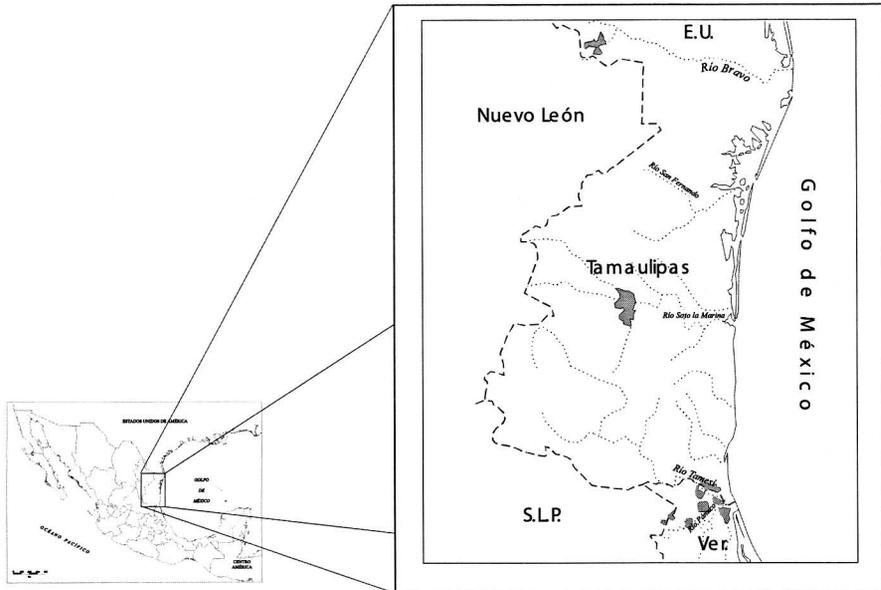
Las características distintivas están dadas por la geomorfología, el clima y la oceanografía, que proporcionan contrastes y/o regularidades territoriales que tipifican al ambiente. De acuerdo con la clasificación costera propuesta y con las afinidades más sobresalientes del medio natural, se reconocen cinco provincias en la costa del Golfo de México.

Costa Nororiental (Tamaulipas)

La línea de costa de la región en cuestión es de alrededor de 500 km de longitud, se extiende desde la desembocadura del río Bravo en el norte, hasta su límite meridional un poco más al sur del Trópico de Cáncer; prácticamente a todo lo largo de la costa del estado de Tamaulipas (Figura 24).

Las características relevantes del clima se sintetizan de la siguiente manera: una precipitación media anual de alrededor de 800 mm que es de carácter intermedio, con un período de lluvias no bien definido que se repite a lo largo del año. El porcentaje

Figura 24. Mapa de localización de la región de la Costa Nororiental



de lluvias invernales respecto al anual es del 10 al 36%, y se debe a la humedad propiciada por los nortes (frentes fríos). El clima es semiárido, cuenta con una amplitud térmica extremosa mayor de 14°C ; con una temperatura media anual mayor a los 18°C ; características que, en su conjunto, forman parte de la región climática del noreste de México, definidas por García (1983).

La zona litoral está constituida por una costa acumulativa de playas bajas arenosas de configuración rectilínea de fisonomía monótona, con una larga barrera cuya costa frontal representa una longitud de alrededor de 454 km, que es prácticamente la extensión total de esta región. Es muy semejante a la costa de Texas, en el sentido de que aloja en la porción septentrional de la costa al amplio sistema de la Laguna Madre de cerca de 200 000 ha de extensión, cuyo perímetro costero es de aproximadamente 1 633.6 km, tres veces más con respecto a la extensión de la orilla frontal.

Desde el Mioceno existe el sistema deltaico del río Bravo que influye de manera definitiva en la geología del sector norte de la región nororiental de la costa con un importante aporte de sedimentos, en el cual, el frente deltaico llega a tener una columna estratigráfica cercana a los 10 000 m de espesor (Yáñez y Schlaepfer, 1968). Dicho volumen se haya sujeto a la compactación de sedimentos con un proceso de subsidencia de 5 mm/año en el ápice del delta, decreciendo 1 mm/año cerca de la desembocadura del río Soto La Marina (Rona, 1974).

En el sector meridional de la costa, la isla barrera que resguarda a la Laguna Madre decrece en anchura, al estar más alejada de la fuente de sedimentos que provienen de las corrientes de deriva litoral desde la costa de Texas y del mismo delta del río Bravo, por ello se identifica una celda costera de acarreo litoral uniforme

con una circulación generalizada de norte a sur en el invierno, invirtiéndose la circulación en el verano pero de menor magnitud (CIFSA, 1967).

Los efectos del fenómeno de la subsidencia sobre la costa son contrarrestados, como ya se mencionó anteriormente, debido a la fuente de sedimentos costeros que proviene de la costa de Texas y al mismo surtidor del río Bravo, con el consecuente aporte y la acreción de sedimentos a lo largo de la costa. Estos sedimentos adosados a la barrera de la costa dejan de ser retrabajados por las olas, pero ahora es el viento el que modela la porción superior de la playa o "posplaya" y las dunas activas de la barrera mediante el proceso de deflación o erosión de la acción del viento, en donde parte de estos sedimentos, en particular los de textura más fina, son llevados y depositados en el fondo de las lagunas, al ubicarse éstas en el flanco de sotavento de la barrera arenosa.

Como parte de la manifestación de los procesos de sedimentación, concurren las cercenaduras de erosión (*washover channels*) junto con la de los abanicos de desplazamiento (*washover fans*) que son respectivamente geoformas de erosión y acumulación. Se originan ambas con las mareas de tormenta que aprovechan cualquier punto de debilidad y estrechez, tanto topográfica como de la anchura de las islas barreras, para cercenarla y cruzarla cuando el nivel del mar asciende. La acumulación sedimentaria de los referidos abanicos depositan el material arenoso removido de la barrera sobre los humedales de la línea de costa interna de la barrera, contribuyendo, en este caso, al azolve de la Laguna Madre durante las tormentas, pues sobre el lecho del fondo hay sedimentos de procedencia eólica (Yáñez y Schlaepfer, 1968).

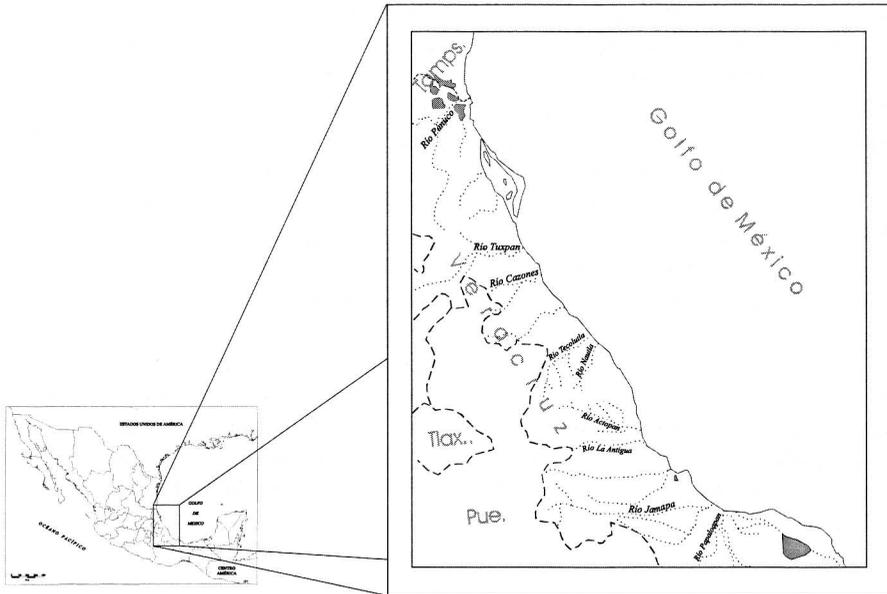
Costa Centro Oriental (Veracruz)

La línea de costa tiene aproximadamente 675 km de desarrollo longitudinal. Ocupa prácticamente casi todo el estado de Veracruz (Figura 25). El clima es cálido-húmedo; con temperatura media anual entre los 22 y los 26° C; especialmente subhúmedos en la porción norte y central con precipitaciones que se distribuyen entre los 1 000 y 1 500 mm, respectivamente. La humedad se incrementa en la porción meridional en el flanco costero de barlovento de la Sierra de los Tuxtlas con niveles mayores de 3 000 mm.

En la porción septentrional, la costa consiste en una amplia isla barrera que encierra a la Laguna de Tamiahua. Se forma a partir de la sedimentación de las corrientes costeras que proceden del norte y del estuario del río Pánuco. La barrera se forma a manera de un tómbolo que se ancla sobre los arrecifes coralinos que salen fuera de traza general de la línea de costa y que constatan la importancia que tiene la distribución de sedimentos de la deriva litoral en dirección de norte a sur. Tal patrón de circulación aparentemente ha perdurado así desde hace tiempo, pues hay evidencias de que las islas interiores de la Laguna de Tamiahua formaron con anterioridad una barrera más antigua.

Desde el punto de vista geomorfológico, incluye a las costas acumulativas de playas bajas arenosas que se extienden por una distancia de 609.8 km con exposición abierta al mar, las cuales constituyen el 90%. El frente corresponde a la margen expuesta de las islas barrera, a partir de la cual se encadenan las playas altas, los campos de dunas y cordones de playas antiguos, todos separados del continente por marismas y esteros estrechos con disposición paralela a la línea de costa. Los diversos

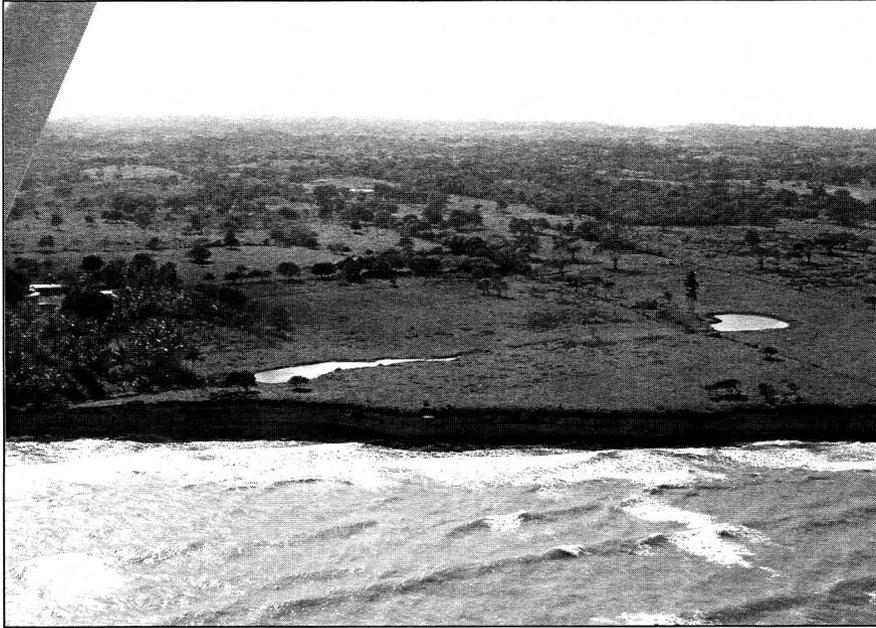
Figura 25. Mapa de localización de la costa Centro Oriental



tramos de costas rocosas suman 52.8 km, alrededor del 8% del litoral, se describen de acuerdo con la localización que guardan con respecto a la posición de norte a sur; primero se identifica un corto trecho y bajo acantilado de carácter sedimentario formando una terraza tectónica-abrasiva ubicado entre la boca del río Cazones y el Estero Azul (Figura 26).

En la porción central de la región en cuestión, entre la localidad de Laguna Verde y la Mancha, dominan las costas mixtas, es decir, con alternancia de márgenes arenosas y rocosas respectivamente; con mecanismos de oleaje cuyo efecto es abrasivo y acumulativo, en tramos que se alternan salientes rocosos y bahías de escasa o corta entrante, pero de amplia extensión, formando playas bajas abiertas al mar y de campos de dunas que se extienden por algunos kilómetros tierra adentro. Al parecer los aportes del río Tecolutla constituyen la principal fuente de sedimentos que se derivan a lo largo de corrientes playeras que alimentan esta porción de la costa. La región volcánica de los Tuxtlas constituye el otro trecho con costas mixtas. Las orillas rocosas son de dos tipos: uno de taludes acantilados sujetos al oleaje directo con depósitos de escombros detríticos en la base del talud, producto de la caída por socavación del cantil, y el otro a un relieve bajo originado de la roca ígnea acumulativa de antiguos derrames lávicos del Cuaternario. Entre el estuario del río Cazones y el de Nautla domina la expresión de playas bajas, en donde también es notable la degradación de las cuencas vertientes que reconocen al mar y que se refleja en el azolve que ha colmatado los lechos de antiguos ambientes lacustres costeros, de forma tal que la costa de barrera se ha adosado a la margen continental y sólo se encuentra separada por un estero de disposición paralela a la costa asociada con las planicies de inundación

Figura 26. Vista del paisaje de la terraza estructural con el trecho de costa acantilada. Localizada arriba de la desembocadura del río Cazones, Veracruz



a lo largo de su trayectoria. Otra zona costera típica considerada como una subregión es la de Veracruz, que para fines de su caracterización se considera aquélla que comprende desde el río Actopan hasta el límite con el río Jamapa. El sello de distinción procede del hecho de que la línea de costa baja arenosa se encuentra precedida de amplios campos de dunas costeras. Usualmente la porción frontal de los campos de dunas es activa, es decir, son móviles (Figura 27), mientras las dos terceras partes del área arenosa están parcialmente fijas debido a la colonización de vegetación del ambiente de dunas y pastizales inducidos.

La organización del paisaje se mantiene de este modo hasta la altura de Punta Chivos a unos escasos kilómetros de la laguna Camaronera y de Alvarado, para dar lugar al complejo fluvio-lagunar del río Papaloapan caracterizado por alta concentración de escurrimientos continentales favorecidas por el fenómeno de subsidencia de esta cuenca marginal que originan extensas lagunas, humedales de manglar y ciénagas. Es indudable la importancia de estos sistemas lagunares costeros, pues junto con el sistema lagunar de Tamiahua, forman la mayor parte de la longitud de las costas de áreas de aguas protegidas o interiores con cerca de 614 km de donde 292.5 km (48%) pertenecen a las orillas internas de las islas barrera y 321.3 km (52%) son de márgenes internas. Estos humedales, en particular los de Alvarado, se hayan flanqueados por la costa de barrera que se distingue por contener altos cerros arenosos mayores de más de 50 m de altura y de amplios campos de dunas costeras que penetran formando lenguas arenosas hasta cerca de 10 km tierra adentro.

Figura 27. Detalle de la expresión geomórfica de los campos de dunas móviles e inactivas al ser fijadas por la cobertura vegetal. Sitio correspondiente a la desembocadura del arroyo del arenal, cabe mencionar que dicho escurrimiento nace y genera su trayectoria dentro del campo de dunas, muy cerca y al norte del puerto de Veracruz

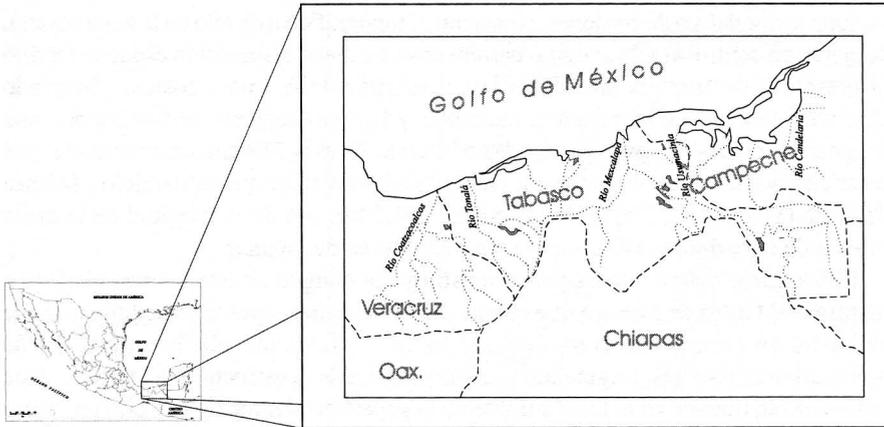


Costa Centro-Sur (Veracruz-Tabasco y Campeche)

La costa meridional del golfo se extiende desde el estado de Veracruz en la laguna del Ostión ubicada al oeste de la ciudad de Coatzacoalcos, hasta la laguna de Términos en el oriente, con una longitud aproximada de 370.3 km (Figura 28). Presenta un clima cálido-húmedo con precipitación anual que varía entre los 1 500 y 2 500 mm, respectivamente. El rasgo distintivo de esta costa es que comprende a los principales sistemas deltaicos y estuarinos de la costa mexicana del golfo que influyen de manera determinante en el mar adyacente por el aporte importante de agua y sedimentos continentales que representa una fuente importante de terrígenos y nutrientes.

Cabe hacer notar que la corriente playera de deriva litoral que proviene del norte, prosigue su camino en la costa de Los Tuxtlas y vuelve hacer corriente dominante para manifestarse en la barra de la laguna del Ostión hasta la salida de la boca del estuario del río Coatzacoalcos, e incluso en la boca del estuario del río Tonalá, pero ahora con dirección en sentido de occidente a oriente para cambiar rumbo al mar entre la boca del Tonalá y la de Santana en la Laguna del Carmen. En las cercanías de la Boca de Santana convergen con la corriente de deriva playera proveniente de Yucatán, cuya trayectoria contraria es de oriente a poniente que procede de Campeche impulsada por los vientos alisios y las ondas del este; de esta manera se dirigen las corrientes hacia mar abierto, disipándose posteriormente. Estas corrientes se carac-

Figura 28. Mapa de localización de la costa Centro-Sur (sur de Veracruz, Tabasco y Campeche)



terizan por llevar una gran cantidad de sedimentos en suspensión que al disiparse se depositan sobre la plataforma continental que, junto con el surtidor del delta de la Mezcalapa, constituyen los aportes de la carga sólidos más importantes del Golfo, en el territorio de México.

La línea de costa es baja y arenosa y su flanco frontal junto, con las bocanas, se extiende alrededor de unos 390.4 km de longitud, con islas de barrera formadas por la sucesión continua de cordones de playa, constituidas en el Holoceno dada una fuente constante de sedimentos que fueron retrabajados por la acción de las corrientes de deriva costera y que flanquearon el frente de las planicies deltaicas. Estos cordones se extienden a lo largo de una franja costera de unos 250 km, desde la desembocadura del río Tonala hasta el complejo lagunar de Términos. El ancho de la franja de cordones es variable toda vez que en la barrera de las lagunas de Carmen y Machona comprende de 150 a 250 m de ancho, mientras que en las inmediaciones de la desembocadura de los ríos Grijalva-Mezcalapa-Usumacinta abarca una franja de 25 km de ancho. Una gran parte de los cordones se derivan del surtidor de sedimentos del referido sistema deltaico que se fueron edificando en el transcurso de los últimos 5 000 años del Holoceno a partir de la estabilización del nivel del mar actual. En este lapso traza de la línea de costa se ha modificado continuamente, formando las diferentes series de cordones que se disponen de acuerdo con la posición original de las desembocaduras o centros de depósito de sedimentos (Psuty, 1965 y 1967).

Los sedimentos son retrabajados por las corrientes playeras; una vez que el oleaje constructivo edifica una playa acumulativa, ésta es modelada en las tormentas por la acción del oleaje erosivo, formando una berma o escalón de playa en un nivel más alto. Cuando este proceso se repite de manera sucesiva en lapsos de tiempo prolongados de miles de años, se forman las planicies de cordones (*Ibid.*). La mayoría tiene de uno a tres metros de altura y se disponen con un arreglo de separación entre cada cordón a manera de una depresión somera alargada o “caños” con anchura variable de 20 a unos 100 m de longitud. Muchas veces estas depresiones están

sujetas a inundación temporal o permanente con un ambiente de vegetación emergente de pantano tular-popal. Además se presentan marismas de manglar en aquellas zonas que tienen comunicación con el mar a través de esteros. En el transcurso de este período acumulativo de cordones, con un nivel topográfico más alto de la zona costera, se ejerce un control al actuar como barrera costera, dicha disposición espacial facilitó la presencia de amplios ambientes lacustres atrás de la franja costera, formando extensas planicies de inundación, marismas y lagunas costeras de barrera con una longitud de orillas de aguas protegidas o internas de más 739 km, caracterizadas por tener cuerpos de agua de configuración elongada con el eje mayor paralelo a la línea de costa (West *et al.*, 1969), de las cuales 261.7 km son de la longitud de la orilla interna de la barrera y 477.3 km de margen interna de lagunas.

El complejo deltaico tabasqueño constituye la margen de una cuenca geológica marginal al Golfo de México que cuenta con un enorme espesor de sedimentos que se hayan en proceso de compactación natural e inducido por la extracción de hidrocarburos y su gas, originando una subsidencia de la estructura del terreno. Este fenómeno se traduce en el hundimiento de la superficie deltaica y con ello un efecto análogo al de un incremento del ascenso de nivel del mar con la consecuencia de una serie de impactos como es la destrucción por erosión de la línea de costa. El hundimiento del terreno propicia una mayor frecuencia y permanencia de las inundaciones y un efecto de salinización de suelos y aguas con las consecuencias de una modificación y reemplazamiento de los ecosistemas, por humedales costeros con condiciones ambientales de aguas salobres que favorece a los ambientes palustres y llanuras de inundación de marismas con manglar y de halófilas, todo esto aunado con una deficiencia del drenaje superficial.

Costa Noroccidental de la península de Yucatán (Campeche y Yucatán)

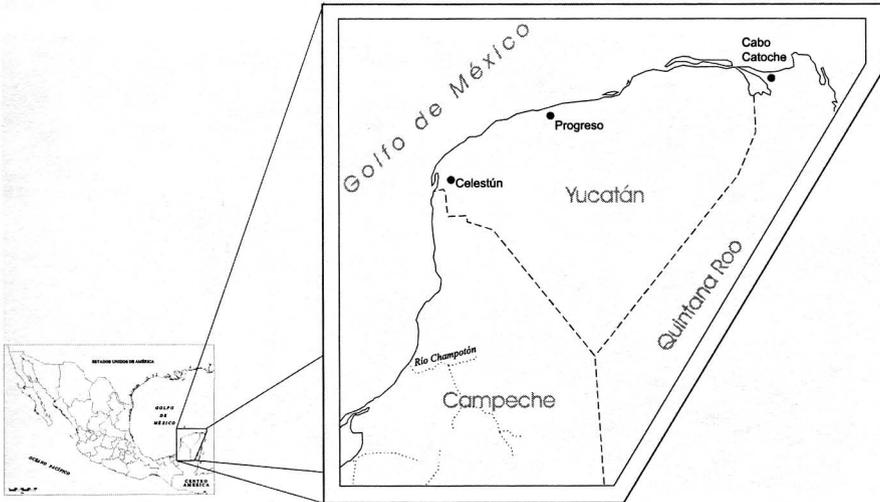
La línea de costa tiene aproximadamente un desarrollo longitudinal de 650.3 km que cubre el flanco Oriental de la cuenca del golfo. En Campeche la costa se orienta con rumbo norte-sur, cambiando de orientación en la costa de Yucatán de este-oeste; trazo que se eleva en tres grados latitud al circundar a la península de Yucatán por el flanco marino del golfo (Figura 29).

Desde el punto de vista climático se reconoce como otra región, pues durante todo el año la península está sujeta a la influencia de los vientos alisios del este y del noreste, en el verano y otoño la influencia más notoria es de los ciclones tropicales y en el invierno es la de los nortes, que con sus vientos húmedos contribuyen a elevar el porcentaje de lluvia invernal (entre 5 y 10% de la total anual). El tipo climático representativo, por su temperatura, pertenece al cálido (temperatura media anual entre los 22 y 26° C).

La distribución de la precipitación pluvial muestra marcados gradientes pluviométricos, toda vez que la costa norte de Yucatán forma una faja entre Celestún y la laguna de Yalahau (Hol Box) con 600-800 mm. Mientras en la Costa de Campeche varía de 800 en el norte y hasta 1 300 mm en el sur en la Laguna de Términos.

La costa forma parte de la geología de la península de Yucatán, de composición de rocas calizas en donde domina el carbonato de calcio, la cual, junto a una estructura tabular u horizontal y las condiciones de humedad, permiten la presencia del modelo cárstico en el relieve. Por tal motivo, uno de los rasgos más notables es la

Figura 29. Mapa de localización de la Costa de Campeche y norte de Yucatán



ausencia de drenaje superficial o carencia de ríos, ya que el escurrimiento se lleva a cabo a través de la red del drenaje subterráneo, que en la llanura costera se manifiesta a través de manantiales cársticos (cenotes y/o retenes; Figuras 30 y 31), que le imprimen condiciones particulares a las marismas de la zona costera.

La geomorfología de la costa noroccidental de Yucatán consta en su mayoría de planicies de playas bajas acumulativas que forman el tramo frontal de las islas de barrera que se extienden por poco más de 608.6 km que constituye el 93% y de 37.2 km o sea el 6% de costas rocosas, es decir, un total de 650.3 km de la margen frontal. Una parte de las playas arenosas están en proceso de crecimiento y expansión con sedimentación activa como Punta Celestún y Punta Arenas. Cabe mencionar que en el flanco de barlovento se distinguen cordones de playa y flechas de arena en las inflexiones de la barrera. Dichas formas acumulativas son reelaboradas por el viento formando playas y cordones de dunas, mientras que por el lado de sotavento de la barrera, se establece un ambiente de marisma con una franja de esteros, lagunas y planicies estrechas de inundación con manglar, con parches de salitrales (Figura 32).

Las orillas internas se desarrollan con una longitud de 941.2 km superando fácilmente a la costa frontal. Cabe reiterar que los innumerables parches de ambiente de marisma se repiten, pero ahora la margen del borde continental se extiende en un área mayor en donde dominan el manglar y el pastizal inundable.

La zona sublitoral, y en particular la superficie del mar adyacente, queda a merced de los vientos alisios que provienen del este-noreste a lo largo del año, generando un oleaje que arriba del sector noreste, de tal forma que refuerza a la corriente que proviene de la circulación costera del Caribe mexicano; originando un flujo paralelo a la costa, en dirección al poniente. Es una zona conocida por la existencia de surgencias dinámicas de circulación, cuyo origen se vincula con la interacción del fondo somero de esta parte de la plataforma continental y la Corriente de Yucatán.

Figura 30. Vista aérea de la planicie costera con petenes distribuidos de forma dispersa, sin arreglo aparente, a manera de islas que sobresalen de la planicie de inundación

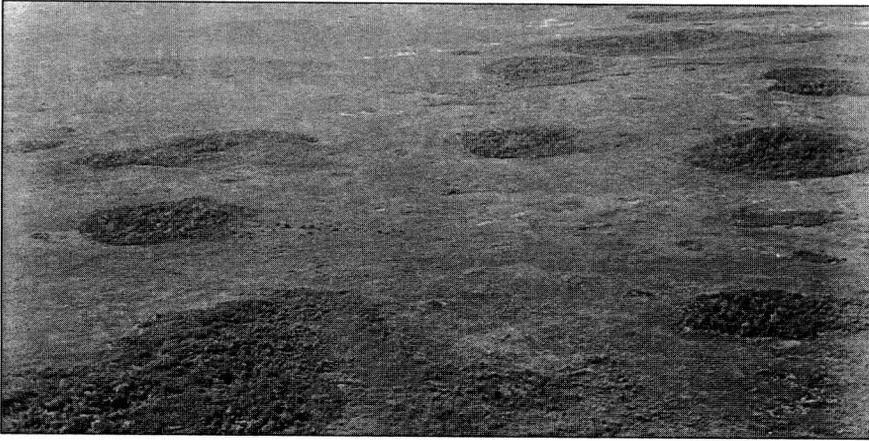


Figura 31. Imagen de dos petenes en donde se observa la gradación de la vegetación en franjas concéntricas, la de menor talla en la periferia, usualmente de manglar, seguida de selva baja inundable y selva alta perennifolia al centro

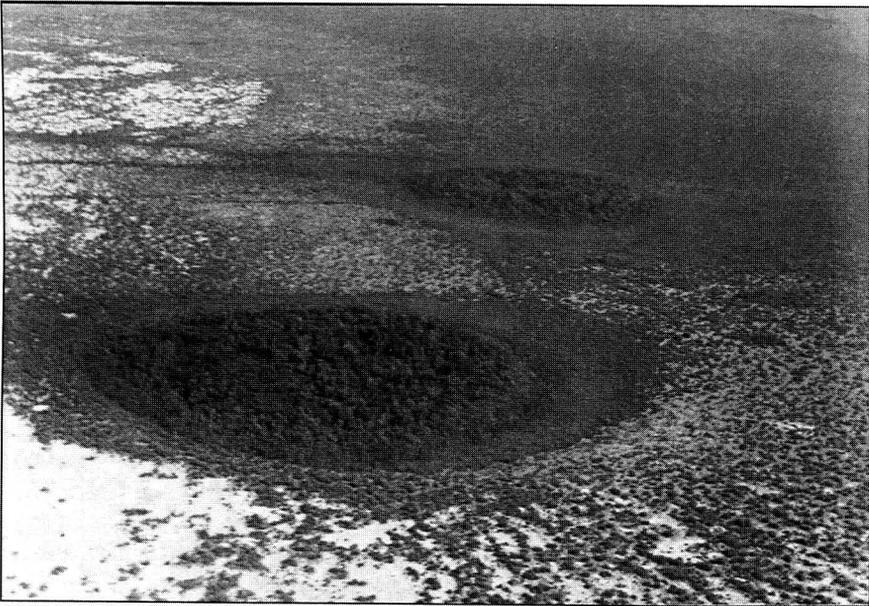


Figura 32. Paisaje de planicie de intermareas con salitrales. Los atillos de la llanura están limitados con un arreglo lineal de manglar de borde



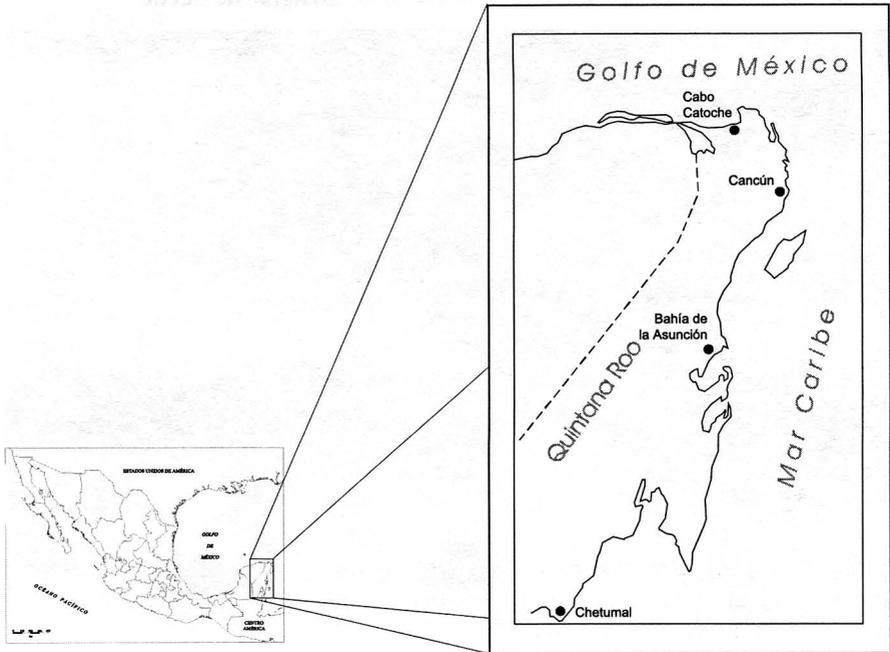
Cabe hacer mención que ciertos sectores de la costa frontal tienen problemas de inestabilidad debido a la erosión y sedimentación rápida de playas, inducida por el hombre, dada la alta densidad y corto distanciamiento entre los espigones (Meyer-Arandi, 1993).

Costa del Mar Caribe (Quintana Roo)

Se extiende desde la localidad de Cabo Catoche hasta la Bahía de Chetumal, con una distancia de cerca de 600 km, siguiendo una dirección generalizada norte-sur, hasta limitar con el territorio de Belice (Figura 33). Esta subprovincia fisiográfica contrasta y se diferencia de la del resto de Yucatán por el carácter climático de mayor humedad, además de contar con ciertas características geomorfológicas y oceanográficas distintivas. Tal vez con la excepción de la litología, ya que ésta forma parte de la estructura geológica de la plataforma cárstica de la península.

De acuerdo con García (1983), el clima es caliente subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación que se incrementa en la franja costera con respecto al resto de la superficie de la península de Yucatán, con niveles que comprende rangos entre los 1 000 mm en el sector noreste, entre Playa del Carmen y Cabo Catoche, hasta por arriba de los 1 400 mm en el sur de la costa.

Una diferencia natural de carácter regional de la costa del Mar Caribe de México está dada por el emplazamiento de una barrera arrecifal coralina que le imprime al conjunto costero una estructura única en los componentes naturales. Dicha arquitectura consiste en una barrera de coral estrecha que se desarrolla por una distancia de alrededor de 1 000 km de longitud y que corre paralela a la línea de costa de todo el

Figura 33. Mapa de localización de la Costa del Mar Caribe

estado de Quintana Roo partiendo desde Belice. La barrera se expone en el límite externo de la zona sublitoral, siempre sumergida y raramente emergida con una traza más o menos continua, ausente por cortos trechos. Se adjudica como la tercera barrera arrecifal más extensa del mundo. La barrera en su flanco frontal de barlovento absorbe parte de la energía física del choque hidráulico del oleaje, que incide primordialmente del oriente, seguida de la rama sureste y noreste con una altura onda comprendida entre los 0.30-0.90 m con aproximadamente el 30% de las frecuencias y otro semejante porcentaje de alturas que oscilan entre 0.90 y los 2.40 m y 7% para olas >2.40 m (Estadigrafía, 1996).

La configuración y topografía de un medio acuático somero de laguna de barrera arrecifal, controla la distribución del oleaje, de esta forma en la porción frontal recibe el oleaje del mar abierto con mayor energía física, mientras que en el lado interno a sotavento, se filtra y amortigua, por lo tanto es de baja energía física, excepto en las bocas o cercenaduras de la barrera arrecifal en donde se generan fuertes corrientes.

El hecho de no contar con una fuente continental de aporte de sedimentos importante, no impide una serie de procesos de sedimentación a nivel de fondo, pues la fuente está asegurada de la deriva de las corrientes de playa que provienen de las costas de Centro-América, flanqueando a la barrera. Sin embargo, la topografía, configuración de la línea de costa y la batimetría ejercen un control definitivo en la circulación local, incluso a contracorriente hacia el sur, formando de este modo patrones de acumulación compleja de bajos, de dunas o lenguas, risaduras, barras y

flechas arenosas sumergidas que se hayan ligadas a la dinámica de las corrientes en celdas, y de una topografía irregular del fondo marino de bajos o umbrales entre los que se tejen, bajos, estrechos y bocas arrecifales, de aquí que sean fondos móviles inestables y un poco menos en los fondos con pastos marinos.

La superficie de la península carece de drenaje fluvial superficial, pero en cambio se tiene un drenaje subsuperficial o subterráneo importante, de ahí que relieve cárstico sea la expresión típica de la planicie ondulada entre las que se cuentan toda clase de sumideros, dolinas y formas conjugadas de absorción. En la costa son comunes estas formas de disolución que se combinan con las de colapso, particularmente en la costa rocosa recortada por entrantes y salientes situadas entre Cancún y Tulum, en las cuales, las bahías o entrantes corresponden a los antiguos semióvalos de hundimiento, consecuentes al colapso estructural de la superficie del terreno. Otro rasgo distintivo es el de la planicie costera, cuya estructura geomorfológica es de amplios cordones de playa ya litificados o consolidados cubiertos con un manto de arenas sueltas que se extienden por toda la zona costera y que supuestamente son de edad holocénica.

Por la expresión geomórfica se puede considerar que la primera parte de la costa entre Cabo Catoche y Cancún es dominada por cordones arenosos de dunas y de playa, que son reelaborados por la deflación y las corrientes de la costa que hacen conspicua la morfodinámica de las islas de barrera primordialmente sobre las espigas o flechas arenosas cuando rematan el extremo de las barreras.

A la escala de la estructura regional, la fisonomía cambia a lo largo de la costa; la costa entre Cancún y Tulum representa el segundo trecho o sector de la costa, el cual cuenta con un patrón de ambientes que se disponen en forma de franjas paralelas a la costa. De esta manera y partiendo de la zona sublitoral en dirección hacia la porción mesolitoral se identifica en forma destacada la barrera arrecifal de coral que separa y resguarda de mar abierto a la laguna de barrera arrecifal. Por ello, los efectos oceánicos de oleaje y tormenta son hasta cierto punto atenuados en la laguna, aunados a un fondo somero, pero que por efecto del viento, se tiene una circulación, mezcla y turbulencia que usualmente es controlada o dirigida por el arreglo de los pasos o bajos de la barrera arrecifal.

Además de la configuración, rugosidad del fondo y el trazo sinuoso de la línea de costa, todos intervienen dirigiendo los cambios rápidos de circulación además del flujo de sedimentos, conforme a diferentes patrones de circulación estacional y cíclica que inciden en los procesos biológicos. En resumen, el marco ambiental se caracteriza por poseer alta energía física (corrientes, oleaje), aguas claras, sedimentos arenosos, columna de agua, sedimentos bien oxigenados y alta salinidad; en consecuencia, hay una alta diversidad de conexiones o interacciones tanto internamente como con los sistemas vecinos (Yáñez-Arancibia, 1986).

Para los componentes de la zona supralitoral, la playa normalmente se distingue por dos bermas o rupturas de nivel bien definidas; cuando no es evidente el escalón de playa quedan dos hileras de escombros y basura marcando los niveles de pleamar, oleaje más alto y la de bajamar. A partir de la playa, se presenta un cordón arenoso (Figuras 34 y 35), que varía entre 3 y 4 m de altura, que exhibe una vegetación clásica de dunas y palmas sobre el flanco de barlovento, con presencia de matorral arbustivo y pastizal sobre sotavento. En dirección terreno adentro se localizan las

tierras bajas con planicies de inundación que incluyen manglar o vegetación palustre de popal-tular y cuerpos de agua aislados que, al volver a ascender, alcanzan entre unos 4 y 7 m del nivel correspondiente a la terraza costera originada en el Holoceno. Se interpreta como una planicie ondulada de playas antiguas ahora pobladas con selva baja y mediana subperenifolia.

Bahías de Sian Ka'an (Reserva Natural)

Constituyen un amplio humedal que en el contexto espacial queda como una división menor dentro de la costa del Caribe. La fisiografía corresponde a las tierras bajas de la llanura costera en donde sobresalen dos amplias entrantes de mar que se originan por la inflexión de la trayectoria NNE-SSW del sistema disyuntivo de carácter transcurrente Bacalar-Cozumel que se proyectan en la bahía de Chetumal (Ortiz-Pérez y Méndez, 1999). Tal sistema de fallas conjugadas de desplazamiento lateral izquierdo, deforma el terreno al existir un dominio de la tectónica de ruptura, lo que provoca el hundimiento del piso de las bahías y del relieve adyacente.

Con el hundimiento del terreno se crean extensos humedales que sobresalen en la costa en amplias marismas con manglar. Hacia el fondo de las bahías se establecen comunidades de manglar enano y hacia el interior innumerables núcleos de petenes de configuración lobulada que revelan que el pantano tiene de forma permanente tirantes de agua con flujos de circulación definida, que se refieren aparentemente a una zona de descargada de acuíferos, dado los patrones de diseño regular que muestran una buena parte de la distribución de petenes. Circundan a la reserva extensos popales y tulares tierra adentro. Por el mar, en primer lugar por la cadena arrecifal de la

Figura 34. Vista típica del cordón arenoso sobre el flanco de barlovento con dominio de la vegetación rastrera de duna



Figura 35. Detalle del cordón arenoso frontal que resguarda y aísla a los humedales dispuestos en sotavento. Su misión radica en la protección que brinda como obstáculo a los vientos superficiales y su importancia ecológica se deriva al constituir la segunda barrera después de la arrecifal que se distribuye a todo lo largo de la costa del Caribe de México



barrera, excepto en los trechos que comprende la entrada a las bahías, después en tierra emergida por una angosta y baja barrera arenosa que cede lugar a las tierras bajas de la marisma.

La costa maya es el último tramo de costa frontal del territorio, con bordo de cordón arenoso que precede a las tierras bajas de humedales con manglar en las márgenes y extensas ciénagas tierra adentro (Figura 36). La bahía interna de Chetumal representa el hundimiento geológico más importante por fallas conjugadas de desplazamiento horizontal con componente vertical más débil de hundimientos escalonados descendentes de poniente a oriente.

Resultados del inventario regional

El objetivo de este apartado es el de llegar a conocer la magnitud de las dimensiones de la línea de costa por regiones de acuerdo con su tipología. Los resultados se exponen en la Tabla 6, Figura 37; en ambas se compara regionalmente el valor distinto de las mediciones. De esta manera se observa que la línea de costa frontal más extensa corresponde a la región Centro (Veracruz), seguida de la costa occidental y norte de la península de Yucatán y en el tercer lugar con 600 km de la costa frontal del Caribe. Hay un dominio de las orillas bajas arenosas, con un valor no menor al 90% de la longitud total, con excepción de la costa del Caribe.

Figura 36. Vista aérea de la barrera de cordón arenoso en la localidad de Punta Herrero que separa el ambiente de manglar del mar. Se observa con claridad la boca de intercomunicación con un canal de mayor profundidad y en el extremo más lejano el trazo de la barrera arrecifal

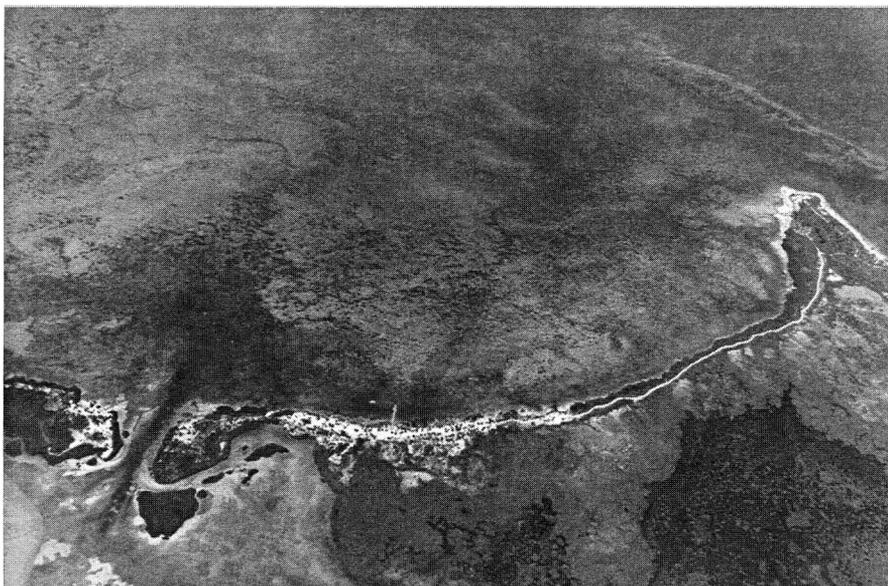


Tabla 6. Composición-magnitud y porcentajes de la costa frontal del Golfo de México

Costa frontal del Golfo y Mar Caribe					
Clave Regiones	Arenosa	Rocosa	Anchura		%
			bocanas	Total parcial	
1 Costa Nororiental	449.222		4.784	454.006	16
2 Costa Centro	609.880	52.807	12.406	675.093	24
3 Costa Suroriental	370.370		19.973	390.343	14
4 Costa NW de la Península de Yucatán	608.639	37.202	4.430	650.271	23
5 Costa Caribe	521.859	56.486	20.780	599.125	22
<i>Total en km</i>	<i>2,559.970</i>	<i>146.495</i>	<i>62.373</i>	<i>2,768.838</i>	<i>100</i>

Resulta conveniente resaltar el hecho de que las regiones nororiental (Tamaulipas) y suroriental carecen de costa rocosa. Mientras que la del Caribe destaca porque es la región costera con una mayor cantidad de costas rocosas 56.4 km (9.4%), seguida de la Centro (Veracruz) con 52.8 km con el 7.8% (Tabla 6, Figura 37).

Resumen de la costa interior del Golfo y Mar Caribe

En las aguas interiores protegidas destaca la costa Nororiental (Tamaulipas) que cuenta con la Laguna Madre y otras lagunas costeras, con casi 1 633.7 km, repartidos de forma siguiente: 493.7 km para el interior de barra y 1 140 km para la margen interna continental. Cabe señalar el caso de la costa Centro, que siendo la más extensa en la costa frontal, registra la menor extensión de costas internas o resguardadas, con solamente 614 km. Este es el único caso de los litorales del golfo en donde la línea de costa de aguas internas es de menor magnitud, toda vez que en el resto de las regiones siempre resultaron mayores las dimensiones de las márgenes interiores sobre las externas, ejemplo en el que destaca la región de la costa nororiental que supera el valor del litoral frontal en una razón de tres a uno (Tabla 7).

Estos datos son claves para comprender la naturaleza de la costa de golfo, ya que una vez que restamos las costas rocosas de las bajas arenosas observamos que el 92% de la longitud frontal corresponde al borde externo formado por el de las islas barreras que circundan al mar del golfo y una buena parte la costa del Caribe mexicano. Totalizando una costa frontal de playa arenosa de 2 560 km; de esta forma, también se explica la presencia de valor de las márgenes interiores que rebasan en más de 700 km a las frontales, al albergar humedales, lagunas, esteros y estuarios.

Figura 37. Porcentajes de costa frontal del Golfo de México (2 768.6 km)

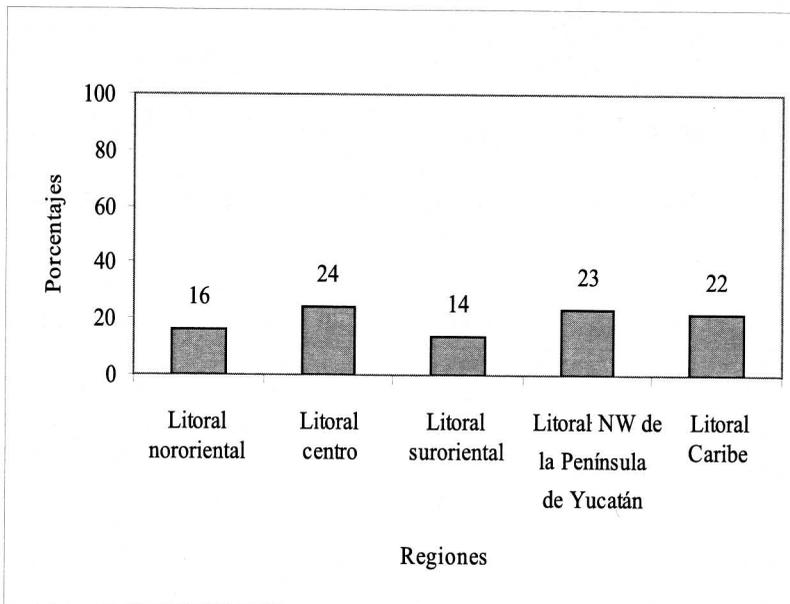


Tabla 7. Longitud de costas interiores del Golfo y Mar Caribe de México

Regiones	Interior de Costa			
	Barra	interior	total parcial	%
Costa Nororiental	493.733	1,139.961	1,633.694	33.3
Litoral Centro	292.562	321.369	613.931	12.5
Costa Suroriental	261.708	477.337	739.045	15.1
<i>Litoral NW de la península de Yucatán</i>	<i>428.134</i>	<i>513.077</i>	<i>941.211</i>	<i>19.2</i>
Costa Caribe	318.938	653.428	972.366	19.8
<i>Total en km</i>	<i>1,795.075</i>	<i>3,105.172</i>	<i>4,900.247</i>	<i>100.0</i>

Resumen de las costas insulares del Golfo y Mar Caribe

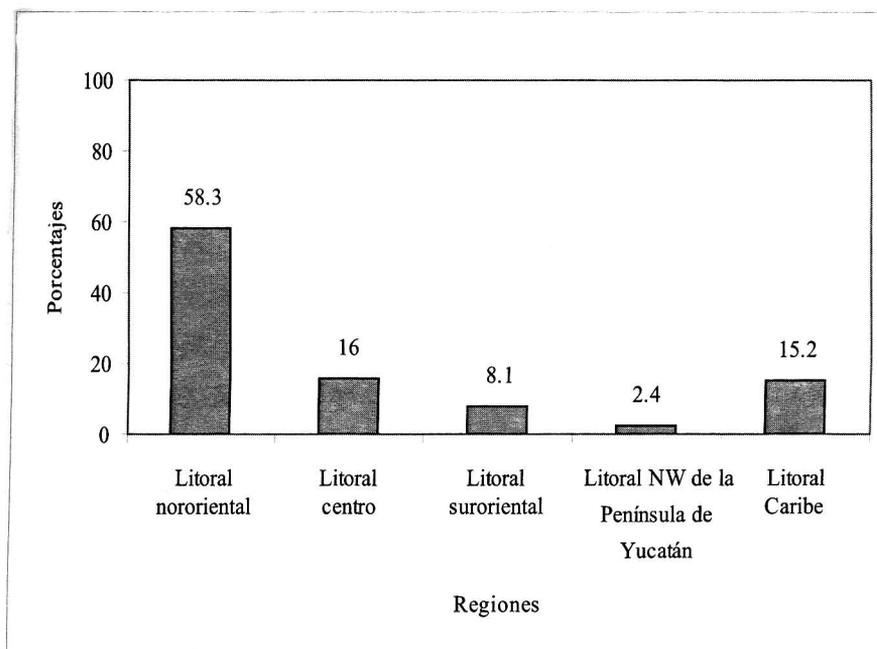
Totalmente contrastante es la disparidad que existe en la región del noreste correspondiente a la costa de Tamaulipas, en donde no existen islas exteriores pero en cambio tiene innumerables hacia el interior de la Laguna Madre con 799 km de litorales periféricos insulares que representa poco más del 60% de la longitud registrada de las márgenes interiores, para acumular entre todos un total de 1 264.3 km.

La costa del Caribe ocupa el primer lugar de islas exteriores como Cozumel, Mujeres, Culebras, entre otras, y acumula un total de 59.6 km, seguida de la del Centro (Veracruz) con 43.4 km (Tabla 8, Figura 38). Por último, sumando entre todas las regiones 105.8 km costas insulares externas.

Hay que aclarar que todas las mediciones son estimaciones aproximadas, toda vez que en varios sitios sólo se contó con una cartografía generalizada de escala 1:250 000 y tampoco se midió en todos los casos, al no contar con los mapas apropiados, por ejemplo, el Archipiélago de Revillagigedo, los cayos del borde de la plataforma continental de la península de Yucatán, (Triángulos, Cayo Arcas, Arenas, Arrecife Alacranes), en el noroeste en las Islas Coronado, en el Caribe en Arrecife

Tabla 8. Longitud de costa y porcentajes insulares de cada región del Golfo de México

Regiones	Costa de islas	Costa de islas	Total	%
	exteriores	Interiores	parcial	Total
Costa Nororiental	-	799.199	799.199	58.3
Costa Centro	43.418	175.275	218.693	16.0
Costa Suroriental	-	111.375	111.375	8.1
Costa NW de la península de Yucatán	2.701	30.360	33.061	2.4
Costa Caribe	59.681	148.092	207.773	15.2
<i>Total general en km</i>	<i>105.800</i>	<i>1,264.300</i>	<i>1,370.100</i>	<i>100.0</i>

Figura 38. Porcentaje por regiones de las costas insulares del Golfo de México

Chichorro, entre otras. Por tanto, no se agregan a los resultados totales, si se toman en cuenta debe hacerse con las reservas del caso.

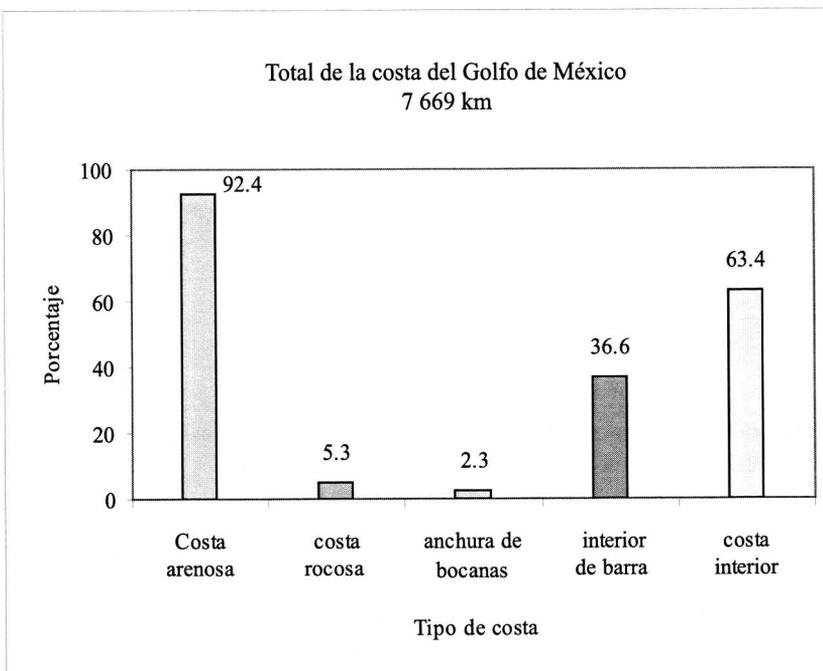
Resumen del inventario de la Costa Atlántica de México

El Golfo de México y el Mar Caribe mexicano cuentan con una costa frontal que tiene un desarrollo longitudinal de 2 768.8 km (Figura 39), según las mediciones hechas en este estudio. Como se ha dicho, la costa baja arenosa se extiende aproximadamente en 2 560 km que representa casi el 93% de la longitud externa del golfo. Las costas rocosas tienen una relación de longitud de 146.4 km, es decir, un poco más del 5% en términos globales y la distancia acumulada del ancho de bocanas es de alrededor 62.3 km, aproximadamente más del 2%.

La longitud de las márgenes internas supera la extensión de las frontales al alcanzar 4 900 km, en donde la margen interna de la barrera es de 1 795 km, lo que significa el 37% y la margen interna de la orilla más continental alcanza 3 105 km que representa el 63% de la longitud total de las márgenes interiores (Figura 39).

Total general de los tipos costeros del Golfo de México

Sumando las costas frontal e interna, se eleva a una longitud de 7 669 km que se distribuye en 4 900 km de las costas internas, más 2 768.8 km del frontal. Estas mediciones evidencian la importancia que reviste la costa de barrera, ya que propicia la formación de elementos morfo hidrológicos, como es el caso de las lagunas costeras y en donde más adelante se detallan según sus dimensiones.

Figura 39. Composición porcentual por tipo de costa del Golfo de México

Cabe destacar que en esta contribución, no están contempladas las costas insulares de islas de mar abierto, que en un momento dado habría que anexar.

Inventario a nivel de país

Considerando tanto las costas del Pacífico como los del Golfo de México-Caribe se tiene un total de 10 544 km; asimismo, las costas interiores de ambas vertientes alcanzan un total de 10 697 km, que sumados tienen 21 241 km.

En cuanto al total de las líneas costeras insulares tanto de las vertientes del Golfo de México-Caribe y del Pacífico suman 3 703 km que conforman un gran total de 24 945 km (Figura 40).

Línea costera frontal: 10 545 km

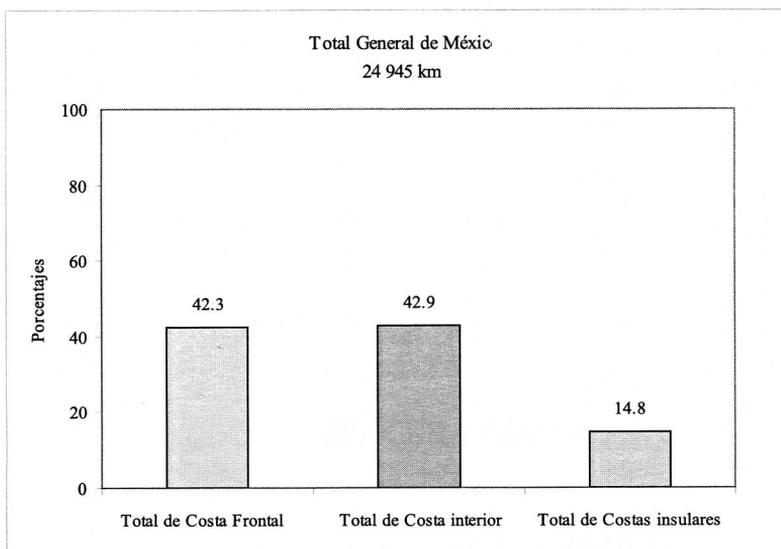
Línea costera resguardada: 10 697 km

Total: 21 241 km

Línea costera insular: 3 703 km

Gran total: 24 945 km

Figura 40. Porcentaje de la longitud de línea de costa considerando las vertientes Golfo de México-Caribe y Pacífico mexicanos



TERCERA PARTE

COMPONENTES COSTEROS

3

COMPONENTES COSTEROS

Delta. Es la planicie costera de acumulación transitoria de sedimentos que está alimentada y asociada a los aportes fluviales que llegan al mar, de donde son distribuidos por las olas y corrientes marinas. En la desembocadura existen dos o más brazos fluviales, que resultan de la acumulación de aluviones, lo que dificulta la salida libre de las aguas por un solo canal, obligando a la formación de canales o brazos anexos (Petzall, 1967; Cordero-Melo *et al.*, 1977).

Según Petzall (1967), el desarrollo de los deltas está relacionado directamente con el aporte del caudal del río, la fuerza del oleaje, las corrientes de deriva, las mareas y el clima. La escasa representación numérica de estas geoformas en las costas mexicanas, se debe a que la mayoría de los ríos apenas logran abrirse paso por el centro de la desembocadura, dando como resultado la disminución de la velocidad de la corriente fluvial, lo que propicia la acumulación de aluvión en la desembocadura (Cordero-Melo *et al.*, 1977; CNA-IBUNAM, 1999). Casi todos los ríos del país están alimentados por las lluvias con un régimen y cantidad diferente. Las actividades antropogénicas es otro factor importante que afectan el desarrollo de estas geoformas (Ortiz-Pérez y Méndez-Linares, 1999).

De acuerdo con Cordero-Melo *et al.* (1977), en México hay tres tipos de desembocaduras: la de barrera, el delta y la estuarina, siendo la más común la de barrera. Asimismo, señalan que existen cuatro deltas, al igual que las determinadas en este trabajo, por lo que son las geoformas numéricamente menos representadas en el país. Se distribuyen, una en la Costa del Alto Golfo, otra en la costa Occidental del Pacífico mexicano, una más en la Costa suroccidental del Pacífico y la última en el Golfo de México, en la costa Centro Sur, esta última es la más extensa y compleja del país (*Ibid.*). Los cuatro deltas en conjunto representan una superficie de 9 671.71 km² (Tabla 9).

Tabla 9. Superficie de los deltas de acuerdo con la regionalización costera

Delta	Superficie km ²	Costa
Río Colorado	1 500.00	Alto Golfo
Río Grande de Santiago	601.12	Occidental del Pacífico mexicano
Río Balsas	70.59	Suroccidental del Pacífico
Grijalva-Usumacinta	7 500.00	Golfo de México costa Centro Sur
Total	9 671.71	

Bahía. Es una porción del océano sobre la zona costera, que penetra hacia el continente, se caracteriza por tener una línea de costa que se prolonga hacia el interior

y forma indentaciones costeras, con una forma cóncava hacia el interior del continente. Pueden tener orígenes diferentes, esto es, como producto de una falla, o por hundimientos locales, o vulcanismo o por deslizamientos. Posee un área que es igual o mayor que la del semicírculo que la conforma (Shepard, 1973; modificado por De la Lanza *et al.*, 1999).

Existen en el país 62 bahías con 14 043.4 km², de las cuales 58 se concentran en el área del Pacífico; 17 se encuentran entre las costas noroccidental y suroccidental de la Península de California, en el área que comprende la costa Oriental de la Península de California, el Alto Golfo y la costa oriental del Golfo de California hay 25 bahías, que ocupan una superficie de 7 009.6 km², y que representan el 49.9% de las bahías en el país (Tabla 10 y Figura, 41).

La Bahía San Esteban, ubicada en la costa Oriental del Golfo de California (en el litoral del estado de Sinaloa), es importante, ya que es un cuerpo de agua protegido, único en el país, que se encuentra delimitada por una barrera y sus características geomorfológicas se ajustan a las llamadas bahías “Limnam” (Emery y Stevenson 1957).

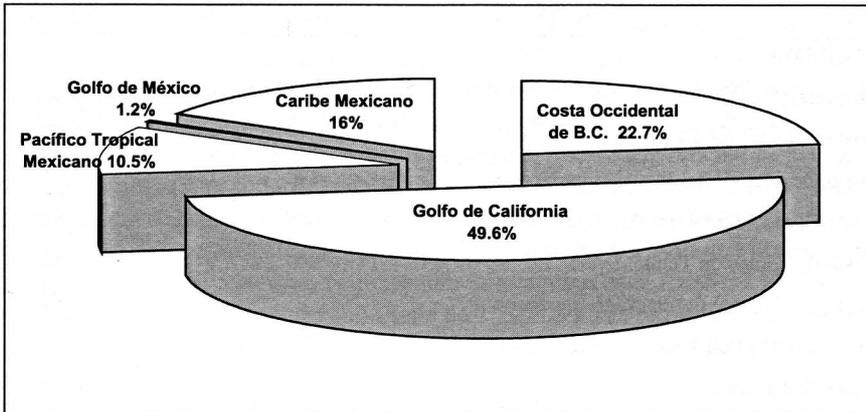
Entre las costas occidental y suroccidental del Pacífico mexicano, así como en la costa del Golfo de Tehuantepec se encuentran 15 bahías, con una superficie de 1 478.56 km², o 10.5% del área total de las bahías en el país (Figura 41).

En la costa centro occidental del Golfo de México existe un embahiamiento, con una superficie de 57.72 km², que se localiza al sur del puerto de Veracruz, delimitado por Boca del Río al norte y por Punta Antón Lizardo hacia el sur. En la costa del Caribe hay tres bahías, con una superficie de 2 300.83 km², o el 16.38% de la superficie total en el país (Figura 41).

Tabla 10. Relación del número y superficie de las bahías

Bahías	Núm.	km ²
PACÍFICO		
Costa Noroccidental de la Península de California	8	747.34
Costa Suroccidental de la Península de California	9	2,449.16
Costa Oriental de la Península de California	9	2,741.08
Costa del Alto Golfo	11	1,655.26
Costa Oriental del Golfo de California	5	2,613.25
Costa Occidental del Pacífico mexicano	2	127.32
Costa Suroccidental del Pacífico	11	1,311.91
Costa del Golfo de Tehuantepec	3	39.33
GOLFO DE MÉXICO		
Costal Centro-Occidental	1	57.62
Costa Caribe	3	2,300.83
<i>Total</i>	<i>62</i>	<i>14,043.43</i>

Figura 41. Distribución porcentual de la superficie de las bahías en las costas mexicanas



Estuarios. Son cuerpos de agua que se forman en las bocas de los ríos anegados y llegan a alcanzar las partes bajas de los valles a través de los ríos. Normalmente los estuarios de este tipo son alargados y someros, ramificados e irregulares a la línea de costa, pero finalmente todos son alimentados por un río. Presentan tres características básicas: *a)* cuerpo de agua semicerrado, *b)* libre circulación con el océano abierto y *c)* se mezclan dos tipos de agua, de mar y dulce (Pritchard, 1955; Barnes, 1980).

Cordero-Melo *et al.* (1977) señalaron que dada las características de los sistemas fluviales en México, son pocos los ríos que llegan a formar estuarios debido a que la gran mayoría forma barreras de playa, sin llegar a constituir sistemas estuarinos característicos. Los resultados aquí obtenidos muestran que son las formas costeras menos representativas en el país.

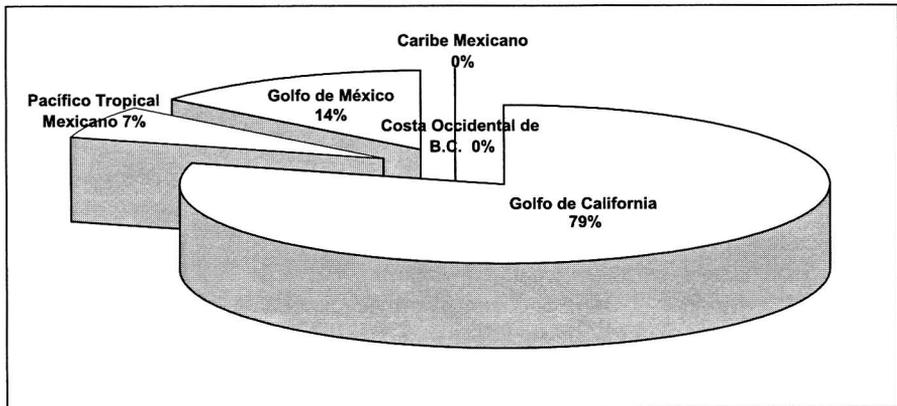
Debido a las características fluviales, hidrodinámicas y geológicas de la península de Yucatán, en el Caribe mexicano no hay ambientes estuarinos al igual que en la costa occidental de Baja California.

Hay 19 estuarios en todo el país con una superficie de 293.42 km². Entre el Golfo de California y el Pacífico Tropical mexicano existen 11, con 252.49 km² (Tabla 11). En general, poco más del 75% de la superficie estuarina está en la costa del Alto Golfo, con 220.3 km²; en el Golfo de México hay aproximadamente 14% entre las costas: noroccidental, centro occidental y centro sur (Figura 42).

Laguna costera. Es un cuerpo de agua, semicerrado y paralelo a la línea de costa, con influencia marina y/o fluvial, permanente o eventual, separado por una barrera arenosa, a través de la cual se lleva a cabo el intercambio de agua con el mar adyacente, por medio de una o varias bocas. Son cuerpos de agua someros, por lo que el fondo está sujeto a un retrabajamiento continuo ocasionado por el oleaje, con una alta turbidez; el fondo está constituido principalmente por limo y arenas, con características topográficas y de superficie irregulares. Sus volúmenes son variables y dependen de las condiciones locales climatológicas e hidrológicas. Se caracterizan más por su tipo de fluctuación (por los procesos dinámicos propios de las lagunas) que por

Tabla 11. Superficie estuarina de acuerdo con la regionalización

Estuarios	Núm.	km ²
PACÍFICO		
Costa del Alto Golfo	1	220.30
Costa Oriental del Golfo de California	5	10.07
Costa Occidental del Pacífico mexicano	1	3.01
Costa Suroccidental del Pacífico	2	9.91
Costa del Golfo de Tehuantepec	1	8.56
Costa Meridional del Pacífico mexicano	1	0.64
GOLFO DE MÉXICO		
Costa Nororiental	1	9.11
Costa Centro-Oriental	2	7.23
Costa Centro Sur	5	24.59
<i>Total</i>	<i>19</i>	<i>293.42</i>

Figura 42. Distribución porcentual por superficie de los estuarios en el país

parámetros definidos en algún momento o lugar determinado (definición compendiada de varios autores).

La línea de costa del país tiene una alta dinámica de cambio, que es el resultado de la extensión local, y como característica sobresaliente de este dominio es la inestabilidad. Si se considera la escala temporal especialmente la geológica, las lagunas costeras son rasgos fugaces; en escala de tiempo más estrecha, las fluctuaciones de las condiciones ambientales de estas áreas litorales llegan a ser extremas (tomando como referencia el ciclo de vida de los organismos). Por lo que son sistemas que tienden a envejecer rápidamente, con la consecuente pérdida de la superficie lagunar (Santoyo, 1991).

Hay 164 lagunas, con 13 119.83 km², distribuidas ampliamente en las vertientes del país (Figura 43). En la costa suroccidental de la Península de California existen siete lagunas en una superficie de 2 213.35 km². Entre la costa oriental del Golfo de California, la occidental del Pacífico mexicano y la suroccidental del Pacífico se concentra el mayor número de lagunas (67) con 2 777.03 km², en la costa del Golfo de Tehuantepec existen tres pero ocupan una superficie de 1 336.62 km². En las costas del Golfo de México y el Caribe hay 76, en 6 324.8 km² (Tabla 12).

En las 164 lagunas hay 20 sistemas lagunares, que comprenden 77 cuerpos de agua que cubren una superficie de 8 570.46 km². Cabe destacar que entre la costa suroccidental de la península de California y la costa oriental del Golfo de California, se localizan seis sistemas lagunares con 2 799.3 km²; en el Golfo de México, como parte de la costa nororiental, se presentan dos lagunas con 1 883.33 km² y en la Suroriental hay cuatro con una superficie de 2 197.03 km² (Tabla 13), que puede ser resultado de la magnitud de la red fluvial y su evolución de este último.

Sistemas estuarinos-lagunares. En relación con los sistemas estuarino-lagunares propuestos por Day y Yáñez-Arancibia (1982), de las 164 lagunas, únicamente 12 se podrían considerar como las asociadas directamente con algún río y que presentan en la actualidad alguna boca o bocas perennes que las comunican directamente con el mar adyacente.

En el noroeste del país las condiciones climáticas son extremas y de escasa precipitación, las lagunas se mantienen en condiciones de hipersalinidad con escaso aporte fluvial y cuando se presentan son escurrimientos de poca importancia, por lo que exponen características geomorfológicas particulares.

Hay 12 sistemas estuarino-lagunares que ocupan una superficie de 3 721.61 km² (Tabla 14), lo que representa el 28.36% de la superficie lagunar, pero en relación con el número total de estos elementos morfohidrográficos únicamente representan el 6.4%.

En el ámbito nacional destacan las costas Oriental del Golfo de California y suroccidental del Pacífico por presentar el mayor número de lagunas costeras con 28

Figura 43. Distribución del porcentaje por vertiente del número de lagunas en el país

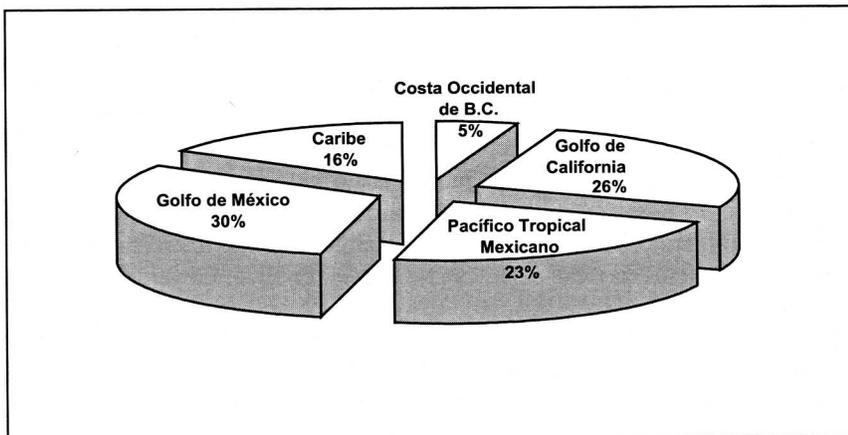


Tabla 12. Número y superficie lagunar de acuerdo con la regionalización

Lagunas costeras	Núm.	km ²
PACÍFICO		
Costa Noroccidental de la Península de California	1	42.11
Costa Suroccidental de la Península de California	7	2,213.35
Costa Oriental de la Península de California	2	327.08
Costa del Alto Golfo	3	23.21
Costa Oriental del Golfo de California	28	2,093.59
Costa Occidental del Pacífico mexicano	10	389.59
Costa Suroccidental del Pacífico	29	293.85
Costa del Golfo de Tehuantepec	3	1,336.62
Costa Meridional del Pacífico mexicano	5	68.17
<i>Total</i>		<i>6,787.57</i>
GOLFO DE MÉXICO		
Costa Nororiental	9	1,931.65
Costa Centro	17	1,132.52
Costa Suroriental	15	2,243.48
Costa Noroccidental de la península de Yucatán	11	680.79
Costa Caribe	24	343.82
<i>Total</i>		<i>6,332.26</i>
Total	164	13,119.83

y 29 (17.07 y 17.68%, respectivamente). En el Golfo de México, entre las costas centro, suroriental y occidente y norte de Yucatán hay 43 lagunas (26.23%) y en la costa del Caribe 24 (14.63%).

Estero. Es un cuerpo de agua léntico, formado en un estrecho canal natural o en antiguos brazos deltaicos cegados, de escasa profundidad, con poca superficie de agua libre y movimiento limitado con baja dinámica, que es afectado directamente por las mareas de pleamar, y que junto con la bajamar, definen sus límites. Generalmente los esteros forman vías de comunicación entre los depósitos de un sistema fluvio-marino. Se consideran esteros también aquellas intercomunicaciones entre lagunas y albuferas (Ringuelet, 1962; Ortiz-Pérez 1975; Edwards, 1978; De la Lanza *et al.*, 1999).

Existe un total de 361 esteros, en una superficie de 1 111.99 km². En general, en Sinaloa hay el mayor número de esteros (66), con 108.26 km² y en Baja California Sur la mayor cobertura 293.07 km² (Tabla 15), distribuidos principalmente sobre la costa occidental de Baja California Sur, que pueden estar asociados a algunos arro-

Tabla 13. Sistemas lagunares de México por vertiente

Costas	Sistema lagunar	Núm. de cuerpos lagunares	Superficie (km ²)
PACÍFICO			
Costa Suroccidental de la Península de California	1	4	1,228.18
Costa Oriental del Golfo de California	5	15	1,571.12
Costa Occidental del Pacífico mexicano	2	4	345.55
Costa del Golfo de Tehuantepec	1	4	772.82
Costa Meridional del Pacífico mexicano	2	9	62.54
GOLFO DE MÉXICO Y EL CARIBE			
Costa Nororiental	2	6	1,883.33
Costa Centro (Veracruz)	1	6	98.1
Costa Suroriental	4	24	2,197.03
Costa Occidental y norte de la península de Yucatán	1	3	366.23
Costa Caribe	1	2	45.56
<i>Total</i>	<i>20</i>	<i>77</i>	<i>8,570.46</i>

yos o al origen y cambios tectónicos de la porción sur de la península, debido a un hundimiento de la costa occidental.

En el Golfo de México los estados con el mayor número y superficie de esteros son Tamaulipas con 45 en 147.49 km² y Tabasco con 36 y 120.77 km² (Tabla 15).

En su distribución por vertiente, el Golfo de México presenta el mayor porcentaje de la superficie cubierta por los esteros con el 36%, seguida de la costa Occidental de la Península de Baja California (B.C.) con el 29% y el Golfo de California con 25%. El Pacífico Tropical, junto con el Caribe, son las dos vertientes que presentan la menor superficie de esteros en el país con 7 y 3%, respectivamente (Figura 44).

Albufera. Es un cuerpo de agua léntico, con una composición hidrológica y contenido biológico semejante al de una laguna, con salinidad variable desde oligohalino hasta polihalino y cuyos organismos son total o parcialmente de origen marino; se ha perdido la comunicación directa con el mar (a través de una boca); sin embargo, pueden tener influencia marina por las mareas extremas, percolación de la barrera y por eventos climatológicos extraordinarios (tormentas, huracanes, ciclones) abriéndose la boca de manera efímera (modificado de Ringuelet, 1962). Cabe señalar que estos cuerpos de agua se encuentran en la planicie costera.

Las albuferas son los cuerpos más numerosos de la zona costera, con un total de 1 441, pero ocupan únicamente 2 150.7 km², cubriendo un área reducida.

Tabla 14. Sistemas estuarino-lagunares

Sistema Estuarino-Lagunar	Superficie (km ²)	Ríos que descargan a las lagunas
Costa Oriental del Golfo de California		
L. Tobarí	15.30	río Cocopaque
L. Ensenada del Pabellón	338.50	río Culiacán
Costa Occidental del Pacífico mexicano		
L. Teacapán – Agua Brava	135.62	ríos Acaponeta-Santiago-San Pedro- Rosamorada-Bejuco-Cañas
Costa del Golfo de Tehuantepec		
L. Superior- Inferior	351.93	ríos Los Perros y Chilapa
Golfo de México		
Costa del Nororiental		
L. Madre	995.81	río Conchos
L. Morales	38.39	río Soto La Marina
L. Brasil	2.78	río Carrizal
Costa Centro		
L. San Andrés	82.66	río Tigre
L. s/n	3.54	río Barberena
L. de Alvarado	94.38	ríos Blanco y Papaloapan
Costa Suroriental		
L. de Términos	1645.00	ríos Palizada-Chunpan-Candelaria
L. Chiltepec y L. Santa Anita	17.27	río González

En el Pacífico Tropical, el mayor número de albuferas se encuentra en Nayarit (319), con 295.10 km² (15% de la superficie de las albuferas), distribuidas principalmente en la zona de las Marismas Nacionales. La planicie de Sinaloa está en segundo lugar, con 173, con una superficie de 265.10 km². Los estados con menor número de albuferas son Baja California con ocho en 19.28 km², y la costa de Michoacán con cuatro en 14.11 km² (Tabla 16). Esta distribución manifiesta el aislamiento de una laguna a través de la formación de cordones o barras en la playa y el fraccionamiento de cuerpos de agua por la dinámica fluvial asociada a la topografía local.

En el Golfo de México se encuentra el mayor número de este tipo de formas hidrográficas como la planicie costera de Tamaulipas, con 387 albuferas y una superficie de 621.30 km², que representa el 32% de la superficie total de las albuferas; se encuentran principalmente entre la desembocadura del río Bravo y la Laguna Madre. Gran parte de esta superficie (60%) está ocupada por la Laguna Madre,

Tabla 15. Número de esteros y superficie

Esteros	Núm.	km ²
PACIFICO		
Costa Noroccidental de la Península de California	1	7.07
Costa Suroccidental de la Península de California	38	290.36
Costa Oriental de la Península de California	3	1.93
Costa del Alto Golfo	7	31.59
Costa Oriental del Golfo de California	102	185.81
Costa Occidental del Pacífico mexicano	43	148.32
Costa Suroccidental del Pacífico	37	32.84
Costa del Golfo de Tehuantepec	4	3.16
Costa Meridional del Pacífico mexicano	7	30.37
GOLFO DE MÉXICO Y EL CARIBE		
Costa Nororiental	37	137.76
Costa Centro	28	54.24
Costa Surooriental	39	132.55
Costa Norte y Occidente de la península de Yucatán	7	34.42
Costa Caribe	8	21.57
<i>Total</i>	<i>361</i>	<i>1,111.99</i>

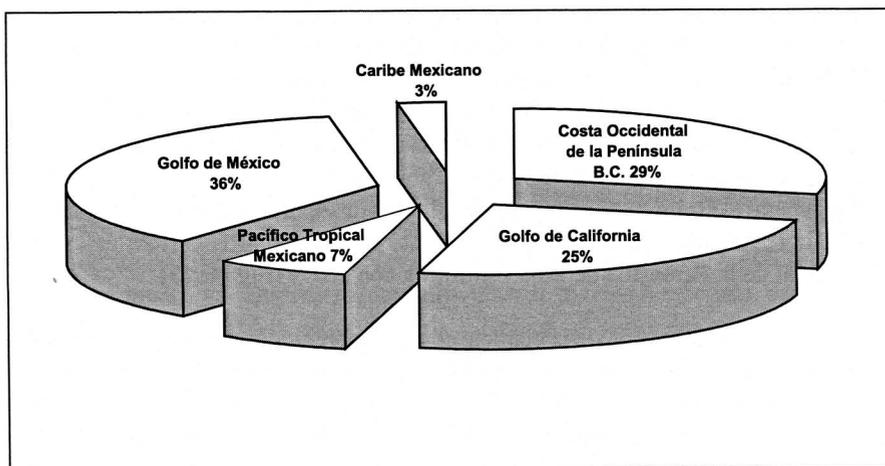
Figura 44. Distribución porcentual por superficie de los esteros en la República Mexicana

Tabla 16. Relación del número albuferas y su superficie

Albuferas	Núm.	km ²
PACIFICO		
Costa Noroccidental de la Península de California	8	20.28
Costa Suroccidental de la Península de California	16	27.67
Costa Oriental de la Península de California	2	6.03
Costa del Alto Golfo	1	21.6
Costa Oriental del Golfo de California	210	310.39
Costa Occidental del Pacífico mexicano	329	297.46
Costa Suroccidental del Pacífico	74	134.54
Costa del Golfo de Tehuantepec	24	22.51
Costa Meridional del Pacífico mexicano	28	34.97
GOLFO DE MÉXICO Y EL CARIBE		
Costa Noroccidental	348	493.87
Costa Centro-Occidental	125	356.62
Costa Centro Sur	169	203.98
Costa Oriental	14	14.49
Costa Caribe	93	206.29
<i>Total</i>	<i>1,441</i>	<i>2,150.7</i>

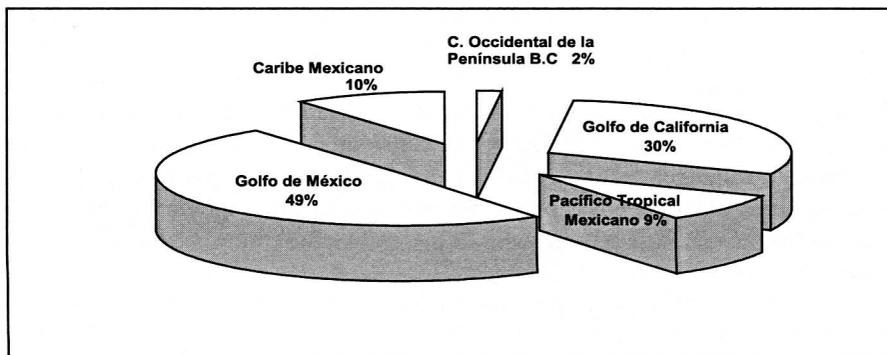
encontrándose desde las oligohalinas hasta las polihalinas, pero entre el río Bravo y la laguna hay una amplia llanura cubierta de numerosas albuferas con una activa acreción de sedimentos a lo largo de la línea de costa contrarrestando los efectos del fenómeno de la subsidencia que se presenta en esa zona, dando como resultado una amplia área de marismas y albuferas (Ortiz-Pérez y Méndez-Linares, 1999).

La menor cantidad de albuferas en el Golfo de México está en Campeche con 12 en 25.47 km². Los Pantanos de Centla no están considerados a pesar de encontrarse en la planicie costera, ya que pertenecen a formaciones derivadas del complejo deltaico Grijalva-Usumacinta. En Yucatán no existen, pero en Quintana Roo hay 93 albuferas con una de las mayores áreas cubiertas por estos ambientes y la segunda después de Tamaulipas, con 206.29 km² (Tabla 16).

En general el Golfo de México presenta la mayor superficie con 49%, seguida del Golfo de California con el 30% y la vertiente con la menor cobertura es la costa Occidental de la Península de Baja California con el 2% (Figura 45).

Marisma. Es una depresión de la planicie costera pobremente drenada, con pequeñas lagunetas y canales intercalados, que no son lo suficientemente profundos para formar lagunas; está directamente afectada por las mareas, y se desarrolla en la llanura intermareal, bordeando lagunas, barras, deltas y, en ocasiones, en costas bajas arenosas o en áreas de agradación; sus sedimentos están constituidos por partículas de grano

Figura 45. Distribución porcentual por superficie de las albuferas en la República Mexicana



fino que puede ser arena, limo-arcilla o arcilla, exclusivamente. Esta zona se ve sujeta a gran variedad de condiciones por el ciclo diario y estacional de las mareas con los consiguientes cambios de temperatura, humedad y salinidad. El rasgo distintivo de una marisma es la vegetación; en los trópicos está constituida por mangle o pradera de plantas halófitas. La vegetación se desarrolla bajo condiciones de gran humedad y amplios intervalos de salinidad (Ortiz-Pérez, 1975; Lasserre, 1979; De la Lanza-Espino *et al.*, 1999).

La forma y dimensión de las marismas es irregular tanto espacial como temporalmente, por lo que su cuantificación es relativa, ya que dependen de los movimientos y distribución del agua que es conducida a través de una red de canales de marea; estos movimientos dependen de las mareas, el viento y las tormentas, y de la intensidad de esos fenómenos meteorológicos (Lasserre, 1979), pero además de la pendiente de la planicie costera, ya que una pendiente escasa, con una pequeña variación del nivel del mar, provoca inundaciones extensas (Ortiz-Pérez y Méndez-Linares, 2000).

De acuerdo con Olmsted (1993), no es posible establecer delimitaciones exactas entre la marisma y el manglar, debido a que en muchos casos se presentan yuxtaposiciones consecuencia incluso de la evolución geológica costera regional. Por tal motivo, esta evaluación de las áreas de marisma es una aproximación tratando de separar, con el correspondiente grado de incertidumbre, las áreas de marismas más interiores de las del manglar más litorales; sin dejar de considerar que en ciertas áreas el manglar pudiera formar parte de la propia marisma.

En el Pacífico mexicano, la línea de costa que conforman los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit, ocupa una superficie de 8 577.96 km²; el mayor desarrollo de marismas es la Planicie Costera Nayarita, con una superficie de 1 400 km². Esta zona está formada por amplias llanuras aluviales de los ríos Acaponeta, San Pedro y Santiago, Baluarte, Cañas, Rosa Morada y Bejuco. A partir del estado de Jalisco hasta Chiapas las zonas de marismas están escasamente representadas; en Jalisco se carece de marismas, y en Guerrero y Colima son mínimas (Figura 46).

En el Golfo de México la zona entre los estados de Tabasco y Campeche ocupa una superficie de 4 735.49 km². En el Caribe, particularmente en el estado

de Quintana Roo, existe la mayor superficie por estado con 4 774.44 km² (Figura 46).

En el Golfo de México y el Caribe la zona de marismas se extiende, desde el estado de Tabasco hasta Quintana Roo, ocupa gran parte de la línea costera de estos estados y alcanza su máxima extensión en la línea de costa de Quintana Roo. Ortiz-Pérez y Méndez-Linares (2000) describen estas costas como planicies de playas bajas que se encuentran resguardadas por el emplazamiento de barrera de arrecife coralina; esta barrera es estrecha, cerca de 1 000 km de longitud, paralela a la línea de costa que resguarda del oleaje. Las mareas con amplitudes bajas de 0.14 a 0.19 m, declive suave y tendido de las playas propicia que las aguas interiores tengan baja circulación por efecto de las corrientes de marea, lo que permite el desarrollo de una amplia zona de marismas.

Los cuerpos de agua más numerosos son las albuferas con 1 446 cuerpos de agua, pero las planicies de inundación constituyen la mayor superficie al proyectar la representación del ambiente de marismas con 21 927.9 km², seguidas por las bahías con 14 043.36 y las lagunas con 13 119.83. Entre los tres elementos morfo hidrográficos ocupan más del 78% de la superficie costera del país. Los deltas representan el 15.5% de la superficie total de los diferentes rasgos costeros, con tan solo cuatro sistemas en el país (Figura 47).

De acuerdo con su tamaño (modificado de Bernacek, 1989), destacan como más grandes cuatro bahías (Sebastián Vizcaíno, B.C.; La Paz y Santa Bárbara en Baja California Sur (B.C.S.); San José-Chetumal, en el Caribe), así como tres lagunas costeras (los sistemas lagunares Magdalena-Almejas-Santa María, B.C.S.; Madre-El Catan-El Bayuco de Oro-Jasso, en Tamaulipas y Términos-Colorada-Pom-Atasta-Las Palomas-Carlos-Palancares-Santa Gertrudis-Las Cruces-El Sitio Viejo-Panalona-Los Loros, en Campeche) en el intervalo de 1 001 y 10 000 km², respectivamente (Tabla 17).

Los esteros y las albuferas a pesar de que son los más abundantes con el mayor número de cuerpos de agua, la mayoría se encuentra en microambientes (Tabla 17). El único estero dentro de la categoría grande es el Estero Bramoras en B. C. S., ubicado dentro del sistema lagunar Magdalena-Santo Domingo-Almejas, que cuenta con una superficie de 147.43 km²; la albufera más grande es la Laguna Barril con 100.8 km² en Tamaulipas.

Figura 46. Superficie de las marismas por estado a nivel nacional

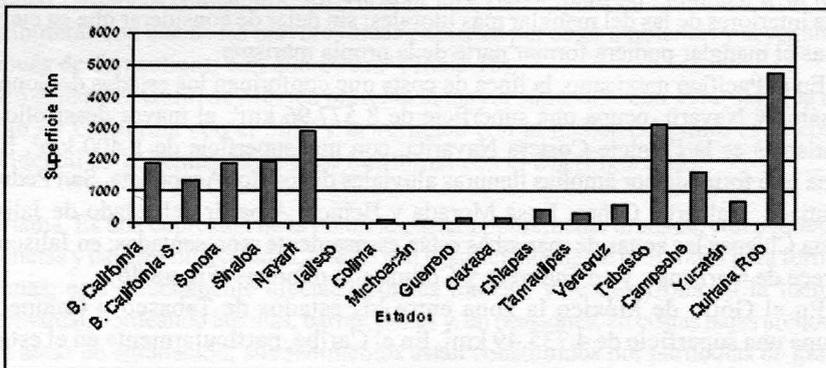


Figura 47. Distribución porcentual de los elementos morfo-hidrográficos costeros

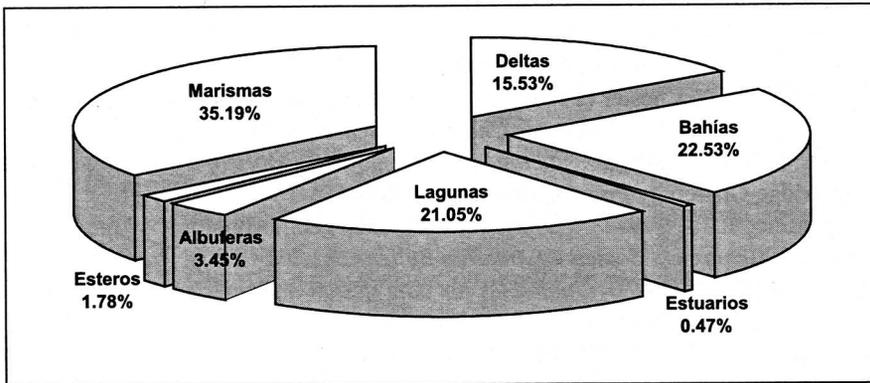


Tabla 17. Distribución por tamaño y superficie de los cuerpos de agua costeros

Categoría	Intervalos (km ²)	Núm. de cuerpos de agua costeros						Superficie (km ²)					
		D	B	E	L.C.	Es.	A	D	B	E	L. C.	Es.	A
Micro	< 0.05 – 0.5	0	0	1	23	115	980	0.00	0.00	0.44	6.25	37.07	232.31
Menores	0.6 – 1.0	0	0	1	10	67	164	0.00	0.00	0.64	7.63	52.43	125.14
Pequeños	1.01 – 10.0	0	8	16	59	158	269	0.00	45.08	72.04	259.49	515.46	813.01
Medianos	11 – 100.0	1	31	0	52	16	33	70.59	1660.39	0.00	1744.10	359.6	980.44
Grandes	101 – 1,000	1	19	1	17	1	0	601.10	5964.64	220.30	6080.56	147.43	0.00
Mayores	1,001 – 10,000	2	4	0	3	0	0	9000.00	6373.25	0.00	5021.80	0.00	0.00
Total		4	62	19	164	357	1446	9,671.7	14,043.4	293.4	13,119.8	1,112.0	2,150.7

D= Deltas; B= Bahías; E= Estuarios; L. C.= Lagunas Costeras; Es = Esteros; A= Albuferas.

REFERENCIAS

- Allen, G. P. (1971), "Relationships between grain size parameter distribution and current patterns in the Gironde Estuary", France, *Jour. Sed. Petrol.*, 41:74-88.
- Araya, V. J. F. (1985), "Chile", en Bird, E. C. F. and M. L. Schwartz, (eds.), *The World's Coastline*, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Aston, S. R. y R. Chester (1976), "Estuarine sedimentary processes", in Burton, J. D. and P. S. Liss (eds.), *Estuarine Chemistry*, Academic Press, Londres, pp. 37-52.
- Barnes, R. S. K. (1980), *Coastal lagoons. The natural history of a neglected habitat*, Cambridge University Press, Cambridge, London.
- Bergantino, R. N. (1971), "Submarine regional geomorphology of the Gulf of Mexico", *Geological Society of America Bulletin*, 82:741-752.
- Bercnasek, G. M. (1989), *Guidelines for dam design and operation in impounded river basin*, CIFA, Technical Paper II, Rosse Italy.
- Benavides, G. L. (1956); "Notas sobre la geología petrolera de México: descripción de las provincias petroleras", en Guzmán, E. J. (ed.), *Symposium sobre Yacimientos de Petróleo y Gas*, XX, Congreso Geológico Internacional, México, pp. 351-562.
- Boillot, G. (1984), *Geología de los márgenes continentales*, Ed. Masson, Barcelona.
- Bruce, C., B. C. Heezen and M. Tharp (1961), *Physiographic diagram of the South Atlantic Ocean*, Geological Society of America, New York.
- Burton, J. D. (1976), "Basic properties and processes", in Burton, J. D. y P. S. Liss (eds.), *Estuarine Chemistry*, Academic Press, Londres, pp. 1-31.
- Cano-Pérez, A. (1991), "Golfo de California oceanografía física", en Lanza Espino, G. de la (comp.), *Oceanografía de mares mexicanos*, A.G.T Editor, México, pp. 453-514.
- Cárdenas, F. M. (1969), "Pesquerías de las lagunas litorales de México", en Ayala Castañares. A. y F. B. Phleger (eds.), *Lagunas costeras, un Simposio*, Memorias Simposio Internacional sobre Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967, México, pp. 545-652.
- Castañeda, L. O. y F. Contreras-Espinosa (1995), *Ecosistemas costeros mexicanos*, UAMI-CONABIO, México.
- CIFSA (1967), *Estudio preliminar para la rehabilitación de la laguna Madre de Tamaulipas*, México.
- CNA-IBUNAM (1998), *Inventario de cuerpos de agua epicontinentales superficiales, costeros y humedales de la República Mexicana*, Comisión Nacional del Agua/Instituto de Biología-UNAM, México.
- CNA-IBUNAM (1999), *Inventario de cuerpos de agua continentales y costeros*, Comisión Nacional del Agua/Instituto de Biología-UNAM, México.
- Contreras-Espinosa, F. (1985), *Las lagunas costeras mexicanas*, Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca, México.
- Contreras-Espinosa, F. (2001), *Caracterización de lagunas costeras mexicanas a través de variables ecológicas seleccionadas*, tesis Doctoral, Universidad Autónoma Metropolitana, México
- Cordero-Melo Y., H. I. García y C. Santín-García (1977), "Geografía de la República Mexicana", en Herrero, S. A. (ed.), *Geografía de la República Mexicana*, México, pp. 109-142.
- Day, J. W. Jr. y A. Yáñez-Arancibia (1982), "Coastal lagoons and estuaries and: ecosys-

- tem approach”, *Ciencia Interamericana*, OEA Washington, vol. esp., Ciencias del Mar, 22(1,2):11-26.
- Edwards, R. R. C. (1978), “Ecology of a coastal lagoon complex in Mexico”, *Est. Coast. Mar. Sci.*, 6:75-92.
- Emery, K. O. y R. E. Stevenson (1957), “Estuaries and lagoons”, in Hedgpeth, J. W. (ed.), *I. Physical and Chemical Characteristics*, Treatise on Marine Ecology and Paleocology, Geol. Soc. America, Mem., 67(1):673-693.
- Emery, K. O. (1967); “Estuaries and lagoons in relation to continental shelves”, in G. H. Lauff (ed.), *Estuaries*, vol. 83, pp. 9-11.
- EPA (2001), *Los estuarios*:<http://www.epa.gov/owow/estuarios>, Programa Nacional de Estuarios (NEP).
- Estadigrafía, S. A. (1996), *Estudio: elaboración de criterios de ordenamiento ecológico para proyectos portuarios*, Informe Técnico, México.
- Fernández-Eguiarte, A., A. Gallegos-García y J. Zavala-Hidalgo (1992), “Oceanografía física 1 (masas de agua y mareas de los mares mexicanos)”, en *Atlas Nacional de México*, Instituto de Geografía, UNMA, México.
- Gallegos-García, A. y J. Barberán-Falcón (1998), “Surgencia eólica”, en Tapia-García, M. (ed.), *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, pp. 27-34.
- García, E. (1983), *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Gastil, R. G., R. P. Phillips and E. Allison (1974), *Reconnaissance geologic map of the State of Baja California*, Geological Society of America Memoir.
- INEGI (1988), *Atlas Nacional del Medio Físico*, Dirección General de Geografía, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI (1991), *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos*, Dirección General de Geografía, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI (1999), *Cartas Hidrológicas 1:50 000*. Dirección General de Geografía, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INE-SEMARNAP (2000), *Estrategia ambiental para la gestión integrada de la zona costera de México*, Propuesta, México.
- Inman, D. L. and C. E. Nordstrom (1971), “On the tectone and morphological classification of coast:”, *Vour. Geol.*, 79(1):1-21.
- Inman, D. L. (1976), *Mans impacto in the California coastal zone*, Summary Report to California Department of Navigation and Ocean Devvelopment, Sacramento.
- Kjerfve, B. (1986), “Comparative oceanography of coastal lagoons”, in Wolfe, D. (ed.), *Estuarine Variability*, Academic Press Inc., Nueva York, p. 510.
- Knoppers, B. y B. Kjerfve (1999), “Coastal lagoons of Southeastern Brazil: physical and biogeochemical characteristics”, in Spriger (ed.), *Estuaries South America*, Their Geomorphology and Dynamics, pp. 35-66.
- Lankford, R. R. (1977), “Coastal lagoons of Mexico”, in Wiley, M. (eds.), *Their origin and classification*, Estuarine Processes, Academic Press Incorporation, New York, pp. 182-215.
- De la Lanza-Espino, G., C. Cáceres-Martínez, S. Adame-Martínez y S. Hernández-

- Pulido (1999), *Diccionario de Hidrología y Ciencias Afines*, Plaza y Valdés, México.
- De la Lanza Espino, G. (2001), *Características físico-químicas de los mares de México*, Temas Selectos de Geografía de México (I.9.1), Instituto de Geografía-UNAM/Plaza y Valdés, México.
- Lassere, P. (1979), *Coastal lagoons*, Sanctuary Ecosystems, Cradles of Culture, Targets for Economic Growth, UNESCO, Nature and Resources, vol. XV, no. 4, october-december.
- Lecuanda, R. y F. Ramos López (1996), "El límite exterior de la plataforma continental: una revisión terminológica y conceptual", *Geografía y Desarrollo, Rev. del Coleg. Mexicano de Geogr. Posgr. A.C.*, núm. 13, pp. 57-62.
- Lugo H., J. (1985), "Morfoestructuras del fondo oceánico mexicano", *Boletín*, núm. 15, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 9-39.
- Lugo H., J. (1989), *Diccionario geomorfológico*, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Margalef, R. (1967), *Ecología marina*, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Monogr. 14, Caracas, Venezuela.
- Mateo-Rodríguez, J. M. (2002), *Geografía de los paisajes*, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.
- Meyer-Arandi, K. J. (1993), "Shoreline changes along the North Yucatán Coast", in Laska, S. and A. Puffer (eds.), *Coastlines of the Gulf of Mexico*, Series Orville T. Magno. Publisher by the American Society of Civil Engineers, New York, pp. 103-117.
- Monreal-Gómez, M. A. y D. A. Salas-de León (1998), "Dinámica y estructura termohalina", en Tapia-García, M. (ed.), *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, pp. 13-26.
- Monkhouse, F. J. (1978), *Diccionario de términos geográficos*, ediciones Oikos-tau, Barcelona, España.
- Mc Intire, W. G. y C. Ho (1969), "Development of barrier island lagoons: Western Gulf of Mexico", en Ayala-Castañares, A. y F. B. Phleger (eds.), *Lagunas Costeras, un Simposio*, Mem, Simp, Intern. Lagunas Costeras, UNAM-UNESCO, noviembre 28-30, México, pp. 49-61.
- Morán, D. (1984), *Geología de México*, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- Olmsted, I. (1993), "Wetlands of Mexico", in Whigham *et al.* (eds.), *Wetlands of the World I*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 637-667.
- Ortiz-Pérez, M. A. (1975), "Algunos conceptos y criterios de clasificación de los medios lacustres", *Anuario de Geografía*, UNAM, México, pp. 129-138.
- Ortiz-Pérez, M. A. y L. M. Espinosa-Rodríguez (1991), "Clasificación geomorfológica de las costas de México", *Geografía y Desarrollo, Rev. del Colegio Mexicano de Geogr. Posgr. A.C.*, 2(6):2-9.
- Ortiz-Pérez, M., A., C. Valverde-Valverde and P. N. Psuty (1996), "The impacts of sea level rise and Economic Development on the low-lands of the Mexican Gulf Coast", en Botello, A. V., J. L. Rojas-Galaviz y J. A. Benítez, Zárate-Lomelí (eds.), *Golfo de México, contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*, Universidad Autónoma de Campeche (EPOMEX), Serie Científica, pp. 459-470.

- Ortiz-Pérez, M. A. y A. P. Méndez-Linares (1999), "Escenarios de vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar en la costa mexicana del Golfo de México y el Mar Caribe", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 39, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 68-81.
- Ortiz-Pérez, M. A. y A. P. Méndez Linares (2000), "Componentes naturales y de uso del suelo vulnerables a las variaciones del nivel del mar en la costa atlántica de México", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 41, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 46-61.
- Perkins, E. J. (1974), *The biology of estuaries and coastal waters*, Academic Press, New York.
- Petzall, W. (1967), "Sedimentación marina", en Margalef, R. (comp.), *Ecología Marina. Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, Monografía 14, Caracas, Venezuela, pp. 35-66.
- Phleger, F. B. (1969), "Some general features of coastal lagoons", en Ayala-Castañares, A. y F. B. Phleger (eds.), *Lagunas Costeras, un Simposio, Mem, Simp, Inter, Lagunas Costeras*, UNAM-UNESCO, noviembre 28-30, México, pp. 5-26.
- Priego-Santander, A. G., J. L. Palacio-Prieto, P. Moreno-Casasola, J. López-Portillo y D. K. Geissert (2004), "Heterogeneidad del paisaje y riqueza de flora: su relación en el Archipiélago de Camagüey, Cuba", *Interciencia* 29(3):138-144.
- Pritchard, D. W. (1955), "Estuarine circulation pattern", *Proceeding of the American Society of Civil Engineers*, 81(717):1-11.
- Pritchard, D. W. (1967), "What is an Estuary; Physical Viewpoint", in Lauff, G. H. (ed.), *Estuaries. Am. Ass. Sci. Spec. Publ.*, 83:3-5.
- Psuty, N. P. (1965), "Beach-ridge development in Tabasco, Mexico", *Annals Assoc. AMER. Geog.*, 55:112-124.
- Psuty, N. P. (1967), *The geomorphology of beach ridges in Tabasco, Mexico*, Coastal Studies Series 18, Baton Rouge, Louisiana State University Press.
- Riábchikov, A. M. (1976), *Estructura y dinámica de la esfera geográfica*, Editorial Mir, Moscú.
- Ringuelet, R. A. (1962), *Ecología acuática continental*, EUDEBA, Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina.
- Rona, P. (1974), "Subsidence of Atlantic Continental Margins", *Tectonophysics*, vol 22:283-299.
- Santoyo, R. H. (1991), "Fitoplancton y productividad de lagunas costeras", en Figueroa, T. M. G., C. S. Álvarez, A. H. Esquivel y M. E. M. Ponce (eds.), *Fisicoquímica y Biología de las Lagunas Costeras Mexicanas*, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, pp. 31-45.
- Schelske, C. L. and E. P. Odum (1962). "Mechanisms maintaining high productivity in Georgia estuaries", *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 14:75-80.
- Shepard, P. F. (1973), *Submarine geology*, Harper & Row, Publishers, New York.
- Stevenson, M. R. (1970), "On the physical and biological oceanographic near the entrance to the Gulf of California. October 1966-August 1967", *Interamerican Tropical Tuna, Commission Bulletin*, 14(3):389-504.
- Toledo-Ocampo, A. (1994), "Dimensiones estructurales en riqueza y pobreza en la costa de Chiapas y Oaxaca", Toledo, A. (coord.), *Centro de Ecología y Desarrollo*, pp.17-35.
- Toledo-Ocampo, A. (1996), "Caracterización ambiental del Golfo de México", en Botello, A. V., J. L. Rojas-Galaviz, J. A. Benítez y D. Zárate-Lomelí (eds.), *Golfo de*

- México, *Contaminación e Impacto Ambiental*, Diagnóstico y Tendencias Universidad Autónoma de Campeche (EPOMEX), Serie Científica, pp. 1-24.
- Turekian, K., K. (1974), *Los océanos*, Omega, Barcelona.
- Vidal Z., R. y C. M. E. Hernández (1992), "Algunas características de la precipitación en Nayarit, México", *Geografía y Desarrollo, Rev. del Colegio Mexicano de Geogr. Posgr. A.C.*, núm. 7-18.
- Warsh, C. E., K. L. Warsh and R.C. Stanley (1973), "Nutrients and water masses at the mouth of the Gulf of California", *Deep-Sea Res.*, 20:561-570.
- West, R. C., N. P. Psuty and B. Thom (1969), *The Tabasco lowlands of Southeastern México*, Coastal studies Series no. 27. Louisiana State University Press, Baton Rouge.
- Yáñez-Arancibia A. y C. Schlaepfer (1968), "Composición y distribución de sedimentos recientes de la Laguna Madre, Tamaulipas, México", *Boletín*, núm. 84, Instituto de Geología, UNAM, México, pp. 5-44.
- Yáñez-Arancibia, A. (1986), *Ecología de la zona costera; Análisis de Siete Tópicos*, AGT Editor, México.
- Zenkovitch, V. P. (1969), "Origen of barrier beaches and lagoon coast", en Ayala-Castañares, A. y F. B. Phleger (eds.), *Lagunas Costeras, un Simposio, Mem, Simp, Inter. Lagunas Costeras*, UNAM-UNESCO, noviembre 28-30, México, pp. 27-37.

CUARTA PARTE

GLOSARIO

4

GLOSARIO

abanico proluvial	Depósito de sedimentos en forma de abanico que se crea a la salida de los torrentes.
advección	Se refiere a las corrientes u ondas que fluyen horizontalmente.
alóctono	Se aplica a una corriente fluvial o a los sedimentos cuya fuente proviene de lugares distantes.
bajamar	Fase de movimiento de las aguas marinas que corresponden al descenso.
barlovento	De donde proviene el viento.
batolítico	Se refiere a un cuerpo ígneo de gran extensión que se solidifica dentro de la corteza terrestre.
bocana	Desembocadura de un estuario, estero o laguna litoral, trecho abierto entre dos islas barrera.
buzan	Es el declive o inclinación de las capas rocosas.
carst	Se dice del terreno calcáreo sujeto a procesos de disolución de las rocas formando cavidades, sumideros y dolinas, entre otros.
celda costera	Se refiere a la circulación de aguas costeras sujetas a modelos de circulación estacional.
coalescente	Depósitos detríticos que se unen.
columna de agua	Dícese del tirante o estructura vertical o de un cuerpo de agua o del mar.
cordón arenoso	Se refiere al depósito litoral que se acumula arriba de la playa formando una barrera arenosa.
deflación	Dícese del proceso de remoción ocasionado por el viento.
desplazamiento	Forma erosivo acumulativa de tormenta formada por una cercenadura sobre la playa con acumulación en porciones bajas.
dolina	Depresión más o menos circular, característica de las regiones calcáreas. De dimensiones variables (Monkhouse, 1978).
domos diapíricos	Se aplica a los domos de salinos que emergen y penetran entre las capas geológicas.
efecto de coriolis	Resultado del factor de desviación en la fuerza centrífuga, producido por la rotación de la Tierra, sobre un cuerpo que se desplace sobre su superficie, el cual es desviado hacia la derecha en el Hemisferio Norte, y hacia la izquierda en el Hemisferio Sur. Se conoce también con el nombre de "fuerza geostrófica". Su nombre se debe al matemático francés G. G. de Coriolis, quien en 1835 estudió dicho fenómeno (Monkhouse, 1978).

espiral de Ekman	Es el desvío de una corriente en profundidad provocado por el efecto de la fuerza geostrófica, que sufre un cambio de dirección y magnitud de su velocidad debido a la fricción en la medida que se incrementa la profundidad.
extensional	Acrescentamiento de la corteza.
falla transcurrente	Falla de corrimiento horizontal conocida también como falla de rumbo que deforma las superficies en contacto.
fetch	Amplia superficie sobre la cual sopla el viento.
flecha arenosa	Lengua estrecha o espiga de arena que se interna al mar.
fondeadero	Lugar para dar abrigo a las embarcaciones por tener la profundidad y los fondos adecuados para anclar, amortigua la marejada y está protegida de los vientos.
identaciones	Se aplica a la línea de costa recortada por numerosas entrantes y salientes.
infralitoral	La faja costera en donde se alternan la bajamar y la pleamar.
intrusivo	Se refiere al cuerpo ígneo que asciende y se incrusta en la corteza terrestre.
léntico	Se refiere a las aguas estancadas o quietas.
marea	Movimiento periódico alternante de ascenso y descenso de las aguas del mar originado por la atracción del sol y la luna.
mesolitoral	Porción media de la zona costera, semejante a la infralitoral.
oligohalino	De escasa salinidad.
perimareal	Franja de las orillas a donde limitan las mareas vivas o pleamar. Franja que limita el ascenso de las pleamares.
petén	Núcleo anillado y de estructura concéntrica de vegetación, que forma un altillo sobre un terreno bajo e inundable del humedal cercano a la costa.
pleamar	Fase de movimiento de las aguas de mar que corresponden al ascenso.
polihalino	De mucha salinidad.
progradante	Se refiere al avance de la línea de costa sobre el mar.
risadura	Arreglo superficial de arrugas y dunas asimétricas formadas en una suave superficie o de fondo suelto arenoso y en sedimentos finos, al ser modelado por la fricción de un determinado fluido: corriente de agua, viento y oleaje.
sotavento	Cara opuesta de donde viene el viento.
subducción	Proceso de un bloque de corteza terrestre descendiendo sobre otra.
sublitoral	Porción sumergida de la faja de la costa.
subsistencia	Hundimiento progresivo del fondo de una cuenca de acumulación paralelo al proceso de depositación de sedimentos (Lugo, 1989).
subsuperficial	Se refiere a las rocas o capas que se encuentran por encima del nivel freático. Entre el suelo y el sustrato de zona de aireación.

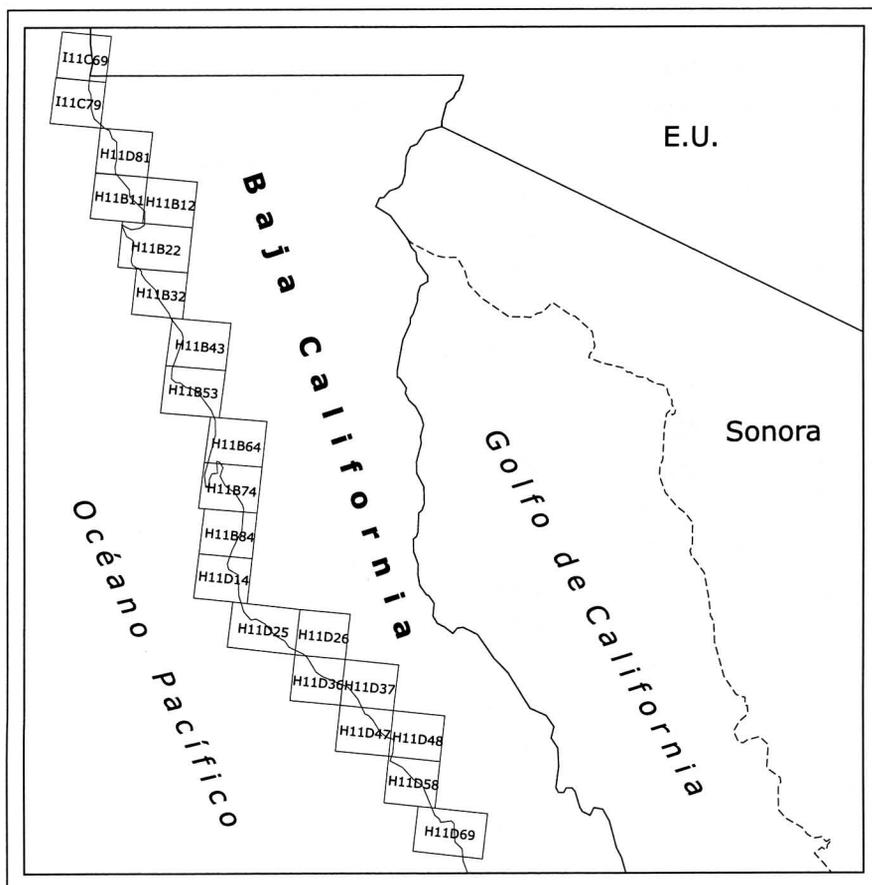
sumidero	Se designa al conducto vertical subterráneo formado en rocas solubles: por ejemplo, en calizas, dolomitas y yesos.
supralitoral	Porción emergida de la faja de la costa.
surgencia marina	Aguas ascendentes a lo largo de una columna de agua por diferencias de densidad, usualmente con aporte de nutrientes.
termohalinas	Se refiere a las condiciones de temperatura y salinidad del agua de mar.
terracea costera	Superficie plana o débilmente inclinada resultante ya sea de la acumulación o la erosión (Lugo, 1989).
terrígeno	Se refiere al origen de los aportes sedimentarios del continente sobre el mar.
tómbolo	Una barra de arena que conecta una isla con la porción continental.
torrente	Corriente fluvial que fluye con rapidez en un área con declives pronunciados.
trans-tensional	Zona sujeta a una tectónica de tensión.
ups	Abreviación de unidades prácticas de salinidad. Unidades de nueva definición de salinidad (UNESCO, 1978), equivalentes a partes por mil (⁰ / ₀₀) gramos por litro. Actualmente la salinidad en ups es adimensional (Tomado de De la Lanza <i>et al.</i> 1999).

ANEXO I

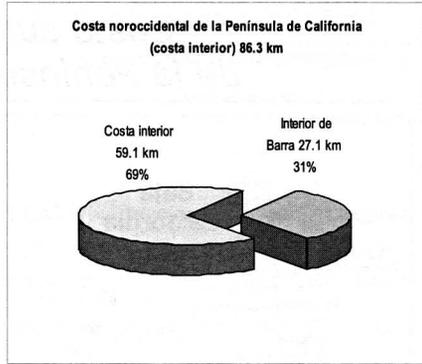
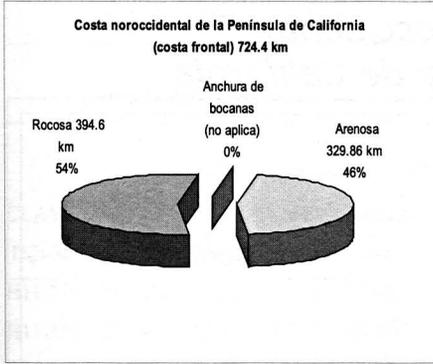
Litoral Pacífico

Relación de cartas de INEGI escala 1:50 000 y la longitud por tipo de costas correspondientes a las regiones litorales.

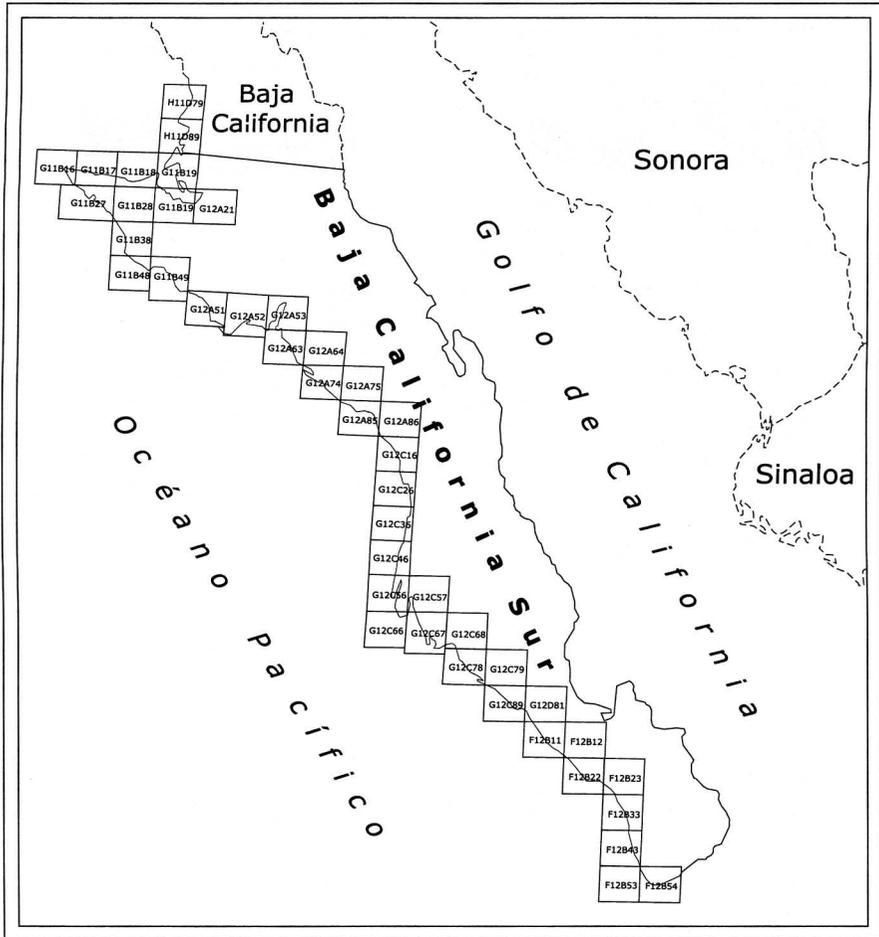
Costa nor-occidental de la Península de California



Costa Noroccidental de la Península de California					Costa Noroccidental de la Península de California			
Costa frontal (longitud en m)					Costa interior (aguas protegidas) (longitud en m)			
CLAVE INEGI	Anchura de			Longitud total	CLAVE INEGI	Interior de Barra	Costa interior	Longitud total
	Arenosa	Rocosa	bocanas					
II1C69	3,767	-	-	3,767	H11B12	5,776	4,789	10,565
II1C79	15,361	16,303	-	31,664	H11B22	6,406	13,887	20,293
II1D81	19,895	11,816	-	31,711	H11B64	-	-	-
H11B11	12,208	17,295	-	29,503	H11B74	15,004	40,459	55,463
H11B12	16,495	1,040	-	17,535	Longitud			
H11B22	14,935	53,117	-	68,052	en m	27,186	59,135	86,321
H11B32	12,407	34,836	-	47,243				
H11B43	15,969	14,577	-	30,546				
H11B35	10,152	36,985	-	47,137				
H11B64	28,421	-	-	28,421				
H11B74	36,289	14,479	-	50,768				
H11B84	11,779	18,769	-	30,548				
H11D14	5,708	32,260	-	37,968				
H11D25	15,735	30,879	-	46,614				
H11D26	2,701	8,992	-	11,693				
H11D36	13,713	16,925	-	30,638				
H11D37	4,248	18,757	-	23,005				
H11D47	14,275	18,690	-	32,965				
H11D48	10,949	6,012	-	16,961				
H11D58	32,003	21,746	-	53,749				
H11D69	32,855	21,124	-	53,979				
Longitud								
en m	329,865	394,602		0724,467				

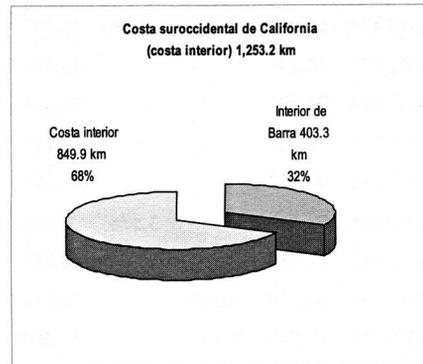
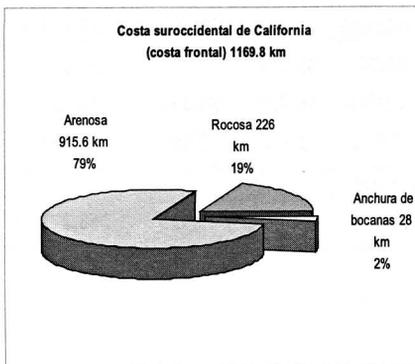


Costa sur-occidental de la Península de California

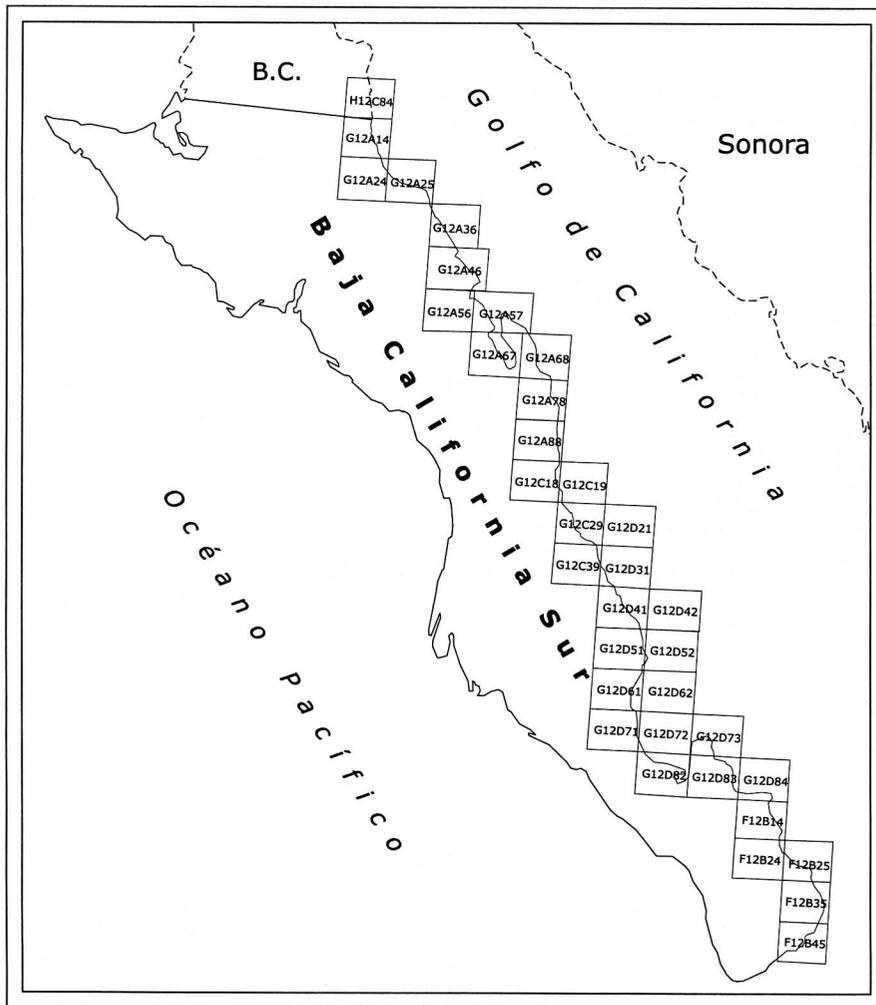


Costa Suroccidental de California					Costa Suroccidental de California			
Costa frontal (longitud en m)					Costa interior (aguas protegidas) (longitud en m)			
CLAVE INEGI	Anchura de			Longitud total	CLAVE INEGI	Interior de Barra	Costa interior	Longitud total
	Arenosa	Rocosa	bocanas					
H11D79	29,521	1,385	-	30,906	H11D79			
H11D89	27,440	3,500	5,743	36,683	H11D89	30,149	56,709	86,858
G11B16	19,987	24,492	-	44,479	G11B19	8,733	54,460	63,193
G11B17	23,771	13,190	-	36,961	G11B29	-	88,499	88,499
G11B18	34,652	2,972	-	37,624	G12A21	-	24,989	24,989
G11B19	19,124	-	3,434	22,558	G12A51	4,405	4,471	8,876
G11B27	38,334	33,335	-	71,669	G12A52	24,784	34,490	59,274
G11B28	477	1,039	-	1,516	G12A53	-	21,826	21,826
G11B29	-	-	-	-	G12A63	12,041	26,427	38,468
G12A21	-	-	-	-	G12A64	10,110	13,293	23,403
G11B38	16,183	21,926	-	38,109	G12A74	24,209	8,459	32,668
G11B48	13,874	13,783	-	27,657	G12A75	2,083	-	2,083
G11B49	44,531	2,591	-	47,122	G12C26	33,564	39,252	72,816
G12A51	47,914	-	750	48,664	G12C36	37,913	55,391	93,304
G12A52	42,418	-	-	42,418	G12C46	26,455	37,627	64,082
G12A53	6,190	-	-	6,190	G12C56	58,493	148,889	207,382
G12A63	29,215	-	9,019	38,234	G12C57	-	12,511	12,511
G12A64	8,395	-	2,170	10,565	G12C66	33,550	14,026	47,576
G12A74	31,993	-	829	32,822	G12C67	21,469	129,297	150,766
G12A75	18,815	4,668	314	23,797	G12C68	-	17,174	17,174
G12A85	20,294	-	-	20,294	G12C77	33,066	-	33,066
G12A86	23,293	-	1,331	24,624	G12C78	39,478	59,232	98,710
G12C16	29,665	-	451	30,116	F12B11	2,850	2,903	5,753
G12C26	25,252	-	-	25,252				
G12C36	23,560	-	3,376	26,936				
G12C46	28,589	-	-	28,589				
G12C56	36,209	12,511	-	48,720				
G12C66	10,619	26,647	-	37,266				
G12C67	-	2,741	-	2,741				
					Longitud			
					en m	403,352	849,925	1,253,277

Costa Suroccidental de California				
Costa frontal (longitud en m)				
CLAVE	Anchura			Longitud total
	Arenosa	Rocosa	bocanas	
G12C77	18,060	19,412	-	37,472
G12C78	35,757	-	657	36,414
G12C89	32,068	4,170	-	36,238
G12D81	4,081	7,607	-	11,688
F12B11	37,619	-	-	37,619
F12B22	39,810	-	-	39,810
F12B23	8,860	-	-	8,860
F12B33	24,926	8,556	-	33,482
F12B43	21,610	7,499	-	29,109
F12B53	15,233	-	-	15,233
F12B54	27,310	14,054	-	41,364
Longitud				
en m	915,649	226,078	28,074	1,169,801



Costa oriental de la Península de California

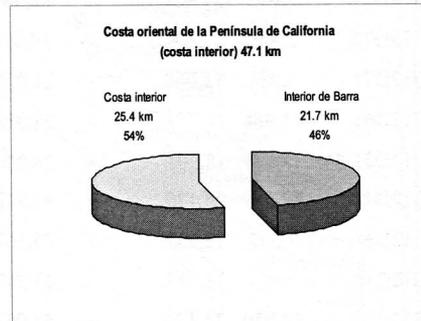
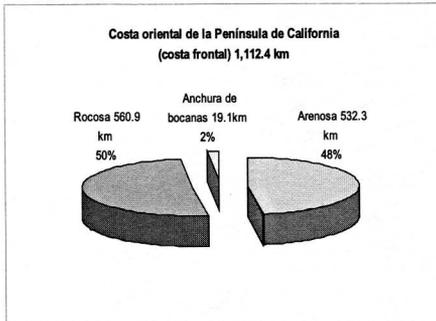


Costa Oriental de la Península de California					Costa Oriental de la Península de California			
Costa frontal (longitud en m)					Costa interior (aguas protegidas) (longitud en m)			
CLAVE INEGI	Anchura			Longitud total	CLAVE INEGI	Interior de Barra	Costa interior	Longitud total
	Arenosa	Rocosa	bocanas					
F12B44	10,180	-	-	10,180	G12D83	1,808	-	1,808
F12B45	35,504		-	35,504	G12D82	13,044	23,589	36,633
F12B35	28,058	5,811	-	33,869	G12C29	-	-	-
F12B25	30,516	-	-	30,516	G12C18	740	1,140	1,880
F12B24	13,170	1,002	-	14,172	G12A67	377	717	1,094
F12B14	28,344	8,568	-	36,912	G12A46	5,777	-	5,777
F12B12	523	-	-	523	Longitud			
G12D84	29,593	6,983	-	36,576	en m	21,746	25,446	47,192
G12D83	13,927	27,805	1,815	43,547				
G12D82	30,389	-	-	30,389				
G12D73	7,095	34,805	-	41,900				
G12D72	2,589	17,104	-	19,693				
G12D71	7,982	13,068	-	21,050				
G12D61	31,388	-	-	31,388				
G12D51-52	17,639	18,391	-	36,030				
G12D41 *	17,589	24,129	-	41,718				
G12D31	7,335	15,832	-	23,167				
G12C39	-	13,717	-	13,717				
G12C29	24,530	34,423	-	58,953				
G12C18	14,755	3,184	175	18,114				
G12C19	10,333	17,292	16,409	44,034				
G12A88-89	11,972	20,536	-	32,508				
G12A78	759	39,541	212	40,512				
G12A67	48,597	27,548	-	76,145				
G12A68	4,714	44,916	-	49,630				
G12A56	5,922	-	-	5,922				
G12A57	22,503	61,646	216	84,365				
G12A46	37,766	21,890	-	59,656				
G12A36	1,183	34,050	94	35,327				

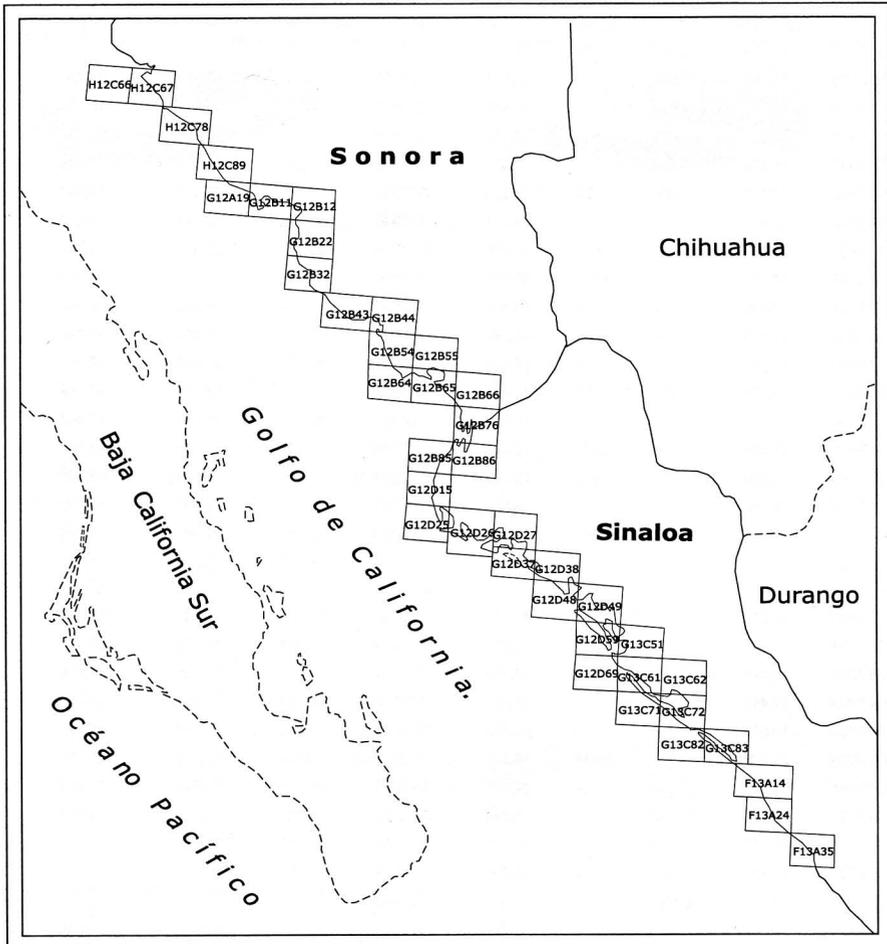
Costa Oriental de la Península de California

Costa frontal (longitud en m)				
CLAVE	Anchura		Longitud	
INEGI	Arenosa	Rocosa	de bocanas	total
G12A25	6,759	41,066	257	48,082
G12A24	-	5,216	-	5,216
G12A14	5,216	12,557	-	17,773
H12C84	25,494	9,888	-	35,382
Longitud				
en m	532,324	560,968	19,178	1,112,470

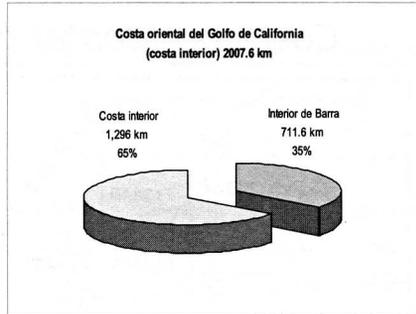
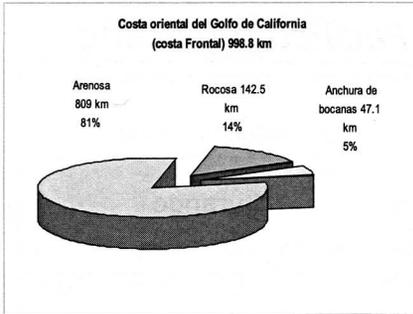
(*) mediciones hechas con cartas topográficas 1:250,000 de INEGI.



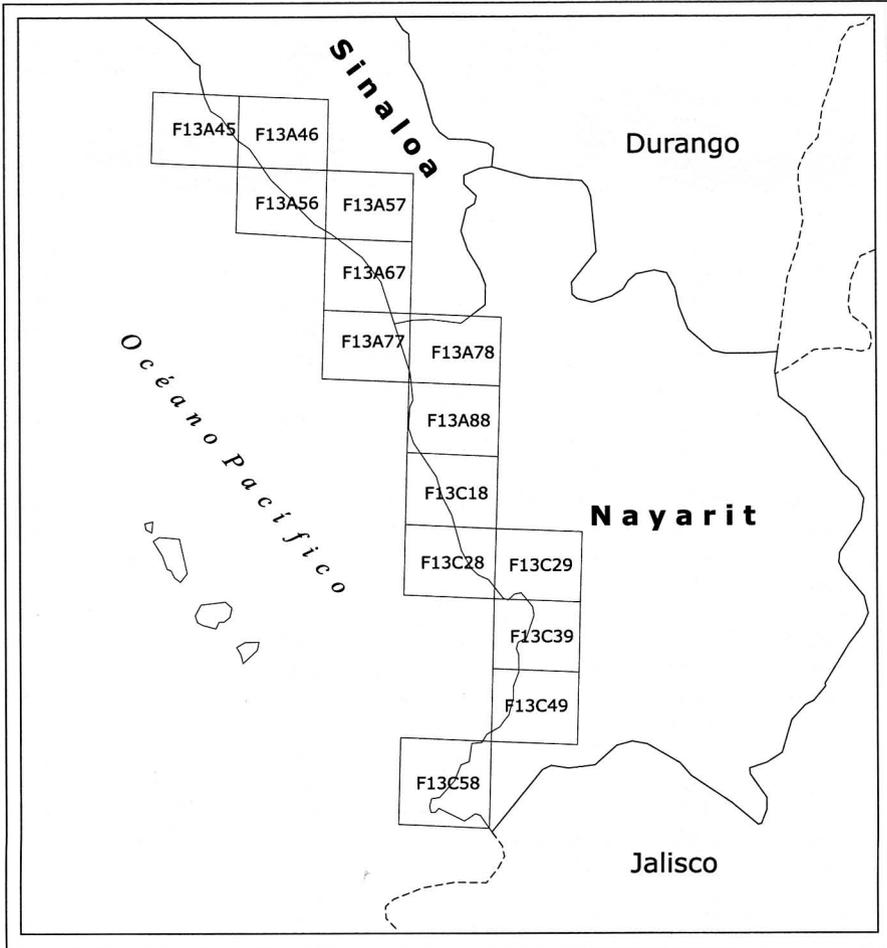
Costa oriental del Golfo de California



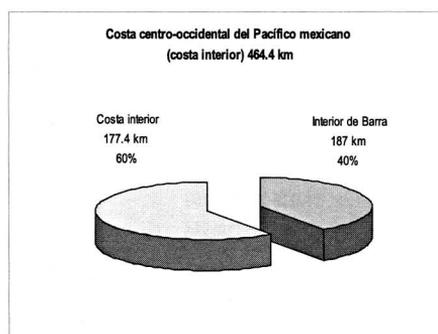
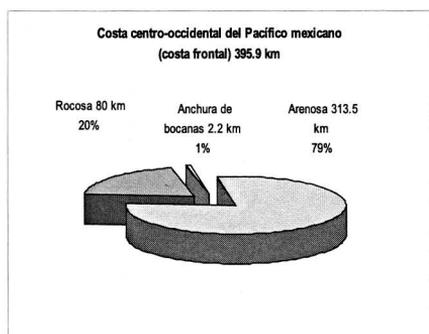
Costa Oriental del Golfo de California					Costa Oriental del Golfo de California			
Costa frontal (longitud en m)					Costa interior (aguas protegidas) (longitud en m)			
CLAVE			Anchura de	Longitud	CLAVE	Interior de		Longitud
INEGI	Arenosa	Rocosa	bocanas	total	INEGI	Barra	Costa interior	total
H12C67	35,918	2,164	-	38,082	H12C67	-	-	-
H12C78	35,208	17,906	-	53,114	H12C78	7,107	17,487	24,594
H12C89	15,438	42,021	-	57,459	G12B11	10,278	49,735	60,013
G12A19	10,883	23,432	543	34,858	G12B12	15,525	52,265	67,790
G12B11	25,378	37,644	-	63,022	G12B22	29,366	61,570	90,936
G12B12	13,256	630	5,324	19,210	G12B32	35,917	78,126	114,043
G12B22	28,657	-	-	28,657	G12B43	27,492	62,684	90,176
G12B32	37,922	-	3,884	41,806	G12B44	12,286	22,438	34,724
G12B43	44,270	-	3,449	47,719	G12B54	19,231	33,484	52,715
G12B44	8,640	-	1,800	10,440	G12B55	-	4,606	4,606
G12B54	30,875	-	424	31,299	G12B65	22,561	61,228	83,789
G12B64	17,284	-	377	17,661	G12B76	51,057	31,695	82,752
G12B65	35,535	1,202	2,267	39,004	G12B85	9,789	25,379	35,168
G12B66	11,677	-	-	11,677	G12B86	11,005	34,439	45,444
G12B76	22,976	-	5,647	28,623	G12D15	37,577	25,136	62,713
G12B85	19,860	-	802	20,662	G12D25-26	90,352	177,895	268,247
G12B86	10,546	-	-	10,546	G12D27	-	58,793	58,793
G12D15	18,887	-	1,901	20,788	G12D37	45,201	74,995	120,196
G12D25-26	50,099	-	9,210	59,309	G12D38	13,837	21,599	35,436
G12D27	-	-	-	-	G12D48	29,645	1,470	31,115
G12D37	30,695	-	5,083	35,778	G12D49	35,395	74,835	110,230
G12D38	24,107	-	1,220	25,327	G12D69	42,862	24,593	67,455
G12D48	13,749	-	-	13,749	G13C51	-	33,196	33,196
G12D49	17,482	-	-	17,482	G13C61	40,881	51,256	92,137
G12D59	12,015	-	-	12,015	G13C71	14,392	10,190	24,582
G12D69	29,129	-	5,094	34,223	G13C72-82	38,894	82,782	121,676
G13C61	24,675	-	-	24,675	G13C83	40,178	76,946	117,124
G13C71	16,696	-	-	16,696	F13A14-13	16,759	19,435	36,194
G13C72-82	40,118	-	-	40,118	F13A24	14,062	27,790	41,852
G13C83	34,300	-	-	34,300	F13A35	-	-	-
F13A14-13	29,041	8,056	-	37,097				
F13A24	30,785	5,147	134	36,066				
F13A35	32,984	4,397	-	37,381				
Longitud					Longitud			
en m	809,085	142,599	47,159	998,843	en m	711,649	1,296,047	2,007,696



Costa occidental del Pacífico mexicano



Costa centro-occidental del Pacífico mexicano					Costa centro-occidental del Pacífico mexicano			
Costa frontal (longitud en m)					Costa interior (aguas protegidas) (longitud en m)			
CLAVE	Anchura de			Longitud	CLAVE	Interior de	Costa	Longitud
INEGI	Arenosa	Rocosa	bocanas	total	INEGI	Barra	interior	total
F13A45	20,862	2,845	-	23,707	F13A45	19,645	16,164	35,809
F13A46	18,363	2,883	409	21,655	F13A46	27,536	76,878	104,414
F13A56	27,543	-	-	27,543	F13A56	32,114	32,736	64,850
F13A57	11,219	-	-	11,219	F13A57	6,500	25,720	32,220
F13A67	33,220	-	1,817	35,037	F13A67	14,994	8,050	23,044
F13A77	22,173	-	-	22,173	F13A77	4,945	14,397	19,342
F13A78	7,122	-	-	7,122	F13A78	32,424	33,174	65,598
F13A88	27,890	-	-	27,890	F13A88	7,072	8,424	15,496
F13C18	31,782	-	-	31,782	F13C18	15,357	20,443	35,800
F13C28	28,277	-	-	28,277	F13C28	13,458	24,506	37,964
F13C29	16,617	918	-	17,535	F13C29	7,524	11,541	19,065
F13C39	18,745	15,818	-	34,563	F13C39	3,048	3,932	6,980
F13C49	24,839	16,046	61	40,946	F13C49	2,385	1,494	3,879
F13C58	24,906	41,566	-	66,472	F13C58	-	-	-
Longitud					Longitud			
en m	313,558	80,076	2,287	395,921	en m	187,002	277,459	464,461



Costa sur-occidental del Pacífico

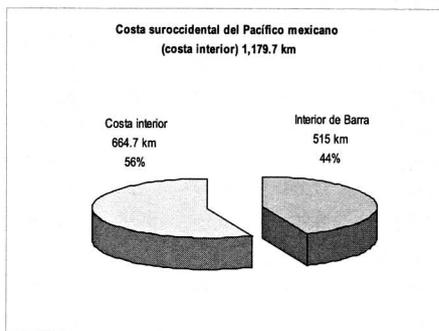
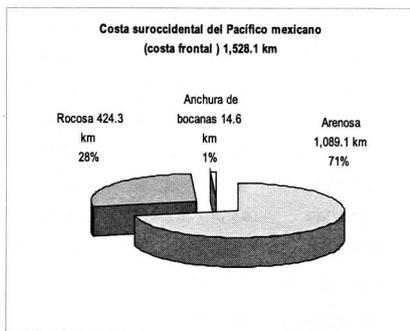


Costa Suroccidental del Pacífico mexicano					Costa Suroccidental del Pacífico mexicano			
Costa frontal (longitud en m)					Costa interior (aguas protegidas) (longitud en m)			
CLAVE	Anchura			Longitud total	CLAVE	Interior de Barra	Costa interior	Longitud total
	Arenosa	Rocosa	de bocanas					
F13C69	26,346	12,223	315	38,884	F13C69	-	-	-
F13C78	22,524	49,461	131	72,116	F13C78	2,518	5,300	7,818
F13C88	27,815	4,839	-	32,654	F13C88	10,429	14,039	24,468
E13A18	29,226	-	-	29,226	E13A18	14,249	32,863	47,112
E13A19	4,549	670	-	5,219	E13A19	-	-	-
E13A29	31,253	21,687	-	52,940	E13A29	9,995	34,732	44,727
E13B31	30,154	26,380	-	56,534	E13B31	4,062	6,046	10,108
E13B41	8,425	26,380	-	34,805	E13B41	-	-	-
E13B42	28,315	31,228	-	59,543	E13B42	19,560	27,613	47,173
E13B43	13,181	7,816	-	20,997	E13B43	21,867	46,497	68,364
E13B53	30,807	-	-	30,807	E13B53	38,808	29,470	68,278
E13B54	24,356	-	-	24,356	E13B54	6,071	10,272	16,343
E13B64	24,109	6,620	101	30,830	E13B64	3,810	4,365	8,175
E13B65	11,026	2,060	-	13,086	E13B65	1,122	1,648	2,770
E13B75 *	10,731	36,536	462	47,729	E13D19	13,784	16,091	29,875
E13B86	9,654	32,997	-	42,651	E14C11	-	2,686	2,686
E13B87	27,886	16,631	371	44,888	E14C22	13,568	15,060	28,628
E13B88	27,754	12,768	-	40,522	E14C33	21,453	29,468	50,921

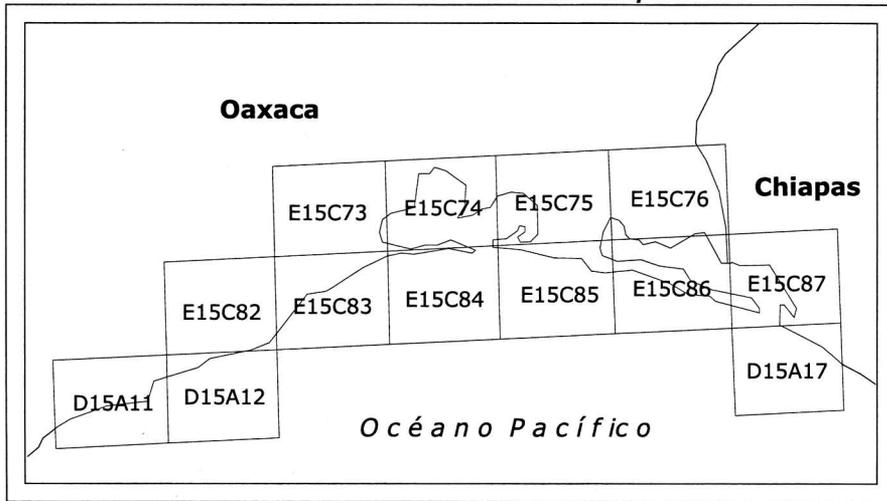
E13D19	36,399	4,706	877	41,982	E14C34	350	849	1,199
E14C11	42,368	-	764	43,132	E14C44	24,391	41,784	66,175
E14C22	40,274	32,485	8,339	81,098	E14C45	42,083	12,224	54,307
E14C33	39,102	12,338	1,073	52,513	E14C46	10,690	28,105	38,795
E14C34	1,381	-	-	1,381	E14C56	33,041	27,345	60,386
E14C44	36,819	-	-	36,819	E14C57-67	19,475	34,054	53,529
E14C45	37,298	-	205	37,503	E14C68	25,983	28,581	54,564
E14C46	8,804	-	-	8,804	E14C69	43,917	42,315	86,232
E14C56	28,894	-	-	28,894	E14D61	12,052	9,788	21,840
E14C57-67	43,548	27,159	-	70,707	E14D72-71	810	9,172	9,982
E14C68	35,825	-	362	36,187	E14D83	26,434	34,357	60,791

Costa Suroccidental del Pacífico mexicano				
Costa frontal (longitud en m)				
CLAVE INEGI	Arenosa	Rocosa	Anchura	
			de bocananas	Longitud total
E14C69	35,980	-	-	35,980
E14D61	33,747	-	808	34,555
E14D72-71	49,573	4,131	-	53,704
E14D73	4,520	-	-	4,520
E14D83	34,182	-	-	34,182
E14D73	4,520	-	-	4,520
E14D83	34,182	-	-	34,182
E14D84-				
D14B14	41,469	-	-	41,469
D14B15	33,692	3,808	476	37,976
D14B16	43,145	-	308	43,453
D14B17	14,424	-	-	14,424
D14B27	24,083	-	75	24,158
D14B28	23,214	23,670	-	46,884
D14B29	12,282	27,775	-	40,057
Longitud en m	1,089,134	424,368	14,667	1,528,169

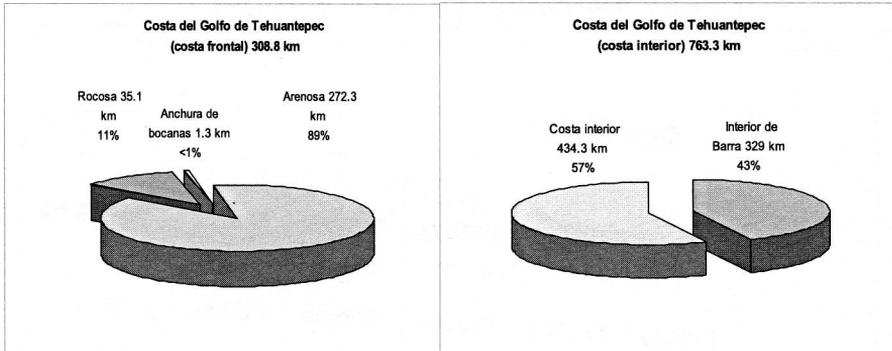
Costa Suroccidental del Pacífico mexicano			
Costa interior (protegidas)(longitud en m)			
CLAVE INEGI	Interior de Barra	Costa interior	Longitud total
E14D84-			
D14B14	36,849	61,321	98,170
D14B15	22,805	17,228	40,033
D14B16	16,026	13,601	29,627
D14B17	4,230	4,817	9,047
D14B27	1,015	-	1,015
D14B17	4,230	4,817	9,047
D14B27	1,015	-	1,015
D14B28	11,053	18,001	29,054
D14B29	2,558	5,027	7,585
Longitud en m	515,058	664,719	1,179,777



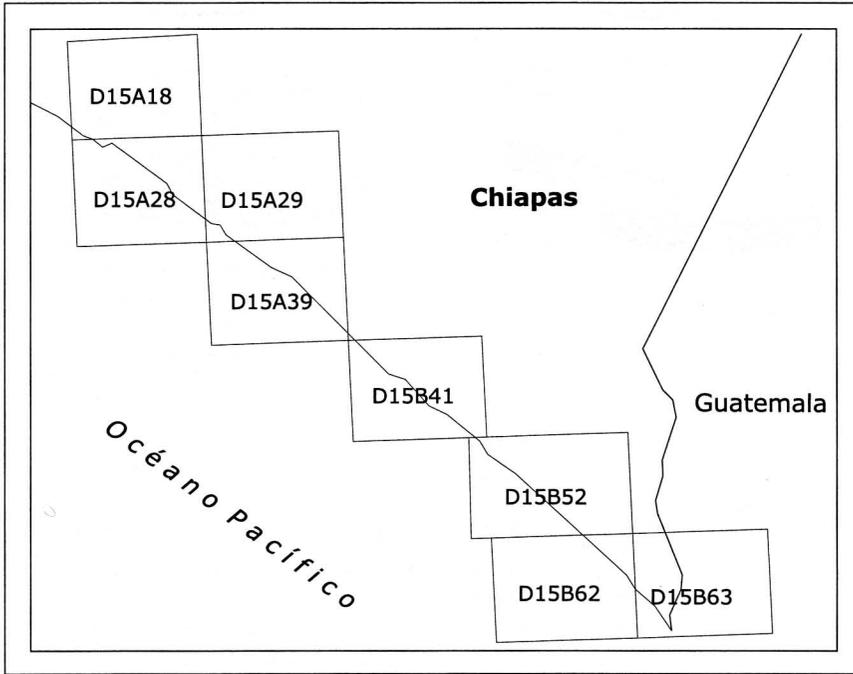
Costa del Golfo de Tehuantepec



Costa Golfo de Tehuantepec					Costa Golfo de Tehuantepec			
Costa frontal (longitud en m)					Costa interior (aguas protegidas) (longitud en m)			
		Anchura						
CLAVE	de		Longitud	CLAVE	Interior de		Longitud	
INEGI	Arenosa	Rocosa	bocanas	INEGI	Barra	Costa interior	total	
			total					
D14B19	10,080	15,834	154	26,068	D14B19	-	-	-
D15A11	38,338	2,607	-	40,945	D15A11	15,591	27,945	43,536
D15A12	23,925	7,847	-	31,772	D15A12	13,025	20,525	33,550
E15C82	15,757	995	-	16,752	E15C82	3,393	-	3,393
E15C83	35,972	7,856	1,173	45,001	E15C83	27,177	12,351	39,528
E15C84	35,376	-	-	35,376	E15C84	90,547	2,630	93,177
E15C85	36,582	-	-	36,582	E15C85	50,330	68,383	118,713
E15C86	39,034	-	-	39,034	E15C86	72,077	56,909	128,986
E15C87	675	-	-	675	E15C87	3,262	30,432	33,694
D15A17	36,606	-	-	36,606	E15C73	-	35,958	35,958
Longitud					E15C74	-	84,430	84,430
en m	272,345	35,139	1,327	308,811	E15C75	-	61,702	61,702
					D15A17	53,688	33,044	86,732
					Longitud			
					en m	329,090	434,309	763,399



Costa meridional del Pacífico

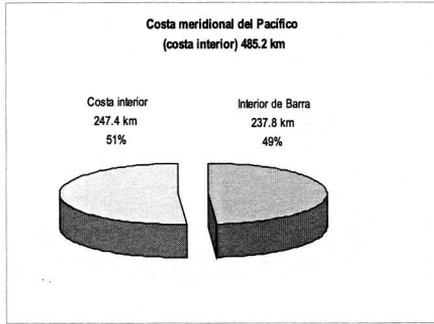
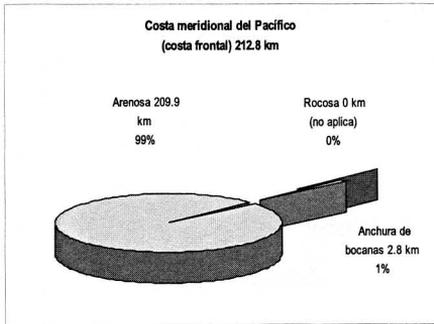


Costa meridional del Pacífico
mexicano

CLAVE	Costa frontal			Longitud total
	Arenosa	Rocosa	de bocanas	
D15A18	17,300	-	-	17,300
D15A28	27,663	-	491	28,154
D15A29	14,844	-	-	14,844
D15A39	33,124	-	159	33,283
D15B31	7,050	-	-	7,050
D15B41	37,894	-	743	38,637
D15B52-B51	37,442	-	617	38,059
D15B62	18,886	-	759	19,645
D15B63	15,759	-	106	15,865
Longitud	-			
en m	209,962		2,875	212,837

Costa meridional del Pacífico
mexicano

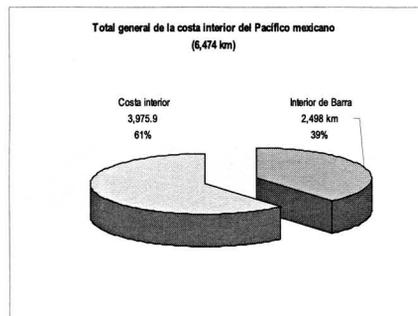
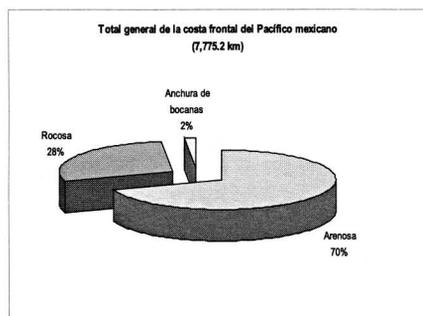
CLAVE	Costa interior (aguas protegidas)			Longitud total
	Interior de Barra	Costa interior		
D15A18	40,320	57,904		98,224
D15A28	43,572	32,656		76,228
D15A29	25,874	29,554		55,428
D15A39	63,555	12,533		76,088
D15B31	7,389	13,479		20,868
D15B41	15,021	54,531		69,552
D15B52-B51	10,848	10,677		21,525
D15B62	20,198	19,751		39,949
D15B63	11,027	16,379		27,406
Longitud	-			
en m	237,804	247,464		485,268



Resumen de las regiones costeras del Páxico mexicano

Costa frontal				
Región	Arenosa	Rocosa	Anchura de bocanas	Longitud total
Costa Noroccidental de la Península de California	329.9	394.6	0.0	724.5
Costa Suroccidental de California	915.6	226.1	28.1	1,169.8
Costa del Alto Golfo	952.7	349.5	21.7	1,323.9
Costa Oriental de la Península de California	532.3	561.0	19.2	1,112.5
Costa Oriental del Golfo de California	809.1	142.6	47.2	998.8
Costa Centro Occidental del Pacifico mexicano	313.6	80.1	2.3	395.9
Costa Suroccidental del Pacifico mexicano	1,089.1	424.4	14.7	1,528.2
Costa del Golfo de Tehuantepec	272.3	35.1	1.3	308.8
Costa meridional del Pacifico mexicano	210.0	0.0	2.9	212.8
Total general en km	5,424.7	2,213.3	137.2	7,775.2

Costa interior (aguas protegidas)			
Región	Interior de		Longitud total por región
	Barra	Costa interior	
Costa Noroccidental de la Península de California	27.186	59.135	86.321
Costa Suroccidental de California	403.352	849.925	1,253.277
Costa del Alto Golfo	65.164	121.449	186.613
Costa Oriental de la Península de California	21.746	25.446	47.192
Costa Oriental del Golfo de California	711.649	1,296.047	2,007.696
Costa Occidental del Pacifico mexicano	187.002	277.459	464.461
Costa Suroccidental del Pacifico mexicano	515.058	664.719	1,179.777
Costa del Istmo de Tehuantepec	329.090	434.309	763.399
Costa meridional del Pacifico	237.804	247.464	485.268
Total general en km	2,498.00	3,975.90	6,474.00

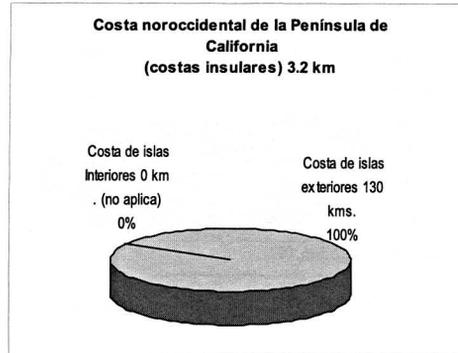


ANEXO 1a

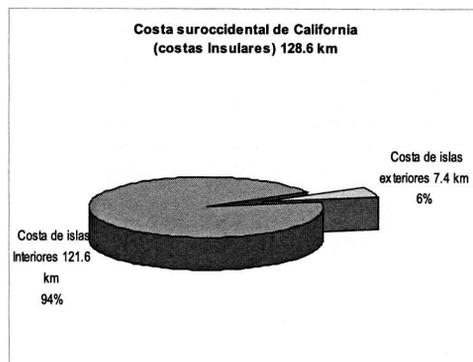
Costas insulares del Pacífico

Relación de cartas de INEGI escala 1:50 000 y la longitud por tipo de costas correspondientes a las regiones litorales.

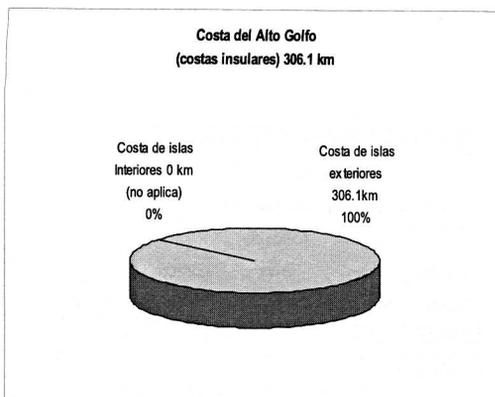
Costa Noroccidental de la Península de California			
Costas insulares (longitud en (m))			
	Costa de islas exteriores	Costa de islas interiores	Longitud total
CLAVE INEGI			
H11B22	3,216	-	3,216
Longitud			
En m	3,216	0	3,216



Costa Suroccidental de California			
Costas insulares (longitud en m)			
	Costa de islas exteriores	Costa de islas interiores	Longitud (m)
CLAVE INEGI			
H11D89	-	4,048	4,048
G11B19	-	32,254	32,254
G11B29	-	33,126	33,126
G11B48	4,193	-	4,193
G11B49	3,226	-	3,226
G12A52	-	10,568	10,568
G12A53	-	8,574	8,574
G12A63	-	5,361	5,361
G12C46	-	6,872	6,872
G12C56	-	16,440	16,440
G12C77	-	3,988	3,988
longitud			
en m	7,419	121,231	128,650

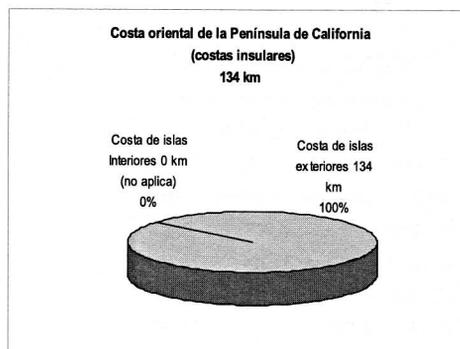


Costa del Alto Golfo		
Costas insulares (longitud en m)		
CLAVE INEGI	Costa de islas exteriores	Costa de islas Interiores
H12C52	8,390	-
H12C53	30,762	-
H12C42	33,436	-
H12C32 *	71,630	-
H12C33 *	24,003	-
H12C22 *	38,954	-
H11D18	25,960	-
H11B88	5,596	-
H11B27 *	26,168	-
H11B17-18	16,484	-
H11B28 *	20,724	-
H12C57	4,085	-
Longitud en m	306,192	-



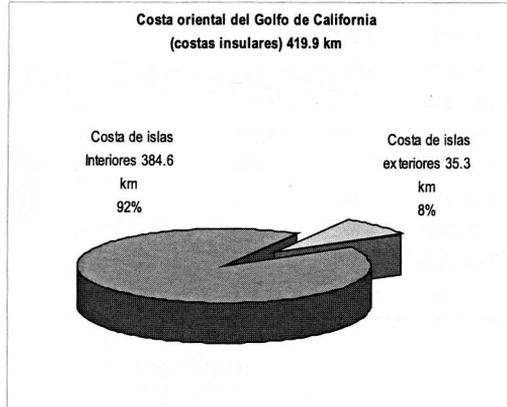
(*) mediciones hechas con cartas topográficas 1:250 000 de INEGI.

Costa Oriental de la Península de California			
Costas insulares (longitud en m)			
CLAVE INEGI	Costa de islas exteriores	Costa de islas Interiores	Longitud por carta
G12D73	15,812	-	15,812
G12D72	35,317	-	35,317
G12D62	54,350	-	54,350
G12C29	2,742	-	2,742
G12A57	1,873	-	1,873
G12A46	23,980	-	23,980
Longitud en m	134,074	-	134,074



Costa Oriental del Golfo de California
(longitud en m)

CLAVE INEGI	Costa de islas exteriores	Costa de islas Interiores
G12A19	3,671	-
G12B11	9,741	5,309
G12B12	-	11,230
G12B44	-	1,171
G12B54	-	7,099
G12B55	-	24,208
G12B64	-	34,044
G12B65	-	16,965
G12B66	-	63,253
G12B85	21,930	-
G12B86	-	66,655
G12D25-26	-	117,971
G12D48	-	30,364
G12D49	-	6,342
Longitud en m	35,342	384,611

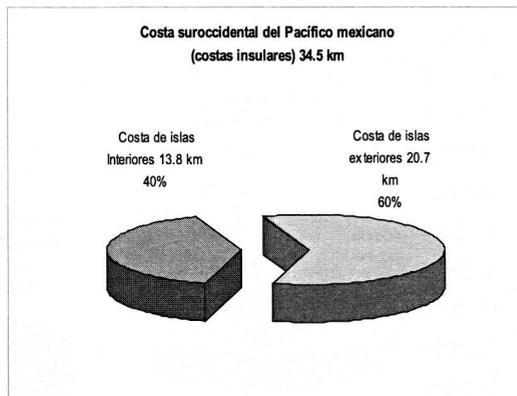


Costa centro-occidental del Pacífico mexicano
(longitud en m)

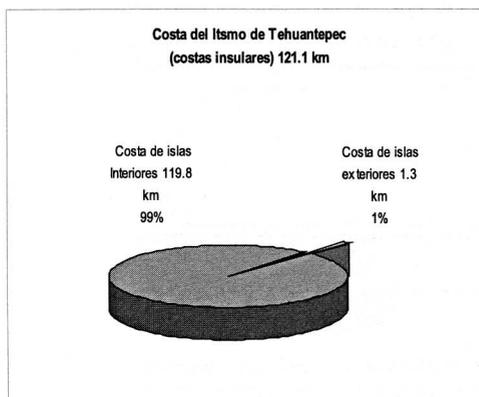
CLAVE INEGI	Costa de islas exteriores	Costa de islas Interiores
F13A45	5,222	-
F13A77	-	8,910
F13C25,24,15,14	75,749	-
F13C35-36	65,326	-
Longitud en m	146,297	8,910



Costa Suroccidental del Pacífico mexicano		
CLAVE	Costa de islas exteriores	Costa de islas Interiores
INEGI		
E13A29	7,407	-
E13B31	-	-
E13B41	3,042	-
E13B42	1,363	-
E13B43	-	6,750
E14C46	-	4,056
E14C56	-	3,028
E14C57-67	4,842	-
D14B29	4,085	-
Longitud		
en m	20,739	13,834



Costa Golfo de Tehuantepec		
CLAVE	Costa de islas exteriores	Costa de islas Interiores
INEGI		
D14B19	1,342	-
E15C85	-	32,596
E15C86	-	38,184
E15C74	-	49,031
Longitud		
en m	1,342	119,811

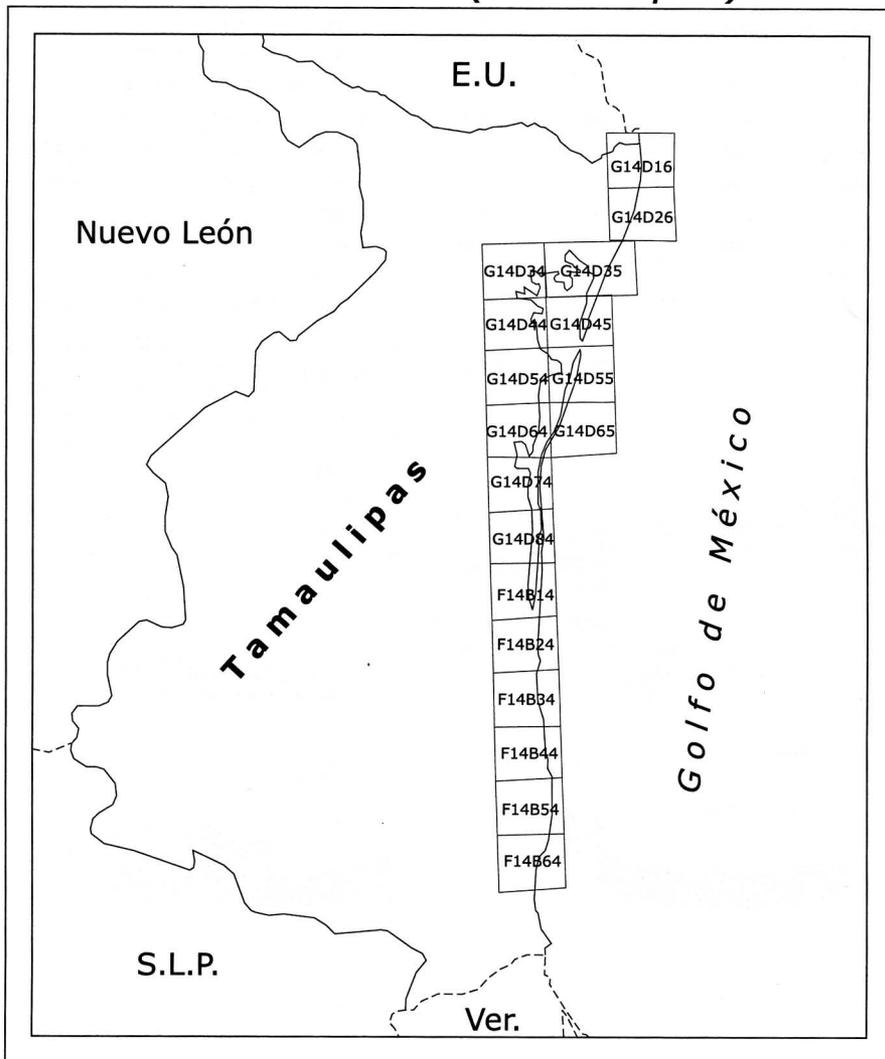


ANEXO 2

Litoral Golfo de México

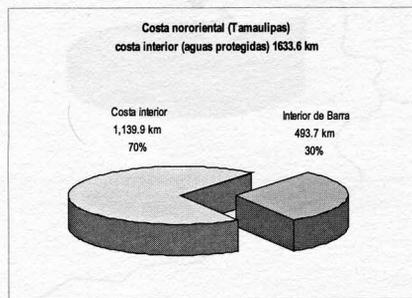
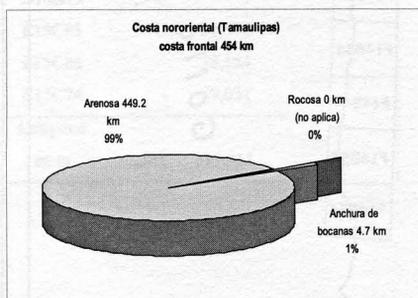
Relación de cartas de INEGI escala 1:50 000 y la longitud por tipo de costas correspondientes a las regiones litorales.

Litoral oriental (Tamaulipas)

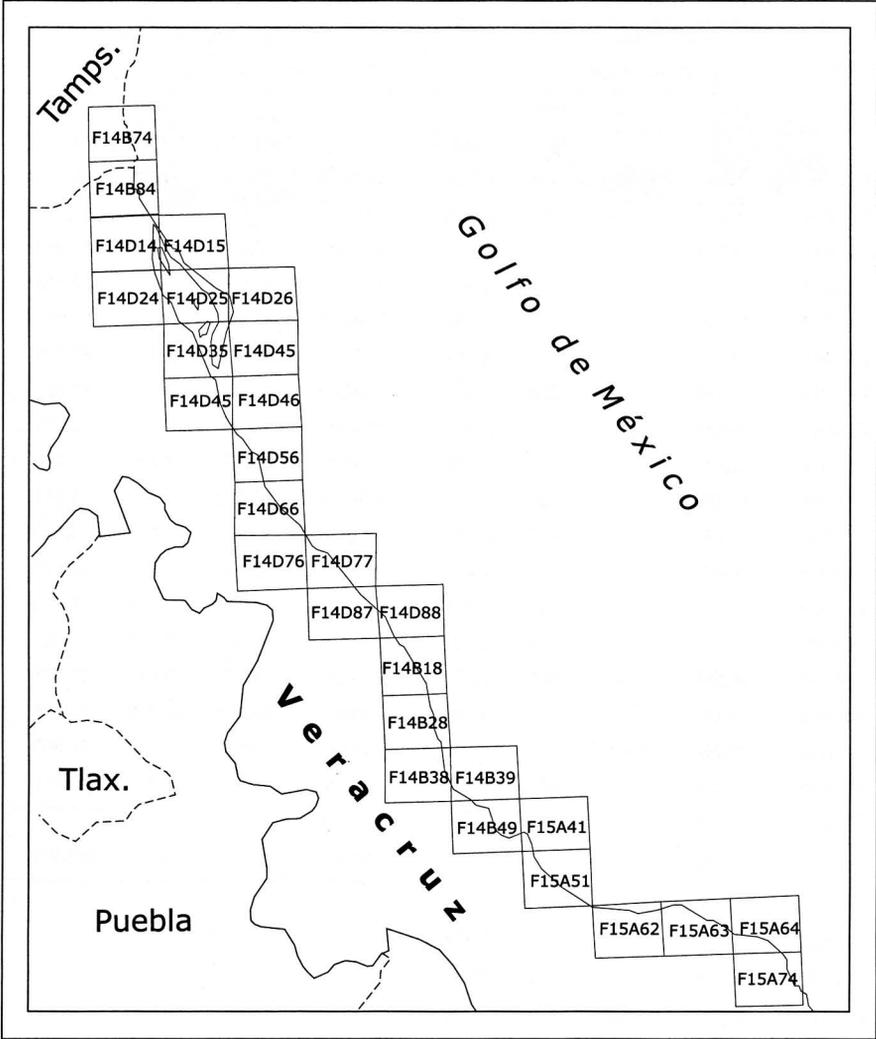


Costa Nororiental (Tamaulipas)				
Carta	Costa frontal			
CLAVE	Arenosa	Rocosa	Anchura de bocanas	Longitud total en m
G14D16	22,734	-	-	22,734
D14D26	30,399	-	273	30,672
G14D35	31,242	-	-	31,242
G14D45	29,731	-	851	30,582
G14D55	27,749	-	1,162	28,911
G14D54	-	-	-	-
G14D64	28,965	-	578	29,543
G14D74	27,661	-	260	27,921
G14D84	27,807	-	-	27,807
F14B14	27,095	-	690	27,785
F14B24	84,062	-	-	84,062
F14B34	27,544	-	254	27,798
F14B44	27,725	-	147	27,872
F14B54	28,340	-	-	28,340
F14B64	28,168	-	569	28,737
Longitud en m	449,222	-	4,784	454,006

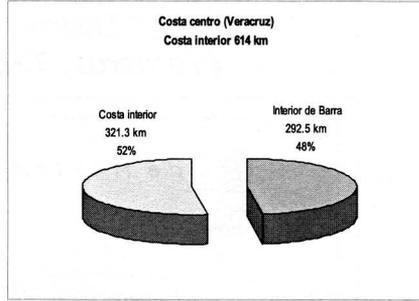
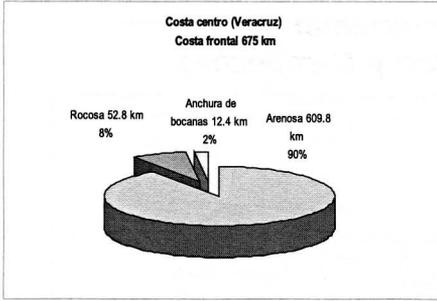
Costa Nororiental (Tamaulipas)			
Carta	Costa interior (aguas protegidas)		
CLAVE	Interior de Barra	Costa interior	Longitud total en m
G14D16	54,403	103,006	157,409
D14D26	26,504	81,074	107,578
G14D35	24,579	240,317	264,896
G14D45	58,726	50,770	109,496
G14D34	-	103,050	103,050
G14D44	-	41,980	41,980
G14D55	44,067	-	44,067
G14D54	-	104,078	104,078
G14D64	35,628	109,274	144,902
G14D74	51,280	123,036	174,316
G14D84	50,289	61,530	111,819
F14B14	50,909	40,003	90,912
F14B24	11,805	-	11,805
F14B34	-	-	-
F14B44	11,469	9,585	21,054
F14B54	33,978	31,237	65,215
F14B64	40,096	41,021	81,117
Longitud en m	493,733	1,139,961	1,633,694



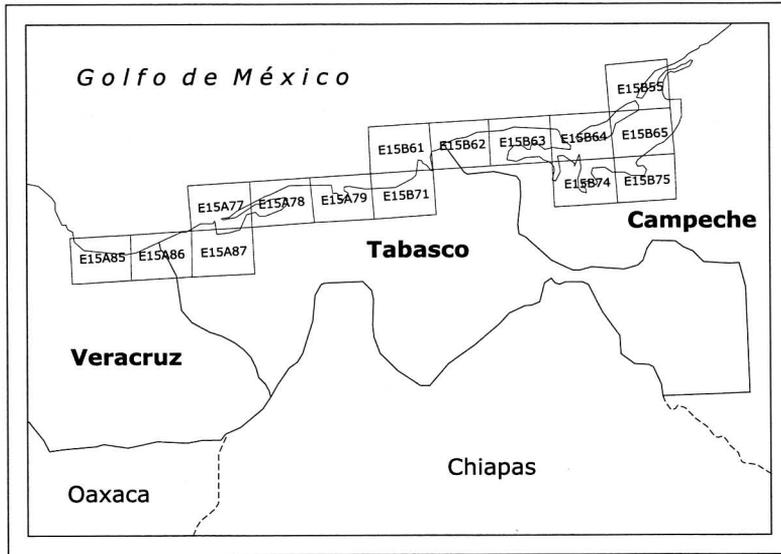
Litoral centro (Veracruz)



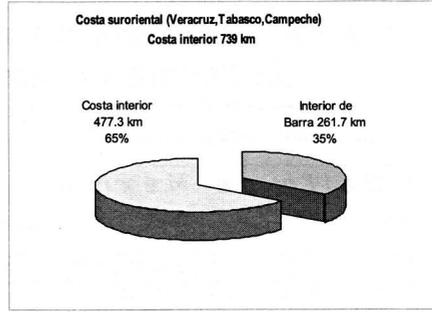
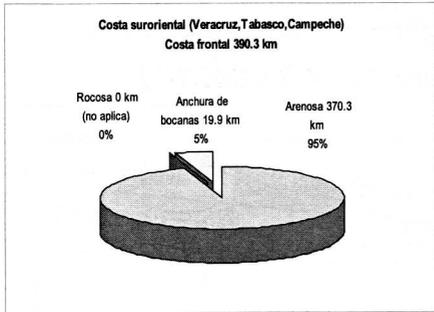
Costa centro (Veracruz)					Costa centro (Veracruz)			
Costa frontal del					Costa interior (aguas			
Carta	Golfo de México				Carta	protegidas)		
Anchura					Longitud			
CLAVE	Arenosa	Rocosa	de bocanas	Longitud total en m	CLAVE	Interior de Barra	Costa interior	Longitud total en m
F14B74	28,703	-	731	29,434	F14B74	21,990	21,147	43,137
F14B84	29,011	-	-	29,011	F14B84	42,554	46,491	89,045
F14D14	11,471	-	-	11,471	F14D14	17,566	33,547	51,113
F14D15	21,997	-	-	21,997	F14D15	19,840	-	19,840
F14D25	38,191	-	-	38,191	F14D24	-	13,779	13,779
F14D35	29,464	-	219	29,683	F14D25	42,920	19,375	62,295
F14D45	26,827	-	-	26,827	F14D35	36,252	40,319	76,571
F14D46	2,509	-	-	2,509	F14D45	27,423	14,323	41,746
F14D56	30,480	-	586	31,066	F14D55	3,754	4,811	8,565
F14D66	32,298	-	1,945	34,243	F14D87	995	2,615	3,610
F14D76	4,412	-	-	4,412	F14D88	9,391	9,246	18,637
F14D77	31,982	-	1,344	33,326	E14B18	4,656	3,514	8,170
F14D87	19,288	-	1,203	20,491	E15A51	39,366	33,654	73,020
F14D88	14,568	603	505	15,676	E15A61	9,253	32,772	42,025
E14B18	34,183	-	105	34,288	E15A62	14,520	22,718	37,238
E14B28	26,768	4,498	772	32,038	E15A63	2,082	20,587	22,669
E14B39	35,290	-	788	36,078	E15A64	-	2,471	2,471
E14B49	37,555	-	2,226	39,781				
E15A41	9,645	-	-	9,645	Longitud			
E15A51	43,329	-	1,071	44,400	en m	292,562	321,369	613,931
E15A61	2,014	-	-	2,014				
E15A62	35,788	-	-	35,788				
E15A63	23,281	26,599	-	49,880				
E15A64	20,679	5,028	314	26,021				
E15A74	20,147	16,079	597	36,823				
Longitud								
en m	609,880	52,807	12,406	675,093				



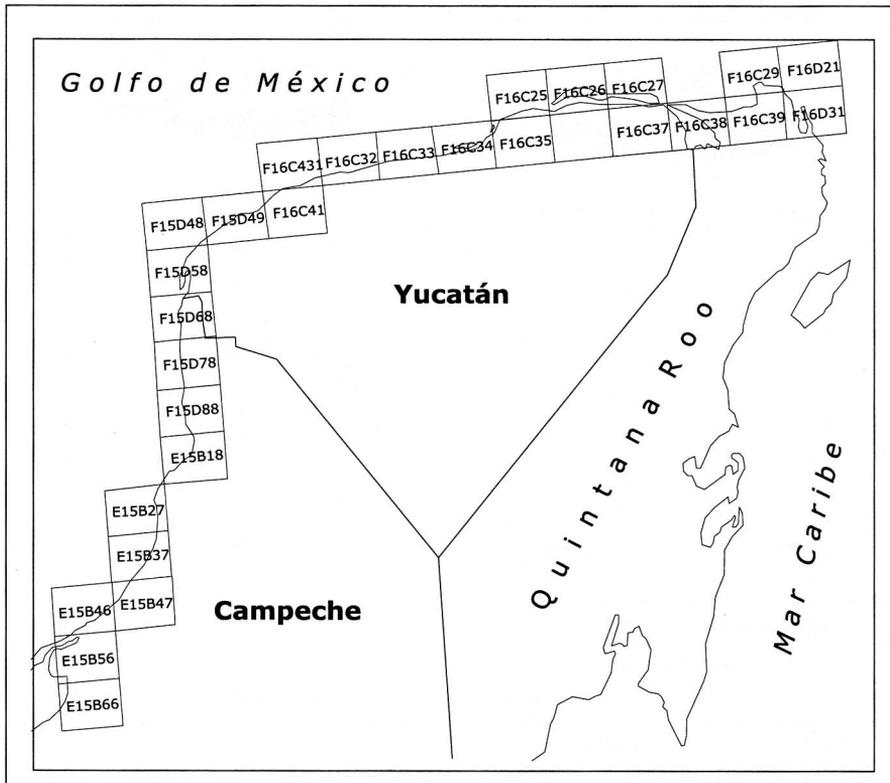
*Litoral sur-oriental
(Veracruz, Tabasco y Campeche)*



Costa Suroriental (Veracruz, Tabasco, Campeche)					Costa Suroriental (Veracruz, Tabasco, Campeche)			
Carta	Costa frontal			Longitud total en m	Carta	Costa interior (aguas protegidas)		Longitud total en m
	Arenosa	Rocosa	Anchura de bocanas			Interior de Barra	Costa interior	
E15A85	35,370	-	1,086	36,456	E15A85	48,732	25,460	74,192
E15A86	36,363	-	578	36,941	E15A86	10,421	-	10,421
E15A77	37,153	-	508	37,661	E15A87	-	16,343	16,343
E15A78	35,719	-	1,228	36,947	E15A77	36,521	39,726	76,247
E15A79	34,055	-	1,366	35,421	E15A78	36,400	72,093	108,493
E15B71	25,182	-	-	25,182	E15A79	39,134	76,175	115,309
E15B61	16,521	-	2,332	18,853	E15B71	2,398	43,517	45,915
E15B62	35,665	-	398	36,063	E15B61	6,559	-	6,559
E15B63	35,519	-	-	35,519	E15B64	34,544	54,366	88,910
E15B64	39,360	-	12,477	51,837	E15B74	-	19,417	19,417
E15B65	8,632	-	-	8,632	E15B75	-	56,290	56,290
E15B55	30,831	-	-	30,831	E15B65	10,828	43,596	54,424
					E15B55	36,171	30,354	66,525
Longitud en m	370,370	-	19,973	390,343	Longitud en m	261,708	477,337	739,045



Litoral occidental y norte de la Península de Yucatán (Campeche y Yucatán)



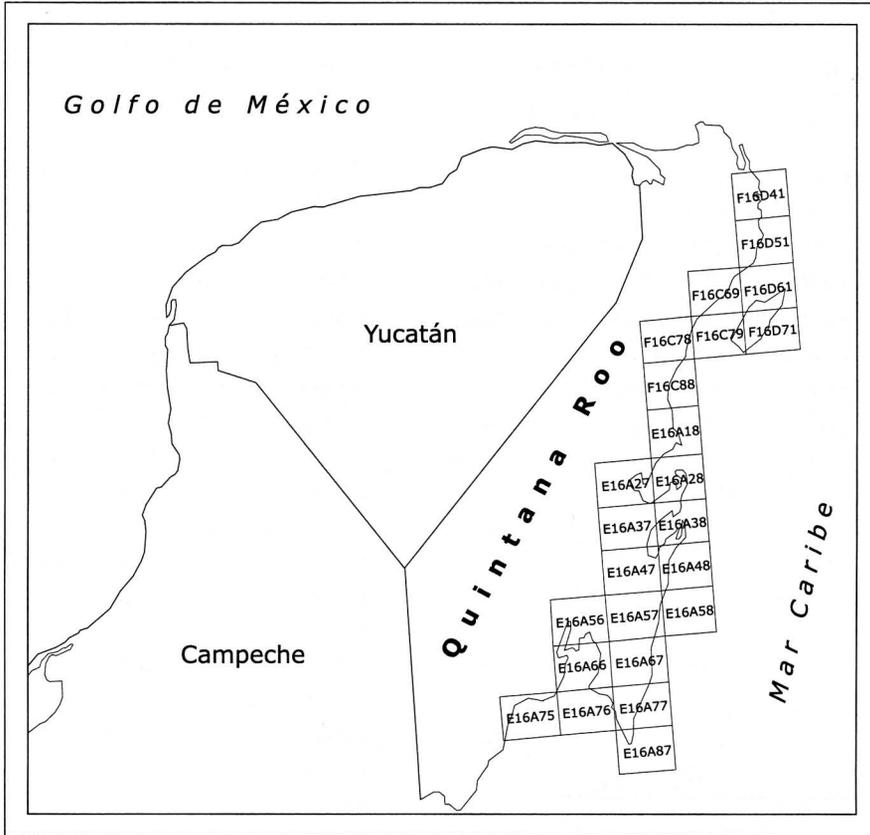
Costa Noroccidental de la Península de Yucatán					Costa Noroccidental de la Península de Yucatán			
Carta	Costa frontal				Carta	Costa interior (aguas protegidas)		
	Anchura							
CLAVE	Arenosa	Rocosa	bocanas	Longitud total en m	CLAVE	Interior de Barra	Costa interior	Longitud total en m
E15B66	-	-	-	-	E15B66	-	49,393	49,393
E15B56	18,646	-	-	18,646	E15B56	32,451	40,532	72,983
E15B46	22,145	516	-	22,661	F15D68	14,726	18,333	33,059
E15B47	23,577	400	-	23,977	F15D58	31,477	24,866	56,343
E15B37	32,404	-	226	32,630	F15D49	171	4,798	4,969
E15B27	22,478	8,632	-	31,110	F16C41	20,243	21,703	41,946
E15B18	43,297	-	-	43,297	F16C32	36,333	50,328	86,661
F15D88	31,789	-	-	31,789	F16C33	35,443	42,635	78,078
F15D78	29,739	-	1,212	30,951	F16C34	40,497	38,964	79,461
F15D68	31,342	-	1,455	32,797	F16C35	6,485	7,657	14,142
F15D58	29,863	-	-	29,863	F16C25	47,585	31,299	78,884
F15D59	41,303	-	-	41,303	F16C26	57,342	35,717	93,059
F16C41	37,343	-	255	37,598	F16C27	41,092	40,070	81,162
F16C32	35,246	-	-	35,246	F16C38	-	39,273	39,273
F16C33	35,206	-	-	35,206	F16C39	-	40,255	40,255
F16C34	36,991	-	-	36,991	F16C29	64,289	27,254	91,543
F16C35	3,780	-	-	3,780	Longitud en			
F16C25	6,895	27,654	-	34,549	m	428,134	513,077	941,211
F16C26	39,326	-	1,282	40,608				
F16C27	36,455	-	-	36,455				
F16C29	50,814	-	-	50,814				
Longitud en								
m	608,639	37,202	4,430	650,271				

Costa del Mar Caribe Quintana Roo					
Carta	Costa frontal				
CLAVE	Arenosa	Rocosa	Anchura de bocanas		Longitud total en m
			F16D21	8,977	
F16D31	35,759	-	8,986	44,745	
F16D41	38,797	-	312	39,109	
F16D51	31,628	1,259	-	32,887	
F16C69	32,135	10,559	-	42,694	
F16C79	-	25,839	-	25,839	
F16C78	392	18,829	149	19,370	
F16C88	29,785	-	149	29,934	
E16A18	65,667	-	-	65,667	
E16A28	117,161	-	-	117,161	
E16A38	29,016	-	10,100	39,116	
E16A48	32,133	-	-	32,133	
E16A57	6,855	-	-	6,855	
E16A58	23,996	-	-	23,996	
E56A67	30,974	-	-	30,974	
E16A77	30,862	-	-	30,862	
E16A87	7,722	-	-	7,722	
Longitud					
en m	521,859	56,486	20,780	599,125	

Costa del Mar Caribe (Quintana Roo)			
Carta	Costa interior (aguas protegidas)		
CLAVE	Interior de Barra	Costa interior	Longitud total en m
F16D31	28,554	21,854	50,408
F16D41	24,313	22,569	46,882
F16C78	19,738	32,629	52,367
F16C88	19,738	32,629	52,367
E16A18	31,191	74,510	105,701
E16A28	35,863	18,662	54,525
E16A27	61,546	13,194	74,740
E16A37	-	43,668	43,668
E16A38	36,352	44,458	80,810
E16A47	-	39,416	39,416
E16A48	10,693	44,064	54,757
E16A57	-	631	631
E16A58	11,774	14,272	26,046
E16A77	30,145	80,451	110,596
E16A87	9,031	26,670	35,701
E16A76	-	24,915	24,915
E16A66	-	79,282	79,282
E16A56	-	39,554	39,554
Longitud			
en m	318,938	653,428	972,366

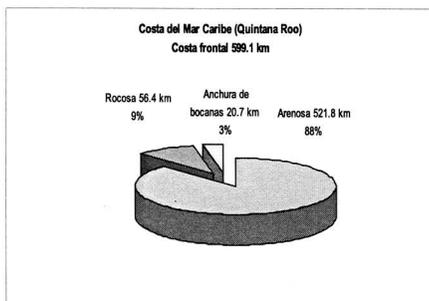


Litoral Caribe (Quintana Roo)



Costa del Mar Caribe Quintana Roo				
Carta	Costa frontal			
CLAVE	Arenosa	Rocosa	Anchura	
			bocanas	Longitud total en m
F16D21	8,977	-	1,084	10,061
F16D31	35,759	-	8,986	44,745
F16D41	38,797	-	312	39,109
F16D51	31,628	1,259	-	32,887
F16C69	32,135	10,559	-	42,694
F16C79	-	25,839	-	25,839
F16C78	392	18,829	149	19,370
F16C88	29,785	-	149	29,934
E16A18	65,667	-	-	65,667
E16A28	117,161	-	-	117,161
E16A38	29,016	-	10,100	39,116
E16A48	32,133	-	-	32,133
E16A57	6,855	-	-	6,855
E16A58	23,996	-	-	23,996
E56A67	30,974	-	-	30,974
E16A77	30,862	-	-	30,862
E16A87	7,722	-	-	7,722
Longitud				
en m	521,859	56,486	20,780	599,125

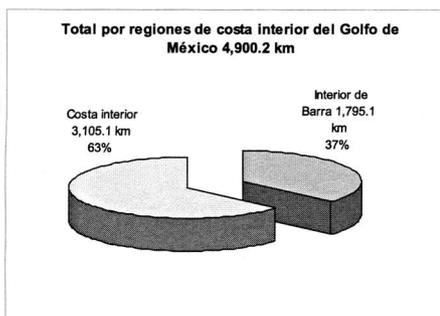
Costa del Mar Caribe (Quintana Roo)			
Carta	Costa interior (aguas protegidas)		
CLAVE	Interior de Barra	Costa interior	Longitud
			total en m
F16D21	-	-	-
F16D31	28,554	21,854	50,408
F16D41	24,313	22,569	46,882
F16C78	19,738	32,629	52,367
F16C88	19,738	32,629	52,367
E16A18	31,191	74,510	105,701
E16A28	35,863	18,662	54,525
E16A27	61,546	13,194	74,740
E16A37	-	43,668	43,668
E16A38	36,352	44,458	80,810
E16A47	-	39,416	39,416
E16A48	10,693	44,064	54,757
E16A57	-	631	631
E16A58	11,774	14,272	26,046
E16A77	30,145	80,451	110,596
E16A87	9,031	26,670	35,701
E16A76	-	24,915	24,915
E16A66	-	79,282	79,282
E16A56	-	39,554	39,554
Longitud			
en m	318,938	653,428	972,366



Valores comparativos de las regiones costeras

Costa frontal del Golfo de México				
Regiones	Arenosa	Rocosa	Anchura de bocanas	TOTAL POR CARTA EN METROS
Litoral Noroccidental	449,222.0	-	4,784.0	454,006.0
Litoral Centro	609,880.0	52,807.0	12,406.0	675,093.0
Litoral Suroriental	370,370.0	-	19,973.0	390,343.0
Litoral Oriental	608,639.0	37,202.0	4,430.0	650,271.0
Litoral Caribe	521,859.0	56,486.0	20,780.0	599,125.0
Total general en m	2,559,970.0	146,495.0	62,373.0	2,768,838.0
Total en km.	2,559.9	146.4	62.3	2768.8

Costa interior (aguas protegidas) del Golfo de México			
Regiones	Interior de Barra	Costa interior	TOTAL POR CARTA EN METROS
Litoral Noroccidental	493,733	1,139,961.0	1,633,694.0
Litoral Centro	292,562	321,369.0	613,931.0
Litoral Suroriental	261,708	477,337.0	739,045.0
Litoral Oriental	428,134	513,077.0	941,211.0
Litoral Caribe	318,938	653,428.0	972,366.0
Total general en m	1,795,075	3,105,172.0	4,900,247.0
Total en km.	1,795	3,105.1	4900.2

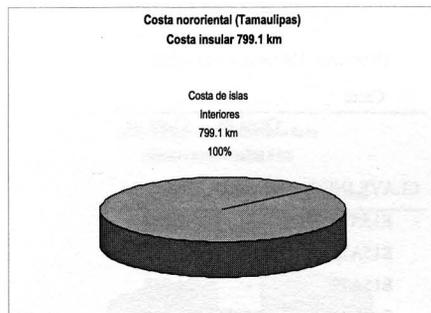


ANEXO 2a

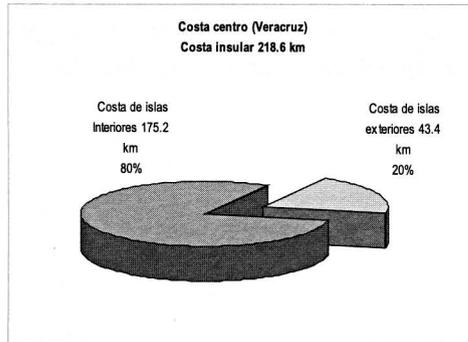
Costas insulares del Golfo

Relación de cartas de INEGI escala 1:50 000 y la longitud por tipo de costas correspondientes a las regiones litorales.

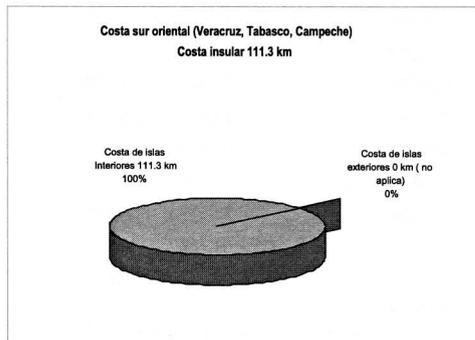
Costa Nororiental (Tamaulipas)			
Carta	Costas insulares		Longitud total por carta
CLAVE INEGI	Costa de islas exteriores	Costa de islas Interiores	
G14D16	-	37,648	37,648
D14D26	-	41,018	41,018
G14D35	-	248,783	248,783
G14D34	-	21,061	21,061
G14D44	-	13,302	13,302
G14D55	-	81,041	81,041
G14D54	-	84,715	84,715
G14D64	-	109,010	109,010
G14D74	-	65,848	6,5848
G14D84	-	53,574	53,574
F14B14	-	33,156	33,156
F14B24	-	2,733	2,733
F14B64	-	7,310	7,310
Longitud en m	-	799,199	799,199



Costa centro (Veracruz)		
Carta		
CLAVE INEGI	Costa de islas exteriores	Costa de islas Interiores
F14B74	-	4,984
F14D14	-	27,877
F14D15	-	26,653
F14D25	-	48,335
F14D35	-	45,160
F14D45	-	4,159
E15A41	43,418	-
E15A51	-	8,421
E15A61	-	9,686
Longitud en m	43,418	175,275



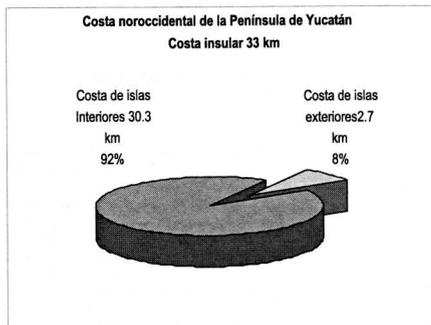
Costa Suroriental (Veracruz, Tabasco, Campeche)		
Carta		
CLAVE INEGI	Costa de islas exteriores	Costa de islas Interiores
E15A77	-	2,952
E15A78	-	2,927
E15A79	-	21,988
E15B71	-	22,127
E15B61	-	3,499
E15B64	-	19,801
E15B75	-	1,969
E15B65	-	29,501
E15B55	-	6,611
Longitud en m	-	111,375



 Costa Noroccidental de la Península de Yucatán

Carta

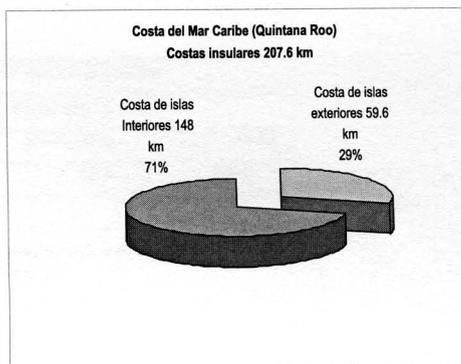
CLAVE INEGI	Costa de islas	
	exteriores	Interiores
E15B66	-	-
E15B56	-	4,217
F15D88	2,701	-
F15D78	-	-
F15D68	-	3,110
F16C41	-	1,161
F16C26	-	9,439
F16C27	-	2,234
F16C39	-	10,199
Longitud en m	2,701	30,360



 Costa del Mar Caribe (Quintana Roo)

Carta

CLAVE INEGI	Costa de islas	
	exteriores	Interiores
F16D21	7,820	-
F16D31	23,901	-
F16D41	15,340	10,332
F16C78	-	7,600
F16C88	-	7,600
E16A18	-	3,107
E16A28	10,034	3,978
E16A38	2,586	40,406
E16A48	-	12,340
E16A87	-	20,036
E16A66	-	20,952
E16A56	-	21,741
Longitud en m	59,681	148,092

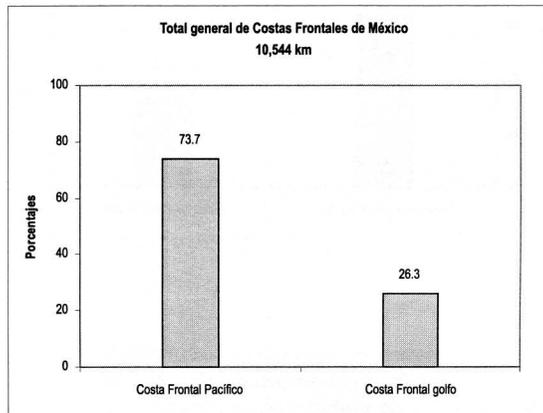


ANEXO 3

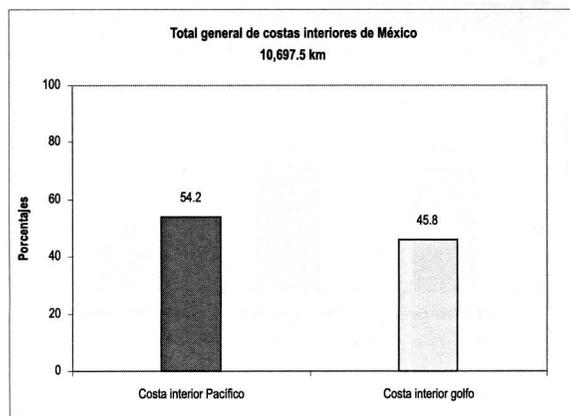
Comparativo País

Por tipo de costas correspondientes a las regiones litorales.

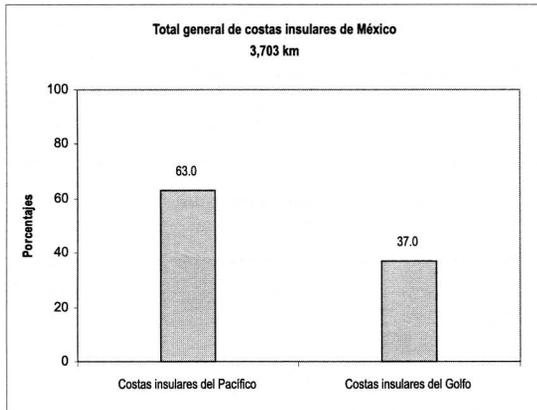
Total de la costa frontal de México			
	Costa Frontal Pacífico	Costa Frontal golfo	Total
km	7,775,185.0	2,768,838.0	10,544,023.0
%	73.7	26.3	100.0



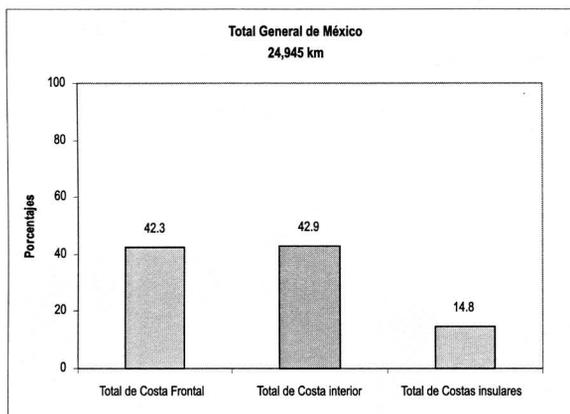
Total de la costa interior de México			
	Costa interior Pacífico	Costa interior golfo	Total
km	5,797,337.0	4,900,247.0	10,697,584.0
%	54.2	45.8	100.0



Total de las costas insulares de México			
	Costas insulares del Pacífico	Costas insulares del Golfo	
km	2,333,300.0	1,370,100.0	3,703,400.0
%	63.0	37.0	100.0



	Total de Costa Frontal	Total de Costa interior	Total de Costas insulares	Total
km	10,544,023.0	10,697,584.0	3,703,400.0	24,945,007.0
%	42.3	42.9	14.8	100.0



Las características geomorfológicas de los diferentes elementos que componen la zona costera de la República Mexicana, son amplias y diversas en un litoral de poco más de 11 000 km, en donde se encuentran deltas, bahías, lagunas, estuarios e islas de barrera, entre los más importantes, que requieren ser clasificados, delimitados y definidos detalladamente para su posible aplicación en el manejo costero. Esta obra regionaliza desde el punto de vista de unidades o regiones morfohidrológicas costeras las vertientes de México, tomando como base la geomorfología misma, el clima y el marco físico ambiental. Destacan nueve regiones naturales para el Pacífico Mexicano y para el Golfo de California incluyendo en ello la composición y tipo de costa y el perímetro litoral de aguas protegidas. Para el Golfo de México se reconocen cinco unidades o regiones. Asimismo, se diferencian y cuantifican los distintos rasgos costeros, donde destacan por su mayor superficie las lagunas costeras, las bahías y las marismas, y por su número los esteros y las albuferas.

Mario Arturo Ortiz Pérez, Doctor en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México. Investigador titular del Instituto de Geografía de la UNAM en el Departamento de Geografía Física. La línea de investigación que ha trabajado está en torno a la regionalización del medio natural; principalmente de los escenarios costeros.

Guadalupe de la Lanza Espino, Doctora en Oceanografía biológico-pesquera, en el posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades; investigadora titular del Instituto de Biología de la UNAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II. Sus trabajos se han enfocado al ambiente costero en ambos litorales de México y calidad del agua. Ha escrito cerca de 70 trabajos científicos y 9 libros.

