

## Las bahías de Huatulco, Oaxaca, México: ensayo geográfico-ecológico

Adrián Ramírez González\*

### Resumen

**Las bahías de Huatulco, Oaxaca, México: ensayo geográfico-ecológico.** Se presenta una compilación bibliográfica de datos geográfico-ecológicos referente a las playas de las bahías de Huatulco, considerando los antecedentes históricos que explican la importancia que tuvo el puerto de Santa Cruz, Huatulco desde 1578, como un puerto que comerciaba con Acapulco y Centroamérica a través de una gran red de navegación transpacífica. Se describen las playas que forman las bahías considerando sus dimensiones, área, textura, color del sustrato y pendiente de inclinación, indicando en cuáles de ellas se localizan arrecifes coralinos y los diferentes taxa animales que se han registrado hasta la fecha. El objetivo principal es llevar a cabo una caracterización geográfico-ecológica de las playas que forman las bahías de Huatulco, área que se localiza entre los 15°35' y 15°45'N y los 96°00' y 96°15'O. Se denota la relevancia que tiene el hecho de compilar toda la información posible respecto al área de estudio, la cual puede ser de utilidad en la elaboración y desarrollo de trabajos futuros.

**Palabras clave:** arrecifes coralinos, geología, geomorfología, hidrología, playas, topografía, vegetación.

### Abstract

**Huatulco Bays, Oaxaca, Mexico: geographic-ecologic essay.** This work presents a bibliographic compilation of geographic and ecological data refers to the beaches of Huatulco Bays, considering the historic records that explain the importance of Santa Cruz Port, since 1578, as a port which traded with Acapulco and Central America across of a large transpacific navigation network. The beaches that configure the bays are described considering their dimensions, area, texture, substrate color and slope inclination, indicating in which of them are located coral reefs and the different animal taxa that have been recorded to date. The main objective is to make a geographic-ecologic characterization of the beaches that configure the Huatulco Bays, an area located between 15°35' and 15°45'N and 96°00' and 96°15'W. It denotes the relevance that have the fact of compiling all the possible data about the studied area which can be useful in the elaboration and development of future studies.

**Keywords:** beaches, coral reefs, geology, geomorphology, hydrology, topography, vegetation.

### Résumé

**Les baies de Huatulco, Oaxaca, Mexique: essai géographico-écologique.** Une compilation bibliographique de données géographico-écologiques se reportant aux plages des baies de Huatulco est présentée, en considérant les antécédents historiques qui expliquent l'importance qu'eu le port de Santa Cruz, Huatulco, dès 1578, comme port qui faisait du commerce avec Acapulco et l'Amérique centrale, à travers un grand réseau de navigation transpacifique. Les plages qui forment les baies son décrites en considérant leurs dimensions, aires, textures, la couleur du substrat et la pente d'inclinaison, en indiquant dans lesquelles d'entre elles se trouvent des récifs coralliens et les différents taxa-animaux qui ont été enregistrés jusqu'à aujourd'hui. L'objectif principal est de mener à bien une caractérisation géographico-ecologique des plages qui forment les baies de Huatulco, aire localisée entre 15°35' et 15° 45'N et les 96°00' et 96°15'O. L'on note la relevance du fait de compiler toute l'information respectie à l'aire d'étude, laquelle peut être d'utilité pour le développement de travaux futurs.

**Mots clefs :** Géologie, Géomorphologie, Hydrologie, récifs coralliens, topographie, végétation.

\*Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel, Oaxaca, Apdo. Postal 47, C.P. 70902, MÉXICO  
Tel. y fax: (958) 5843057  
Correo electrónico: herb@angel.umar.mx

## Introducción

El estado de Oaxaca presenta una extensión litoral de 597.51 km y se distingue por sus características fisiográficas, climáticas y oceanográficas particulares que permiten distinguir dos regiones: la zona al oeste de Puerto Ángel, con un litoral de características tropicales en la que predominan los acantilados bajos, bahías y puntas rocosas y en menor proporción playas arenosas y lagunas; y la zona del golfo de Tehuantepec que presenta en la parte occidental una costa formada de acantilados y bahías entre las que destacan las de Huatulco (Huerta 1978).

Las bahías de Huatulco se localizan entre los 15°35' y 15°45'N y entre los 96°00' y 96°15'O. La zona de las bahías está siendo sujeta a fuertes presiones debidas al desarrollo urbano y turístico y diferentes ecosistemas están siendo alterados de manera irreversible, por lo que es necesario caracterizarlas desde el punto de vista geográfico y ecológico para tener un mayor conocimiento de las playas que conforman las bahías y de los organismos distribuidos y registrados en ellas.

## Antecedentes históricos

A finales del siglo XV, Moctezuma I conquistó Huatulco convirtiéndolo en una fortaleza nahua. La población costera originalmente era chontal pero con el paso del tiempo fue invadida por zapotecas y mixtecas. El puerto tenía gran actividad ya que comerciaba con otras comunidades costeras, conformando una gran red transpacífica antes de que llegaran los europeos (Anónimo 2004).

Entre 1522 y 1523 el conquistador Pedro de Alvarado reconoció la importancia estratégica de la región y la reclama para Hernán Cortés, ya que la bahía de Santa Cruz estaba situada sobre una corriente que permitía el contacto con la costa hacia Sudamérica y con el otro lado del océano Pacífico. En 1528 Hernán Cortés confirmó a los aborígenes la posesión de sus tierras. Entre los años de 1540 y 1550 la línea costera de Huatulco comenzó a ser denotada en los mapas cartográficos europeos. A partir de entonces muchos barcos siguieron la ruta para llegar a las

bahías trayendo diversos productos y esclavos (Anónimo 2004).

La provincia de Huatulco fue establecida hacia el año de 1550, en la costa de Oaxaca, con cabecera en el Puerto de Huatulco (actualmente bahía San Agustín), de gran importancia marítima por su comercio con Centroamérica y Perú hasta 1578 cuando se abrió el Puerto de Acapulco al comercio con el Oriente (Porrúa 1986).

La jurisdicción de la provincia abarcó entre otras tierras las de Astatla (hoy Santiago Astata), Guamelula (hoy San Pedro Huamelula), Ecatepec, Pochutla, Suchitepec (actualmente Santa Ma. Xadani), San Miguel del Puerto y Tonameca (Porrúa 1986).

El puerto de Huatulco fue asaltado por piratas ingleses. En 1578 por Tomás Cavendish y en 1579 por Francis Drake. En 1578 Cavendish atracó en el puerto por sorpresa y al llegar al lugar observó que los indígenas veneraban una gran cruz de madera asentada en un pedestal de roca, la cual de acuerdo a las creencias de los naturales y a sus relatos, afirmaban que un venerable anciano barbado la había plantado a orillas del mar 15 siglos antes, entre los años 700 y 900 DC (Anónimo 1987).

Al ver que los pobladores veneraban esa cruz decidió destruirla por considerarla un ídolo, pero no lo logró ni con hachas, ni con sierras, ni con fuego. Entonces mandó atar la cruz con los gruesos calabotes con que amarraban su nave, para que, inflando las velas y jalando mar adentro, la arrancaran de golpe, pero los cables se reventaron y la cruz de madera quedó intacta en su pedestal de roca (Anónimo 1987).

En 1612 el obispo Juan de Cervantes hizo trasladar la taumaturga Cruz de Huatulco hacia Oaxaca, colocándola en una capilla de la catedral. Con un pedazo de ella mandó a hacer una pequeña para obsequiarla a Paulo V. En Oaxaca, los viernes de cuaresma, la Santa Cruz de Huatulco es trasladada al altar mayor mientras se canta el *Miserere* (Anónimo 1987).

El Virrey Diego Fernández de Córdoba, en 1616, ordenó que el lugar fuera abandonado y evacuado aunque la bahía siguió siendo utilizada por contrabandistas ya que la piratería no cesó sino hasta el siglo XVIII. En ese mismo año, el

alcalde mayor trasladó su sede tierra adentro al pueblo de Huatulco que habiendo sido atacado por piratas fue fundado de nuevo más al Noroeste donde hoy se localiza Santa María Huatulco. Posteriormente la cabecera de la provincia estuvo en Huamelula y más tarde en Pochutla. En el año de 1787 pasó a ser subdelegación de la Intendencia de Oaxaca. Antes de la Independencia, por el puerto de Huatulco entraron los libros prohibidos de la Revolución Francesa (Porrúa 1986).

La palabra Huatulco (del náhuatl *cahutl*= árbol, *coloa*= reverenciar y *co*= locativo) significa "Lugar en que se venera el árbol", significado que es una alusión a la cruz de madera como objeto de culto (Anónimo 1987). En la bahía La Entrega, el 20 de enero de 1831 se llevó a cabo la traición de Francisco Picaluga en contra de Vicente Guerrero. Además, en ésta bahía Benito Juárez estableció la Villa de Crespo en 1849 (Anónimo 1987).

En 1974 el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) inició un proyecto turístico en la zona. En 1982 se terminaron de pavimentar las carreteras de Miahuatlán-Pochutla y la costera del Pacífico con lo cual quedaron comunicados Puerto Escondido y Puerto Ángel. El inicio de la construcción del Aeropuerto Internacional inició en 1985 y culminó en 1987. En 1986 se inició la construcción de la red de agua potable, la planta de tratamiento de aguas negras, las líneas eléctricas, telefónicas y telegráficas (Anónimo 2004).

En 1996 se resalta el inicio y desarrollo de un proyecto arqueológico llamado "Bocana del Río Copalita" el cual contempla el resguardo de importantes vestigios prehispánicos ubicados en 14 hectáreas de terreno y cuyos asentamientos revelan una continuidad histórica que data del año 600 AC, hasta la época de la conquista, en 1521. Los vestigios fueron encontrados por Raúl Matadamas Díaz, en la desembocadura del río Copalita, a 10 km al oriente de la bahía de Santa Cruz Huatulco. Se localizó un juego de pelota de 24 m de longitud y en su parte norte, una piedra grabada que probablemente indica una fecha a partir de numerales inscritos en bajorrelieve. Se encontraron también piezas de cerámica con rasgos del Preclásico Temprano y algunas piezas

de mayor antigüedad, así como sellos, pesas para red, hechas de barro, conchas marinas y una gran cantidad de figurillas en las que se pueden observar distintos tipos de tocados (INAH 1996).

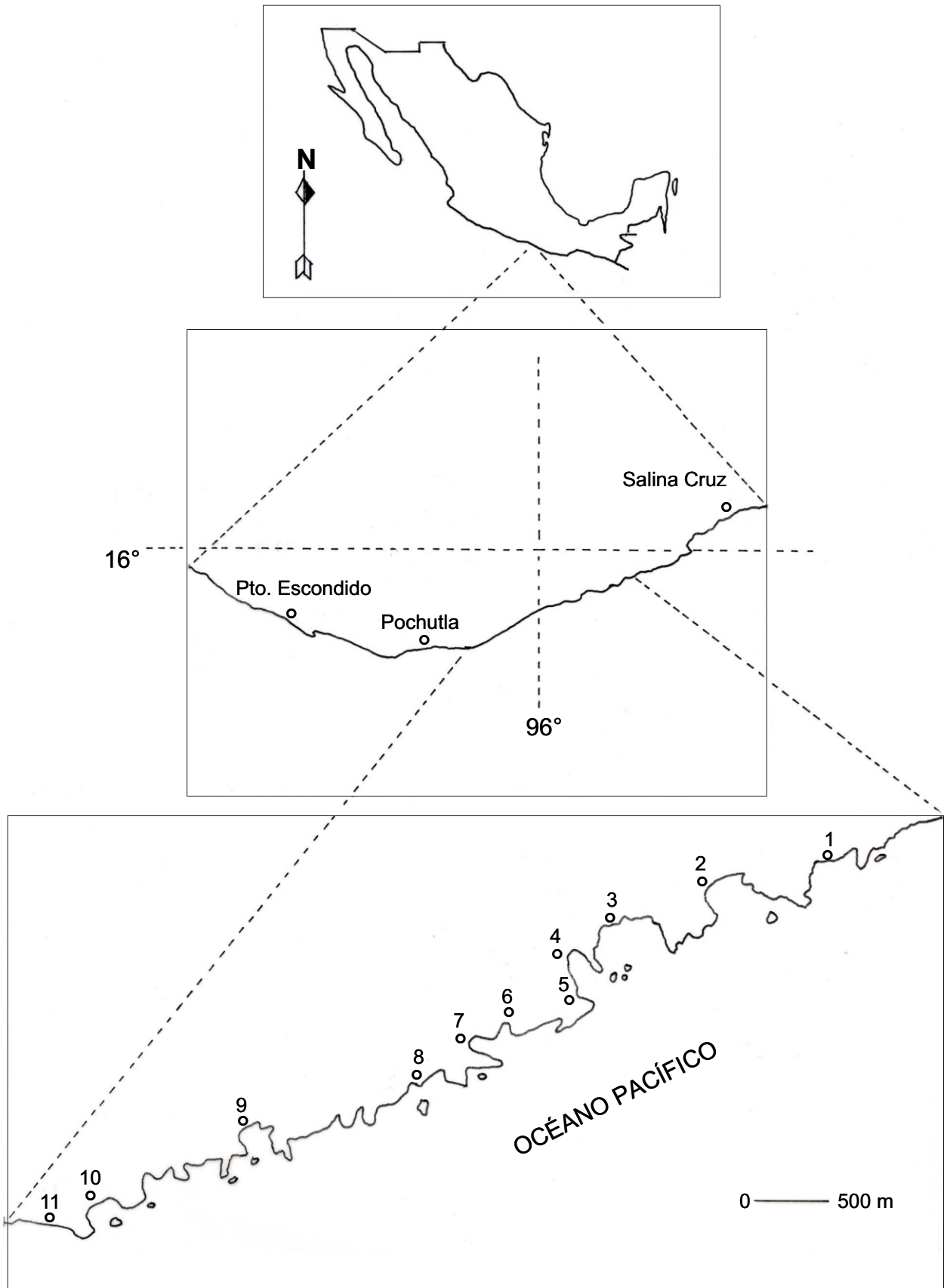
Además de los edificios cívico-ceremoniales, como terrazas concentradas en dos conjuntos habitacionales, hay una gran cantidad de piedras alineadas las cuales son cimientos de lo que alguna vez fueron casas con patios pequeños. Existe el interés por parte del municipio de Santa María Huatulco para construir un museo en el que se muestre la diversidad arqueológica que se resguarda en el lugar, debido a que es necesario la protección inmediata de esta zona la cual pudo ser el lindero del señorío de los mixtecos que reinaban en Tututepec (INAH 1996).

El Parque Nacional Huatulco (PNH) fue decretado como un área natural protegida el 24 de julio de 1998. tiene una superficie de 12,000 hectáreas de las cuales 5,000 son marinas y 7,000 son de selva mixta. Estudios preliminares registran en la zona 9,000 especies de plantas (más del 50% de las especies del país), 204 especies y subespecies de mamíferos (más del 40%), 701 especies de aves (más del 63%), 470 especies de reptiles (más del 26%) y 100 especies de anfibios (CONANP 2005).

En ese mismo año se crea el programa de manejo para el PNH, el cual es un instrumento de planeación que permite contar con elementos técnicos para el cuidado de los recursos naturales que busca sentar las bases para la articulación de los procesos de ordenamiento y conservación (CONANP 2005).

### **Descripción general de las playas de las bahías de Huatulco**

El complejo turístico de Huatulco abarca el desarrollo de diez bahías naturales (Fig.1). Incluye una franja de aproximadamente 35 km de longitud y una planicie costera de 7 km de ancho, la cual comprende un área de 24,500 hectáreas de terreno sumamente quebrado y accidentado. El área limita al sur con el litoral del Pacífico tropical mexicano, al norte con la carretera costera número 200, al oriente con el río Copalita y al



**Figura 1.** Bahías de Huatulco, Oaxaca. 1) Conejos, 2) Tangolunda, 3) Chahué, 4) Santa Cruz, 5) La Entrega, 6) Maguey, 7) Órgano, 8) Cacaluta, 9) Chachacual, 10) San Agustín y 11) Carrizalillo.



poniente con los bajos de Coyula. Se localiza a 40 km de Pochutla y a 120 km de Puerto Escondido. En las diez bahías que integran el complejo se ubican una gran cantidad de playas, ensenadas y caletas (FONATUR 1981).

La franja litoral que comprende las bahías se localiza en el municipio de Santa María Huatulco, distrito de Pochutla, entre los 15°35' y 15°45'N y los 96°00' y 96°15'O. Una superficie promedio de 7,305 hectáreas aproximadamente está considerada como propiedad comunal, la cual pertenece al Municipio de Santa María Huatulco (FONATUR 1981, 1982).

**Bahía Conejos:** La bahía tiene una longitud total de 1,100 m y una amplitud de 50 m lo que comprende un área total de 55,000 m<sup>2</sup>. Tiene medianas condiciones de acceso por mar y está comunicada al boulevard costero Benito Juárez por un camino de terracería de unos 100 m de largo. La arena es de textura fina y de color beige. La pendiente es suave y ligera del orden de 20°. Es una bahía semiabierta de oleaje medio a fuerte. Consta de tres playas: la principal que lleva el mismo nombre que la bahía Conejos y que tiene un área de 49,250 m<sup>2</sup>, Punta Arena con 100 m de longitud por 42.5 m de ancho y Tejoncito con una longitud de 75 m por 20 m de ancho. Punta Arena tiene un área de 4,250 m<sup>2</sup> y Tejoncito un área de 1,500 m<sup>2</sup>. En ésta última hay formaciones coralinas (FONATUR 1982, 1984).

**Bahía Tangolunda o Tangola Tangola:** Por sus características geográficas y mejores posibilidades de comunicación es una de las bahías más atractivas. La playa principal tiene una longitud de 1,360 m y un ancho de 40 m. El área total es de 54,400 m<sup>2</sup>. La arena es de textura fina y de color beige. La pendiente varía de 10° a 20°. Es una bahía semiprotegida, con una profundidad media de 16 m y oleaje tranquilo (FONATUR 1984, 1986, Porrúa 1986).

Las playas más importantes que la conforman son: La Guerrilla, Rincón Sabroso, Tangolunda, Manzanillo, Tornillo, Ventura y El Arrocito. En general, las playas son de arena fina y de color beige y de pendiente menor a 20°. El agua es cristalina, color turquesa y el oleaje es tranquilo.

Hay arrecifes coralinos en las playas Tangolunda, La Guerrilla, El Arrocito, en la Isla Montosa y en Risco Tapesco. En la Isla Montosa la profundidad es de 3.0 m a 5.8 m y de 15.3 m a 24.4 m en la parte oeste. En el Risco Tapesco hay una profundidad que varía de 9.1 m a 15.2 m (FONATUR 1982, 1986, Ramos Mantecón 1999).

**Bahía Chahué:** Es una bahía protegida por puntas rocosas y con una plataforma de roca en la parte central. La bahía Chahué tiene una extensión de 565 m y un ancho de 60 m aproximadamente. El área de playa es de 33,900 m<sup>2</sup>. La textura de la arena es semigruesa y es de color ocre. La bahía está integrada por tres playas: El Tejón, La Esperanza y Chahué. Playa Chahué tiene una longitud de 110 m por 70 m y un área de 7,700 m<sup>2</sup>. Su pendiente es mayor de 25° y la arena es fina y de color ocre. El oleaje es fuerte y la profundidad es considerable, de 14 a 20 m. En ésta última se presentan corrientes submarinas (FONATUR 1982, 1984, 1986).

**Bahía Santa Cruz Huatulco:** Las playas que la forman son: Santa Cruz, Yerbabuena y La Entrega. La playa Santa Cruz tiene 30 m de ancho y 453 m de longitud. Presenta un área de 13,590 m<sup>2</sup>. La arena es de grano fino a medio y la pendiente es suave del orden de 5°. El agua es cristalina y templada. La profundidad varía de 24.4 a 25.9 m y el oleaje es tranquilo. Se distinguen en esta playa formaciones coralinas (FONATUR 1981).

La playa La Entrega es una bahía cerrada protegida por puntas rocosas, en la que hay arrecifes coralinos. El acceso es por un camino asfaltado hasta los estacionamientos públicos o por lancha. Tiene el oleaje más tranquilo de las tres playas que integran la bahía Santa Cruz. Mide 25 m de ancho y 280 m de longitud, con un área de 7,000 m<sup>2</sup>. La pendiente es menor de 30° y la arena es de grano fino y de color claro. El agua es transparente y templada. La profundidad es del orden de 7.6 a 9.1 m (FONATUR 1981, 1982).

**Bahías Maguey y el Órgano:** Son dos bahías que están unidas. El acceso es por un camino pavimentado. La bahía Maguey cuenta con una

playa que lleva el mismo nombre con dimensiones de 20 m de ancho por 400 m de longitud con un área es de 8,000 m<sup>2</sup>. La pendiente es casi plana. La arena es de grano fino y de color blanco, el oleaje es suave y el agua es cristalina. La profundidad varía de 4.0 a 33.0 m (FONATUR 1981, 1982).

La bahía El Órgano con una playa del mismo nombre. Tiene 20 m de ancho por 240 m de longitud y un área de 4,800 m<sup>2</sup>. Las características son similares a las de Maguey, excepto por el oleaje que es más débil. En ambas playas hay arrecifes coralinos (FONATUR 1982, 1984).

Bahía Cacaluta: Es una bahía abierta en forma de corazón. Su nombre proviene de la raíz náhuatl *cacalotl* que significa "águila negra". El acceso por tierra es difícil y está sujeto a la autorización de la administración del PNH, lo mismo que por mar, por donde el acceso es rápido y fácil. Frente a la única playa de esta bahía se encuentra una isla que tiene arrecifes coralinos y que la protege totalmente de los vientos dominantes. La playa es de aproximadamente 50 m de ancho por 1,150 m de longitud, con un área de 57,500 m<sup>2</sup>. La arena es de grano grueso y de color ocre. La pendiente es 20°. El agua es templada y la profundidad llega a ser de 36.6 m. El oleaje es fuerte (FONATUR 1981, 1982).

Bahía Chachacual: Cuenta con dos frentes de playa, uno que lleva el mismo nombre que la bahía y otro llamado La India. La playa de Chachacual tiene una longitud de 500 m y un ancho de 300 m con un área total de 150,000 m<sup>2</sup>. La pendiente es casi plana y convexa y el agua es cristalina. El oleaje es suave y el único acceso es por mar, previa autorización de la administración del PNH. La profundidad es considerable, de unos 30 m, aproximadamente (FONATUR 1982).

Bahía Carrizalillo: Es una de las bahías más pequeñas, también forma parte de las áreas naturales del PNH. Colinda con la bahía San Agustín y sus características son semejantes a la mayoría de las playas del complejo turístico. Consta de 2 playas: Playa Arenal y Playa Coyote, que forman parte de la zona de Los Bajos del

Arenal. Son playas abiertas que no están protegidas por puntas rocosas, se localizan donde desemboca el río San Agustín. Su acceso es por carretera y la pendiente es de 25° a 30°. En Playa Coyote se localiza el Risco Coyote con profundidad de 9.1 m a 27.4 m (FONATUR 1982, Ramos Mantecón 1999).

Coyula: Es otra de las playas importantes de Huatulco. Es una playa abierta y se encuentra en la zona denominada Bajos de Coyula. Se localiza a 6 km de la carretera costera número 200. La pendiente del terreno oscila entre los 20° y los 30° (FONATUR 1982).

Bahía San Agustín: Es la última de las diez bahías que forman el complejo de Huatulco. Cuenta con una playa que lleva el mismo nombre la cual está protegida por islas rocosas con farallones entre las que sobresale la isla San Agustín. La pendiente es nula y convexa. La arena es de grano medio. El oleaje es débil a moderado y hay gran cantidad de arrecifes de coral (FONATUR 1982).

### Características climáticas

La superficie promedio de las playas que forman las bahías de Huatulco es de 7,305 hectáreas aproximadamente. La temperatura media anual registrada en los últimos diez años es del orden de 27.6°C, la máxima variación se presenta en enero con 25.6°C y en el mes de mayo con 29.8°C, por lo que predomina un clima de tipo Aw<sup>''</sup>(w)ig que corresponde al cálido subhúmedo, el más seco con lluvias en verano, presenta canícula en el mes de julio, con porcentaje de lluvia invernal menor al 5%, isotermal, con oscilación térmica menor de 5°C y marcha anual de temperatura tipo Ganges (García 1988).

La precipitación pluvial anual es de 1,087 mm ocurriendo en abril la precipitación mínima (2.4 mm) y la máxima en junio (276.7 mm) de acuerdo al período de lluvias que sucede de mayo a octubre. El mes de mayor evaporación corresponde a junio con un 70%, siendo el mínimo anual promedio de 66.7% (SRH 1976, FONATUR 1981).

Los vientos dominantes son los del sur, manifestándose algunas variaciones al noreste en marzo y al noroeste en abril y diciembre. Su velocidad oscila entre 5.5 a 7.9 m/seg durante todo el año.

En mayo y octubre se manifiestan ciclones, huracanes o bien, tormentas eléctricas tropicales que tiene su origen entre los 10° y 15°N. Sus trayectorias son erráticas y muy pocos de ellos llegan a incidir en las costas del estado. El promedio anual de la temperatura del agua de mar en su superficie es de 26.4° C, la mínima es de 22.4°C en diciembre y 29°C en agosto (FONATUR 1981).

### Radiación solar

Los valores máximos de radiación se presentan de abril a junio con 524 langley (ly). Un langley es una constante solar que equivale a 1.94 cal/gr/cm<sup>2</sup>/min. A partir del mes de julio empieza a decrecer paulatinamente hasta que se alcanzan valores de 400 ly/día<sup>-1</sup> en diciembre y enero y a partir de febrero tiene un aumento muy marcado ya que sólo en tres meses llega a sus valores máximos. Por estaciones, la radiación solar promedio se presenta con mayor intensidad durante primavera con 525 ly/día<sup>-1</sup> y así continúa hasta el otoño e invierno cuando se tiene un valor mínimo de 400 ly/día<sup>-1</sup> (Galindo & Chávez 1977).

### Características topográficas e hidrológicas

Topografía: El terreno es abrupto y accidentado, la zona más alta se encuentra hacia el oeste. Las alturas varían desde el nivel del mar hasta los 100 m. Se definen cuatro zonas que configuran el terreno:

- 1) Playas o formaciones de menor altura, algunas de ellas rodeadas por anfiteatros y lomeríos.
- 2) Acantilados y Farallones, que se localizan a todo lo largo del litoral.
- 3) Valles de pendientes suaves que se presentan en las zonas de bajos.
- 4) Lomeríos cuya altura máxima es de 100 m sobre el nivel medio del mar (snm). Algunos de

ellos presentan pendientes mayores a 45° en las laderas y de 10° a 45° en la parte superior.

Hidrología: En el área de Huatulco el río Copalita es el más importante, nace en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur y desemboca en el océano Pacífico. Es un escurrimiento perenne que presenta flujos de descarga todo el año, con un caudal mínimo registrado de 3.6 m<sup>3</sup>/seg, su salida al mar se regula mediante una barra de arena que se rompe cuando se presentan precipitaciones extraordinarias esporádicas y abruptas lo que condiciona en sus riberas la manifestación de diferentes patrones de distribución de una vegetación muy diversa (FONATUR 1981, 1986).

La cuenca del río Copalita tiene una superficie de 2,110 km<sup>2</sup>, se origina en el río Copala que nace a elevaciones del orden de los 2,250 m snm en un lugar próximo a La Victoria y El Progreso y en su primer tramo desciende con dirección general hacia el sur por unos 9 km en un curso serpenteante cercano a la carretera Oaxaca-Puerto Ángel, después cambia al este-sureste con el nombre de Copalita en un tramo sinuoso con longitud de 35 km donde recibe por su margen izquierda tres afluentes muy importantes: San Sebastián o La Venta, San Cristóbal y Yuviaga, a partir de la confluencia con éste último cambia de dirección y sigue con rumbo general hacia el sureste, en un cauce, también sinuoso, que corta la carretera que va de Pochutla a Santa María Xadani y prosigue hacia el mar donde descarga a la altura de playa La Arena, también llamada El Arenal, en Huatulco, después de recorrer una distancia de 25 km formando una barra en la desembocadura (Castillo *et al.* 1997).

De acuerdo al trabajo realizado en el Proyecto Interdisciplinario del Medio Ambiente y Desarrollo Integral (FONATUR 1994), el escurrimiento anual del río Copalita es de 1,113 Millones de metros cúbicos (Mm<sup>3</sup>), con un máximo de 2,496 Mm<sup>3</sup> y un mínimo de 519 Mm<sup>3</sup>. Otros valores de escurrimiento presentados por la Comisión Nacional del Agua, en mayo del año 2000, son el escurrimiento medio anual aforado en estación hidrométrica (EAEH) = 871 Mm<sup>3</sup> y el escurrimiento medio anual virgen en la corriente (EVC) = 950 Mm<sup>3</sup> (CONAGUA com. pers. 2000).

El importante caudal del río Copalita carece de obras de infraestructura que permitan su conservación como cuenca, así como de su aprovechamiento para las actividades productivas y el consumo doméstico, a pesar de que representa la principal fuente de abasto de agua para el complejo turístico de bahías de Huatulco.

Los afluentes que se incorporan al río Copalita por la margen derecha tienen desarrollos sumamente cortos, debido a la intrincada topografía de la zona y a la escasa planicie costera, con pendientes muy pronunciadas y áreas de captación reducidas, ya que el cauce corre muy cerca de la Sierra que en ésta parte desciende muy rápidamente, desde sus crestas hacia el río, por lo que los escurrimientos son pequeños. El río Copalita tiene marcadas variaciones de la lluvia media en la cuenca, por lo que los escurrimientos mínimos suceden a finales de abril y los máximos durante el mes de septiembre (Castillo *et al.* 1997).

Se localizan también descargas pluviales de temporada en las laderas de los cerros con pendiente fuerte. Existen varios esteros, que son producto de depresiones en el terreno y de dunas de playa que se localizan en la salida al mar y frente a los valles (SRH 1976, FONATUR 1981).

## Vegetación

Es característica de las zonas cálido-subhúmedas. Se manifiesta la selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia. Las especies dominantes son de tipo arbóreo y arbustivo. Generalmente el terreno está cubierto principalmente por malezas semiarbustivas y matorrales espinosos (Rzedowski 1978).

En la parte superior de las cimas cerriles se encuentra la selva baja caducifolia como dominante, principalmente en el estrato arbóreo y arbustivo. Junto con esta selva pero en un nivel más bajo se localiza la selva mediana subcaducifolia, la cual ocupa el fondo de las hondonadas y valles donde existe mayor humedad, tanto en el suelo como en la atmósfera. Existen otros tipos de vegetación como la selva baja espinosa, matorral espinoso (vegetación xerófila), vegetación riparia, vegetación hidrófila

y vegetación halófila (Rzedowski 1978).

La vegetación costera recubre y fija las dunas de arena mediante un estrato vegetal formado por pastizal salino en la parte inferior y vegetación halófila en la superior. En las inmediaciones del río Copalita, la vegetación es de tipo palustre y está constituida por plantas de bambú, palmeras y carrizales (Rzedowski 1978, FONATUR 1981). Los cultivos de árboles frutales que ocupan terrenos aluviales aprovechan la humedad del nivel freático para su explotación (Pennington & Sarukhán 1968).

**Selva baja caducifolia:** Ocupa la mayor parte de las elevaciones mayores que forman parte de los macizos cerriles. Está condicionada por factores físicos de temperatura y precipitación. La selva no resiste temperaturas menores a 0°C. Las óptimas son entre 20°C y 30°C. Este tipo de selva requiere de una época de sequía bien marcada y con una precipitación anual inferior a 1,200 mm. La altura es entre 8 y 15 m y los árboles presentan copas convexas y planas (Pennington & Sarukhán 1968, Rzedowski 1978). El diámetro de los troncos es menor de 50 cm. Hay pérdida de las hojas durante un período de 6 a 8 meses en la temporada seca de la mayoría de los árboles (75-100%). El color del follaje es café claro en sequía y verde en época de lluvias (Pennington & Sarukhán 1968). Las especies características son (nombre común entre paréntesis):

*Bursera* Jacq. ex L. Familia Burseraceae (Chupandia).

*Ceiba aesculifolia* (HBK.) Britt. & Rose. Familia Bombacaceae (Pochote).

*Erythrina* Linnaeus. Familia Fabaceae (Colorín).

*Ipomoea wolcottiana* Rose. Familia Convolvulaceae (Cazahuate).

*Jacaratia mexicana* A. D.C. Familia Caricaceae (Bonete).

*Lysiloma* spp Benth. Familia Leguminosae (Tepeguaje)

*Pseudobombax palmeri* (S. Watson) Dugand. Familia Bombacaceae (Amapola).

**Selva mediana subcaducifolia:** Es una vegetación que requiere de mayores cantidades



de humedad, tanto en el suelo, como en la atmósfera. Una sequía prolongada de cinco a siete meses provoca que entre un 50 y 70% de los componentes de esta selva pierdan las hojas, permaneciendo el resto de la vegetación de color verde (Rzedowski 1978). En época de lluvias es densa y cerrada comparable a la de la selva perennifolia. La altura media es entre 15 y 20 m. Los troncos de los árboles llegan a tener hasta 1 m de diámetro (Pennington & Sarukhán 1968, Rzedowski 1978). Las especies más típicas y características son las siguientes:

*Brosimum alicastrum* Swartz. Familia Moracaceae.  
*Bumelia persimilis* Hemsl. Familia Sapotaceae.  
*Bursera simaruba* (Jacq.) Sarg. Familia Burseraceae.  
*Enterolobium ciclocarpum* (Jacq.) Griseb. Familia Leguminosae (Parota).  
*Ficus americana* Aubl. Familia Moracaceae.  
*Ficus padifolia* Kunth. Familia Moracaceae.  
*Godmania aesculifolia* (H.B.K.) Standl. Familia Bignoniaceae.  
*Hymenaea courbaril* Linnaeus. Familia Fabaceae (Guapinol).  
*Licania arborea* Seem. Familia Chrysobalanaceae.  
*Manilkana zapota* Linnaeus. Familia Sapotaceae (Níspero).

Selva baja espinosa y matorral espinoso: Este tipo de vegetación se instala principalmente en las partes bajas. Esta formación está representada por árboles espinosos asociados con cactáceas. La altura promedio es de 4 a 8 m y se ramifican desde la base teniendo un dosel unitario en las zonas bajas y un dosel abierto en las partes cerriles y montuosas (Pennington & Sarukhán 1968, Rzedowski 1978).

### Geomorfología

De acuerdo a los datos proporcionados por FONATUR (1981) las unidades geomorfológicas son: aluvión, duna, estero, lomeríos y playas.

Aluvión: Comprende los depósitos en los abanicos de influencia de los arroyos que se abren en dirección al mar, ligeramente más elevados y con características topográficas y de drenaje más

o menos uniformes. Superficialmente se encuentra una mezcla de arena, limo o arcilla de plasticidad baja a media, constituida por un porcentaje mayor de materiales finos.

Duna: Forma una especie de cordón litoral, de diversas extensiones, integradas por depósitos eólicos de arenas de grano fino limitadas en longitud por formaciones rocosas o lomeríos.

Estero: En los sitios del litoral donde el escurrimiento pluvial se concentra y rompe con cierta periodicidad el cordón de dunas, se han formado esteros de dimensiones reducidas. Las pendientes son muy suaves y la vegetación es característicamente hidrófila cuyos ejemplos más típicos son *Rhizophora mangle* Linnaeus, *Laguncularia racemosa* (Linnaeus) Gearth y *Avicennia germinans* (Linnaeus) Linnaeus. Existe también vegetación halófila o halófita la cual es característica de suelos con altas concentraciones de sales solubles y cuyas especies más características son: *Diodia crassifolia* Benth., *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. y *Jouvea pilosa* (J. Presl.) Scribn. como plantas herbáceas y como plantas arbustivas existen los ejemplos de *Acacia cymbispina* Sprague & Riley, *Acanthocereus pentagonous* (Linnaeus) Hummelinck y *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. (Rzedowski 1978).

Lomeríos: Comprende las estribaciones de la Sierra así como varios cerros aislados. Se incluyen rocas de forma caroscópica (aglomeradas), tobas y piedras volcánicas. Las pendientes son mayores al 35%.

Playa: La importancia de las playas se evalúa de acuerdo a sus pendientes de inclinación, longitud, amplitud, granulometría y oleaje.

### Geología

El área de estudio se encuentra comprendida en la provincia denominada Sierra Madre del Sur la cual comprende la región costera de la República Mexicana desde la parte sur del estado de Jalisco hasta el istmo de Tehuantepec (Carranza 1975).

La provincia se encuentra limitada al norte por el Sistema Volcánico Transversal y las cuencas Morelos-Guerrero y Tlaxiaco, al sureste por la Sierra Madre de Juárez y al oriente por la provincia sureste del país. La zona se caracteriza por la presencia de cerros y lomeríos que terminan abruptamente en acantilados en el mar (FONATUR 1981).

Los valles son escasos y su tamaño reducido. La región está representada por una cadena montañosa que ocupa la parte meridional de las tierras altas centrales. Localmente afloran rocas ígneas y metamórficas, predominando los gneisses, granitos, esquistos, cuarcitas y filitas, las cuales son las rocas más antiguas que pertenecen al Complejo Basal Metamórfico del Paleozoico, con una edad que fluctúa entre 1 y 13 millones de años (=MA) (FONATUR 1984). En general, las rocas en el área corresponden a diversos períodos geológicos:

**Precámbrico:** Esta secuencia de rocas es de gneisses bandeados en facies de granulita o transición granulita-anfibolita. Se advierten cambios laterales de gneisses y granitos en distancias de sólo unos metros (Carranza 1975, FONATUR 1984).

**Paleozoico:** Se presentan esquistos cloríticos con pequeñas variaciones a esquisto con textura en forma de talco, es una secuencia de rocas meta-sedimentarias con pequeñas foliaciones y de color pardo oscuro lustroso. Los esquistos se encuentran plegados y afallados por lo que no se puede determinar su espesor. Estas rocas se conocen como Formación Acatlán encontrándose discordantemente sobre los gneisses que forman el basamento Precámbrico, las cuales se localizan en los macizos cerriles, siendo sumamente intemperizadas, fracturadas e intrusionadas por diques de diferentes materiales (Carranza 1975, FONATUR 1986).

Relacionado lateralmente con la formación Acatlán se encuentran esquistos y gneisses de biolita, del Paleozoico Inferior por lo que recibe el nombre de Complejo Xolapa. Discordante sobre el Complejo Xolapa, descansa la formación Ixcuintoyac que consiste principalmente de

cuarcitas y filitas impuras, constituyendo éstas últimas, el cuerpo principal de la formación. Estas rocas se encuentran muy plegadas y metamorfizadas (Carranza 1975, FONATUR 1984, 1986).

**Reciente:** La formación más joven de la zona está representada por sedimentos clásticos (arenas y gravas) que se encuentran depositadas sobre las terrazas marinas o como rellenos aluviales de algunos valles reducidos (Carranza 1975). Localmente afloran los gneisses, esquistos y cuarcitas así como filitas desde la bahía de Cacaluta, hasta la de Tangolunda produciéndose un cambio lateral de facies en ésta parte hacia granitos los cuales se encuentran alterados y fracturados en los afloramientos cercanos al río Copalita (Carranza 1975, FONATUR 1981).

En el cordón litoral las rocas existentes pertenecen a la era Mesozoica, generalmente son metamórficas e ígneas intrusivas ácidas (granitos) y tienen una edad de 1 a 13 MA. Los granitos son permeables y constituyen las fronteras laterales e inferiores de los acuíferos, están formados por granodioritas, tonalitas, y un cuerpo granuloso con características de batolito, asociado con pequeños diques con formas abruptas. Las rocas sedimentarias clásticas están formadas por areniscas y argilitas y las rocas metamórficas del Paleozoico (con una edad de 13 a 30 MA) son las más antiguas de la región (FONATUR 1986).

## Sismicidad

En general, la Sierra Madre del Sur es una de las grandes unidades morfoestructurales que forman la zona montañosa de la costa suroeste y sur de la República Mexicana. El litoral del Pacífico sur es parte de una unidad morfotectónica que comprende la línea de costa que va desde Puerto Vallarta, Jalisco hasta Salina Cruz, Oaxaca (Carranza 1975).

El límite frontal del litoral lo constituye una plataforma continua muy estrecha paralela a la Trinchera Mesoamericana. Lo anterior sugiere que son costas de colisión continua, así como costas primarias, por depositación de material

fluvial y secundarias por la erosión del oleaje que mueve y deposita material formando playas de barrera (Figuroa 1967, FONATUR 1984).

Todo el litoral de la Sierra Madre del Sur está sujeto a levantamientos diferenciales motivados por la subducción de la gran Placa de Cocos que, fallada se subdivide en microplacas continentales denominadas: Tamayo, Siqueiros, Clipperton, Orozco y Rivera. La introducción de las placas por debajo de la Placa Americana provoca que localidades distintas del continente y, particularmente del litoral, experimenten levantamientos con diferente ritmo y velocidad provocando que localmente existan hundimientos (FONATUR 1984). El proceso de subducción se realiza aparentemente con mayor facilidad en el frente noroeste de la placa, que en la parte sureste donde la resistencia a la penetración que opone la Placa Americana es mayor (Figuroa 1967, Carranza 1975).

El litoral donde se ubica Huatulco, es un litoral de emersión sujeto a una intensa dinámica, tanto tectónica, por las fuerzas geológicas internas que levantan, deforman y rompen las morfoestructuras, como erosiva, por las acciones de la abrasión marina provocada por el impacto del oleaje que libera una elevada energía cinética directamente sobre las rocas (FONATUR 1984). Se determina el área como de alto riesgo sísmico y, según Figuroa (1967) las magnitudes de los movimientos telúricos son de 5° a 7° en la escala de Richter. Sus focos se localizan en su mayoría por arriba de los 60 km de profundidad. Entre los años de 1927 y 1956 se manifestaron en total 1,188 eventos con una intensidad superior a los 5° (casi un movimiento sísmico por semana). En 1978 ocurrió un terremoto de 7.5° con un epicentro localizado entre los 15°81'N y 96°81'O; es decir, entre las localidades de Puerto Escondido y Puerto Ángel (Cervantes 1989, FONATUR 1984).

El 30 de septiembre de 1999 a las 11:31 AM ocurrió un sismo de magnitud 7.4° en la escala de Richter a 24.1 km al nor-noroeste de Puerto Ángel entre los 15.89°N y los 97.07°O, el cual tuvo una duración de 41 segundos. El epicentro se localizó a 80.5 km al sur de Puerto Escondido, a 50 km de profundidad y a 56.3 km al norte de Puerto Ángel (Servicio Sismológico Nacional, com. pers.).

La zona tiene una predicción sísmica a largo plazo altamente positiva. La predicción a largo plazo es aquella basada en antecedentes geológicos, geofísicos y otros, define una zona de interés en la cual, en un plazo de 5 a 10 años pudiera llegar a ocurrir un terremoto. Asimismo el riesgo sísmico es elevado y se considera como la probabilidad de que ocurra un terremoto o un temblor de una magnitud no mayor en un período determinado. Se postula una recurrencia de fenómenos sísmicos de una magnitud mayor de 7° en periodos de 50 años (FONATUR 1984).

### **Línea costera**

La línea de contacto entre el mar y la tierra se caracteriza por la conformación de bahías alternadas con puntas rocosas y penínsulas montañosas. La presencia dominante de un cantil costero rocoso, y una serie de playas de diversos tamaños, cuyas características han sido en gran medida determinadas por la acción abrasiva del mar y los vientos. El cantil costero tiene alturas de hasta 35 m y una fuerte pendiente mayor de 45° mientras que las playas presentan características muy variadas, con longitudes relativamente escasas (500 m como máximo) y la amplitud media que varía de 20 a 50 m. Los materiales que conforman el sustrato de las playas son arenas de colores claros y de texturas finas a medias, si bien existen algunas que son pedregosas; la pendiente de las bahías tiende a ser reducida, mientras que en las playas más expuestas es muy acentuada (FONATUR 1986). El oleaje y las corrientes presentan condiciones diversas existiendo algunas playas peligrosas como lo son Cacaluta, Conejos, Chahué y Copalita (Cervantes 1989, FONATUR 1986).

### **Oleaje**

En la zona el oleaje sigue un patrón perpendicular a la línea de costa con modificaciones locales debidas principalmente a las laderas de arrecifes que actúan como rompeolas naturales. La mayoría de las playas presentan oleaje de altura media o baja, lo que corresponde a olas de 2 m y menos de 1 m, respectivamente, y de forma

particular el oleaje es tranquilo en los lugares más protegidos de las bahías: las playas que presentan oleaje fuerte es debido a que no presentan protección natural y en ellas la textura de la arena es de grano grueso y la pendiente es mayor de 30°. En la desembocadura del río Copalita, el oleaje es muy fuerte debido a las turbulencias causadas por las corrientes del agua. En época de tormentas, el oleaje se modifica en la zona de dunas, con olas de 3 a 7 m, llegando a sobrepasar estos valores en las zonas que tienen condiciones de mar abierto (FONATUR 1986).

### Batimetría

La pendiente general del fondo submarino en la zona inmediata a la línea de costa es escasa con valores de 8° y 22° alcanzando profundidades de 45 m a distancias de 200 y 500 m de la línea de costa. En general, la pendiente es menor en las bahías y en las desembocaduras de ríos y arroyos debido a los materiales transportados y a la fisiografía del terreno. La zona interior de mayor profundidad es la poza de Tangolunda, con un valor de 35 m. Las bocas de las bahías presentan una profundidad que varía entre los 10 y los 20 m (FONATUR 1984, 1986).

### Corrientes

Las corrientes más importantes son las del sistema general del Pacífico norte, que corren con dirección norte-sureste en invierno, en verano el sistema dominante es el de las contracorrientes costeras con dirección del sur al noroeste. Estas corrientes se manifiestan localmente con dirección hacia el nor-noreste la mayor parte del año y hacia el sur-sureste en invierno. Del interior de las bahías se conservan corrientes hacia mar abierto, mientras que en la zona de arrecifes, canales entre islas y costa y desembocaduras de ríos y arroyos se observan turbulencias y corrientes cruzadas. El efecto de resaca es, en general; moderado, salvo en las zonas abiertas en donde la profundidad varía de 24.4 a 25.9 m (FONATUR 1986).

En la bahía de Santa Cruz se localiza una corriente que se dirige hacia la costa de

Sudamérica y es provocada por vientos provenientes del nor-noreste con velocidades de 2.2 nudos (Secretaría de Marina 2000).

### Medio submarino

El medio submarino constituye una unidad compleja en la que se distinguen las zonas de aguas someras o poco profundas que van de los 0.5 a 1.5 m y las áreas exteriores de mar abierto y aguas profundas cuyos valores varían de 14 hasta 40 m (FONATUR 1986, Ramos Mantecón 1999). En el sector de aguas profundas existen, como subunidades, las partes de máxima y de menor profundidad, con diferentes grados de penetración de la luz solar y distinta composición faunística. Por otro lado, la zona de aguas poco profundas próxima a la costa presenta como subunidades las zonas de arrecifes rocosos, las formaciones coralinas, las comunidades de moluscos y decápodos, la zona de la desembocadura del río Copalita, la zona de la poza de Tangolunda, las zonas de fondos arenosos y rocosos y las zonas de la franja intermareal. Estas subunidades se distinguen entre sí por sus características físicas y por sus diversas composiciones de flora y de fauna marinas (FONATUR 1986).

La primer nota sobre corales en la zona fue de Palmer, en 1928, quien registró tres especies de corales y puntualizó algunas características generales de los arrecifes locales de esta zona. Más tarde Geisert, en 1975, confirma la presencia de otras dos especies de coral al igual que Rodríguez (1989). Recientemente, Glynn & Leyte Morales (1997) y Leyte Morales (1997) han mencionado todas las áreas arrecifales localizadas al noreste del golfo de Tehuantepec y han elaborado un listado de especies con la finalidad y el objetivo claro de demostrar la necesidad urgente de la conservación de éstos ecosistemas biológicos.

Fuera de la zona de bahías de Huatulco, en el área de Panteones, Ixtacahuite y La Guacha se han encontrado siete especies de corales: *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758), *Pocillopora capitata* Verrill, 1864, *Pocillopora meandrina* (Dana, 1846), *Pocillopora verrucosa* (Ellis & Solander, 1786), *Pocillopora* sp., *Pavona gigantea* Verrill, 1869 y



*Porites panamensis* Verrill, 1866. La especie más abundante en todas las localidades es *P. damicornis*, seguida por *P. capitata*, las cuales se distribuyen de 1 a 10 m de profundidad (Reyes Bonilla & Leyte Morales 1998).

Los arrecifes coralinos de Huatulco han mostrado ser una de las comunidades con mayor riqueza de especies de coral del Pacífico tropical mexicano. En las zonas someras de menos de 5 m de profundidad es muy abundante el coral ramificado *Pocillopora* Lamarck, 1818 que a su vez proporciona un hábitat para diversos grupos zoológicos, entre los que destacan los crustáceos estomatópodos y decápodos (Hernández *et al.* 2000).

Otros trabajos que se han realizado en la costa oaxaqueña han aportado datos generales de las características de los arrecifes. Rodríguez (1989) caracterizó dos comunidades bénticas en las zonas rocosas de la bahía El Maguey, en Huatulco y Puerto Ángel, obteniendo datos sobre abundancia, distribución y diversidad de macroinvertebrados y macroalgas. En 1994 Mitchell-Arana estableció la delimitación del arrecife de la bahía La Entrega y elaboró un listado de las especies que integran la comunidad béntica.

El litoral de las bahías de Huatulco está conformado por un corredor costero en el que se encuentran varias comunidades arrecifales, las cuales están asociadas principalmente a bahías e islas, en zonas protegidas del oleaje. Los arrecifes coralinos de las playas La Entrega, en la bahía de Santa Cruz, de playa Riscalillo y San Agustín, así como las placas coralinas de las islas Cacaluta y Montosa están formadas por tres especies de corales duros que ofrecen una amplia gama de atractivos biológicos, dada la gran cantidad de organismos vivientes que encuentran en los arrecifes el hábitat ideal y la profundidad óptima para el crecimiento y expansión de este ecosistema (Ramos Mantecón 1999).

Es común observar cardúmenes de peces *Prionurus laticlavius* (Valenciennes, 1846), se conocen cuatro especies diferentes de morenas entre las que se distingue por su abundancia la moteada *Muraena lentiginosa* Jenyns, 1842, la verde *Gymnothorax funebris* Ranzani, 1840, la

listada *Gymnomuraena zebra* (Shaw, 1797) y la parda *Gymnothorax castaneus* (Jordan & Gilbert, 1882) (Allen & Robertson 1994, Ramos Mantecón 1999). Se ha descrito al menos una especie de serpiente marina *Myrichthys maculosus* Cuvier, 1817 y del tiburón gata *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788), diversas especies de cangrejos, crustáceos, bivalvos, poliquetos tubícolas, nudibranquios, caballitos de mar y erizos. La profundidad en éstas áreas no excede los 7.6 m (Allen & Robertson 1994, Mitchell-Arana 1994, Gómez *et al.* 1997, Ramos Mantecón 1999).

Los acantilados se extienden bajo la superficie hasta una profundidad promedio de 30.4 m, aunque en algunas zonas el fondo arenoso puede ubicarse hasta los 40 m. En el fondo marino encontramos la mantarraya gris *Dasyatis americana* Hildebrand & Schroeder, 1926, la manta amarilla *Urobatis concentricus* Osborne & Nichols, 1916, la guitarra *Rhinobatus hynnicephalus* Richardson, 1846 y el torpedo *Narcine entemedor* Jordan & Starks, 1895 (Allen & Robertson 1994, Ramos Mantecón 1999).

El desarrollo de los corales y la zonación en los arrecifes de Puerto Ángel son el resultado de las condiciones térmicas adecuadas, ya que la temperatura mensual promedio no es menor a los 27°C, lo que posibilita que estas comunidades arrecifales sean comunes en el área. La presencia de fondos arenosos al sur y al norte de Puerto Ángel y de las corrientes de surgencia en el golfo de Tehuantepec actúan como fuerzas aislantes que limitan el arribo larval y restringen el número de especies de coral (Glynn & Leyte Morales 1997).

A lo largo de 26 km de línea costera que conforman las bahías de Huatulco, se presentan numerosos arrecifes de coral en los que se han registrado 12 especies de corales hermatípicos zooxantelados, pertenecientes a cuatro géneros: *Pocillopora*, *Porites* Link, 1807, *Pavona* Lamarck, 1801 y *Psammocora* Dana, 1846 (Glynn & Leyte Morales 1997).

Hay 17 arrecifes que se localizan entre el río Copalita al noreste de Huatulco y bahía San Agustín, ubicada hacia el noroeste, con profundidad promedio de 2 a 14 m. Su despliegue máximo varía de 58 m de largo X 58 m de ancho

hasta 283 m X 355 m. Los perfiles topográficos del arrecife sugieren que los constructores del esqueleto arrecifal vertical varían de 1 a 5 m de grosor. Gran parte del desarrollo arrecifal ocurre en lugares protegidos con un oleaje suave que estimula el crecimiento del esqueleto de corales pocilopóridos. En sitios algo expuestos, 2-3 m de altura, surgen canales que disectan el resguardo de las pendientes del arrecife (Glynn & Leyte Morales 1997).

En febrero de 1996 se detectó un enfriamiento repentino en la base de un arrecife de 8 m, durante la temporada de surgencias (noviembre-abril), bajando la temperatura de 24°C a 20°C. Tres de los 17 arrecifes murieron debido a la erosión y se alcanzaron altas densidades poblacionales de erizos de la especie *Diadema mexicanum* Agassiz, 1863. Los reclutamientos sexuales de *Pavona gigantea* fueron abundantes en las partes basales protegidas de algunos arrecifes muertos. Estas colonias de 5 a 8 cm de altura probablemente iniciaron su asentamiento en 1989 y más tarde siguió una alta mortalidad provocada por el evento "El Niño" oscilación sureste (Glynn & Leyte Morales 1997).

La bahía Chachacual contiene un arrecife en el lado oriental el cual se conoce como Jicaral. Los arrecifes de Riscalillo, dársena de Santa Cruz y Manzanilla se encuentran en un estado erosional con colonias vivas dispersas (Glynn & Leyte Morales 1997). El esqueleto arrecifal en Riscalillo, está muerto debido a la erosión. Algunos pocilopóridos vivos están presentes en las partes oriental y occidental. No se encontraron corales vivos en la dársena, la cual se localiza en el lado oriental de bahía Santa Cruz, ni en Manzanilla en donde el arrecife es adyacente a una cadena hotelera. Gran parte del esqueleto arrecifal en La Entrega está muerto pero aun existe la posibilidad de crecimiento (Glynn & Leyte Morales 1997).

Otros datos mencionan los efectos del huracán Paulina en agosto de 1997 sobre los arrecifes de La Tijera y Mazunte, en la zona de Puerto Ángel, arrecifes someros donde la profundidad a la que se encuentran varía entre los 0 metros como mínimo y los 14.3 m como máximo, predominando los corales de los géneros *Pocillopora* y *Pavona gigantea*, ésta última se

encuentra en la zona profunda de La Tijera. El efecto del huracán no produjo cambios en la cobertura de especies, no obstante, en la zona somera se incrementó la profundidad de los canales de corriente y disminuyó la cantidad de fragmentos, mientras que en la zona profunda hubo depositación y acumulación de sedimentos que fueron arrastrados de la orilla, por lo que las colonias de *Pavona gigantea* resultaron afectadas por la acumulación de sedimentos sobre ellas (Leyte Morales 1997).

En la tabla I se muestran los datos obtenidos en el trabajo desarrollado por éstos investigadores en 1997, en lo que se refiere a localidad, posición geográfica, longitud, amplitud y profundidad máxima de los 15 arrecifes coralinos estudiados en Huatulco (Glynn & Leyte Morales 1997). Se observa que cuatro arrecifes miden más de 300 m de longitud. El arrecife de la Dársena tiene coral muerto y es el más largo, se extiende cerca de 400 m a lo largo del lado oriental de la bahía de Santa Cruz. Por su parte, el arrecife Las Dos Hermanas es el de mayor extensión.

## Discusión

La zona de estudio tiene una importancia histórica, ecológica y cultural relevantes. Los hechos históricos y culturales más importantes datan desde el año 600 A. de C., época en que predominaba el señorío de los mixtecos en Tututepec, en la región de la Bocana del río Copalita, hasta la traición hecha a Vicente Guerrero por parte de Francisco Picaluga el 20 de enero de 1831 y el establecimiento por Benito Juárez de la Villa de Crespo en 1849 en la playa La Entrega.

Otro dato histórico fue la entrada, por el puerto de Santa María Huatulco (hoy Bahía San Agustín) de los libros prohibidos de la Revolución Francesa que posteriormente fueron leídos por los caudillos que consumaron el movimiento de Independencia en nuestro país en 1810. Santa María Huatulco fue puerto principal durante el virreinato antes que Acapulco y escenario del ataque de piratas en 1578 y 1579.

La importancia ecológica de los ecosistemas existentes en las partes bajas de la sierra costera

**Tabla 1.** Localización, dimensiones y profundidad de 15 arrecifes de coral en Huatulco (Glynn & Leyte Morales 1997).

Localidad	Posición geográfica	Longitud	Amplitud	Profundidad
San Agustín	15°41'09"N, 96°13'46"W	201 m	31 m	13.3 m
Isla San Agustín	15°41'16"N, 96°13'30"W	315 m	26 m	10.0 m
Riscalillo (coral muerto)	15°41'47"N, 96°13'25"W	96 m	25 m	10.0 m
Riscalillo (coral vivo)	15°41'47"N, 96°13'25"W	156 m	70 m	10.0 m
La Prima	15°42'11"N, 96°12'11"W	117 m	41 m	5.0 m
Jicaral- Chachacual	15°42'00"N, 96°12'51"W	85 m	58 m	11.6 m
Las Dos Hermanas	15°42'00"N, 96°12'30"W	355 m	283 m	14.3 m
La India	15°42'30"N, 96°11'48"W	111 m	56 m	5.0 m
Cacaluta	15°43'08"N, 96°09'43"W	220 m	86 m	11.6 m
La Entrega	15°44'34"N, 96°07'35"W	324 m	233 m	13.3 m
Dársena	15°44'47"N, 96°07'31"W	398 m	163 m	13.3 m
Manzanilla	15°45'50"N, 96°05'51"W	116 m	100 m	5.0 m
Mixteca	15°46'00"N, 96°05'01"W	88 m	88 m	4.0 m
Montosa	15°45'48"N, 96°04'56"W	236 m	50 m	11.6 m
Rincón Sabroso	15°46'08"N, 96°04'21"W	235 m	8 m	4.0 m
Tejoncito	15°46'48"N, 96°03'35"W	171 m	30 m	2.2 m

del litoral oaxaqueño se caracteriza por la presencia de selvas secas, manglares y vegetación halófila. La región de Huatulco ha sido recientemente clasificada como humedal de importancia Internacional (Convención RAMSAR) y en ella se encuentra el Parque Nacional Huatulco, con una gran diversidad de especies de plantas endémicas de ambiente costero y una gran cantidad de diferentes grupos zoológicos.

En el área de Huatulco (bahías y playas) se presenta una marcada estacionalidad con épocas alternadas de sequía y lluvias, las cuales son esporádicas o torrenciales, por lo que algunas especies de aves, reptiles y mamíferos registran movimientos migratorios altitudinales y horizontales en respuesta a éstos cambios. La distribución espacial de estos organismos y su diversidad se ha impactado por la presencia de

zonas urbanas y turísticas.

Respecto a las comunidades de los arrecifes, los corales y moluscos de los bancos coralinos han sido explotados durante siglos. Han sido utilizados como material de construcción y para la fabricación de objetos ornamentales y de joyería durante cientos de años. Desde 1970 Filipinas ha sido el mayor exportador de corales, con 1800 toneladas hacia finales de 1970, el 75% fue enviado hacia los Estados Unidos. Otros países, incluyendo Haití, México, India y Honduras también lo hicieron aunque en proporciones menores. En la región esta actividad sigue siendo extensiva hasta la fecha.

Existe una multitud de conexiones entre los organismos relacionados al arrecife y cualquier cambio en uno de ellos puede provocar un efecto en serie o cascada en los demás organismos que están asociados a él. Es necesario un mayor

conocimiento para conocer los impactos antropogénicos y naturales que alteran estos ecosistemas.

Los arrecifes coralinos también se ven afectados por las descargas de desechos sólidos urbanos, industriales, agronómicos y humanos los cuales cambian drásticamente su paisaje, al igual que la recolecta ilimitada de conchas de moluscos y de peces para acuario. Hay sobreexplotación de la pesca y para ello se usa dinamita y venenos para capturar a los peces que viven entre los corales. Se resalta el hecho de que son casi inexistentes los proyectos de restauración para las comunidades naturales alteradas y que son pocos los programas de manejo integral de las zonas costeras, además, no se cuenta con financiamiento sostenido para su monitoreo intensivo.

En la actualidad se tiene el respaldo y colaboración de diferentes organizaciones académicas y gubernamentales y no gubernamentales como CIIDIR, la dirección del Parque Nacional Huatulco, CONANP y GAIA, respectivamente que han logrado avances importantes como los siguientes:

- Creación de un sistema de áreas comunitarias protegidas (8,500 ha en 12 comunidades).
- Desarrollo de una visión regional.
- Capacitación de comuneros en materia de conservación y desarrollo comunitario.
- Proyectos productivos sustentables implementados con tecnologías alternativas.
- Conformación de una alianza interinstitucional para desarrollar los planes de manejo de las cuencas prioritarias con bases científicas e institucionales sólidas.
- Continuación con los inventarios biológicos.

Todas estas estrategias están enfocadas al desarrollo participativo de un plan integrado de las cuencas de los ríos Copalita, Zimatán y zona de Huatulco.

### Conclusiones

Se percibe una degradación de los ecosistemas costeros y de los bancos coralinos ante los

proyectos de desarrollos turísticos, especialmente en las bahías de Huatulco. En contraste a los lujosos hoteles que se desarrollan en la costa se ubican en sus alrededores cinturones de pueblos o colonias marginadas, donde la pobreza es evidente. La perturbación de las barreras arrecifales puede traer como consecuencia cambios importantes del litoral, el cual puede erosionarse y colapsarse debido a su explotación irracional.

El principal factor de alteración de los hábitats costeros y marinos localizados a lo largo de la zona de Huatulco, incluyendo los manglares, estuarios y arrecifes coralinos es la conversión del suelo para uso urbanístico o turístico. Los cuerpos de agua también se ven alterados por las limitaciones de la industria turística para manejar adecuadamente los desechos que son producidos a nivel local y regional y se ven afectados también por los residuos producidos por la navegación marítima.

Tenemos frente a nosotros un problema muy complejo e intrincado para resolver y una gran responsabilidad: la conservación de estos reservorios biológicos. Es tarea de todos preservar de una manera sustentable estos recursos y es un deber colectivo el tratar de mantenerlos y rehabilitarlos para las generaciones futuras.

### Agradecimientos

Se agradece a Blanca Pérez García (UAM-Iztapalapa) por la revisión minuciosa del documento y por sus observaciones respecto a la redacción y presentación final. A Rolando Bastida Zavala (UMAR-Puerto Ángel), por sus observaciones pertinentes respecto a la descripción general de las playas que conforman las bahías, así como también por sus valiosas sugerencias para la presentación de los datos de las dimensiones de los arrecifes. De la misma manera se distinguen las aportaciones hechas por Fabián Díaz Palacios (UMAR-Puerto Ángel) por sembrar en el autor el beneficio de la duda, al cuestionar de manera profunda y crítica el contenido del documento. Se hace un



agradecimiento extensivo a Yuri Okolodkov (UMAR-Puerto Ángel), quien puntualizó la necesidad de considerar los monitoreos intensivos para las zonas arrecifales en lo que se refiere a biodiversidad y su impacto antropogénico. A Cristóbal A. Reyes Hernández (UMAR-Puerto Ángel) por sus sugerencias hechas en la sección de batimetría. Se destaca de manera muy particular el apoyo recibido por parte de Rolando Cardeña López (UMAR-Puerto Ángel), por la revisión completa del documento y por haberme dado todas las facilidades para poder llevar a término este trabajo. A Juan Manuel Domínguez Licona (UMAR-Puerto Ángel), por fungir como escrutador y a los revisores anónimos que se dieron tiempo para revisar el manuscrito. A Benny Guek (UMAR-Puerto Ángel) por su apoyo con el inglés. A Sergio Vásquez Mendoza (UMAR-Puerto Ángel) quien me apoyó de último momento con el escáner. La traducción al francés fue realizada por Aitor Aizpuru (UMAR).

## Referencias

- Allen, G.L. & D.R. Robertson. 1994. Peces del Pacífico oriental tropical. Conabio, Agrupación Sierra Madre y Cemex, México, 327 pp.
- Anónimo. 1987. Enciclopedia de México. Tomo VII: Gue-Ins. Inst. Geogr. UNAM.
- Anónimo. 2004. La orilla del encanto. Soberanía y ceremonia en Huatulco, México. Exposición en el Smithsonian National Museum of the American Indian. Página consultada en marzo de 2004: [www.nmai.si.edu/edge/flash\\_esp.html](http://www.nmai.si.edu/edge/flash_esp.html)
- Carranza, E. 1975. Unidades Morfotectónicas Continentales de las Costas Mexicanas. An. Inst. Ciencias Mar Limnol., UNAM, México, 2 (1): 81-88.
- Castillo, C.G, C.P. Moreno, A.M.E. Medina & C.P. Zamora. 1997. Flora de las bahías de Huatulco, Oaxaca, México. Ciencia y Mar 1(3):3-44.
- Cervantes, B.J.F. 1989. Modelo geoeosistémico para la prospección uso y manejo del medio y los recursos naturales. Bol. Inst. Geogr., UNAM, (19): 27-30.
- CONANP. 2005. Decreto del Parque Nacional Huatulco. Documento oficial en PDF consultado el 15 de febrero de 2005: [www.conanp.gob.mx/sig/decretos/parques/Huatulco%2024jul98.pdf](http://www.conanp.gob.mx/sig/decretos/parques/Huatulco%2024jul98.pdf)
- Figueroa, J. 1967. Mexican national report on seismology and physics of the Earth's interior. Report to XIV General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics. An. Inst. Geofis., UNAM. 12.
- FONATUR. 1981. Anteproyecto: plan maestro de desarrollo turístico. Dirección General de Planeación Económica y Urbana, México, 109 pp.
- FONATUR. 1982. Bahías de Huatulco, Oax. Planeación ambiental y paisajística. Diseño Urbano, México, 139 pp.
- FONATUR. 1982. Edafología y uso potencial del suelo. Bahías de Huatulco. Diseño Urbano y Arquitectura, J.S.C., sin página.
- FONATUR. 1982. Informe técnico: Bahías de Huatulco, Oaxaca. Análisis hidrológicos, regionales y prediseño de obras para manejo de escurrimientos extraordinarios. Infraestructura Integral, México, 107 pp.
- FONATUR. 1984. Informe técnico: Ordenamiento ecológico y estrategia ambiental del proyecto de las bahías de Huatulco. Bufete de Proyectos, México. Manuscrito.
- FONATUR. 1986. Desarrollo turístico, bahías de Huatulco, Oax. Plan Maestro de las bahías centrales, Santa Cruz, Chahué y Tangolunda. Memoria Descriptiva, México, 56 pp.
- FONATUR. 1994. Estudio para el mejoramiento, aprovechamiento y conservación de la cuenca del río Copalita en bahías de Huatulco, Oaxaca. Proyecto Interdisciplinario del Medio Ambiente y Desarrollo Integrado. IPN y FONATUR, México, 210 pp.
- Galindo, I. & A. Chávez. 1977. Estudio del clima solar en la República Mexicana. Instituto de Geofísica, UNAM, México, 127 pp.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios, México, 217 pp.
- Glynn, W.P. & G.E. Leyte Morales. 1997. Coral reef of Huatulco, West Mexico: Reef development in upwelling Gulf of Tehuantepec. Rev. Biol. Trop. 45: 1033-1048.
- Gómez, P., J.A. Mercado, L.M. Mitchell & S.I. Salazar-Vallejo. 1997. Poliquetos de fondos duros (Polychaeta) de bahías de Huatulco y Puerto Ángel, Oaxaca, México. Rev. Biol. Trop. 45(3): 1067-1074.
- Hernández A., J.L., A.R.E. Toral & N.J.A. Ruiz. 2000. Crustáceos estomatópodos y decápodos en las comunidades arrecifales de las Bahías La Entrega y Santa Cruz Huatulco, Oaxaca, y su relación con el Pacífico tropical mexicano. Memorias del Primer Foro Internacional: Cambio Científico sobre Recursos Bentónicos de México. 1-3 de septiembre, 2000. INP-CRIP, La Paz, México.
- Huerta, M.L. 1978. Vegetación marina litoral. pp: 328-340 In J. Rzedowski (ed.), Vegetación de México. Limusa, México.
- INAH. 1996. Arte e Historia. Instituto Nacional de Antropología e Historia, pp: 1-3.
- Leyte Morales, G.E. 1997. Efectos del huracán Paulina en las comunidades coralinas de Puerto Ángel, Oaxaca. México. Primer Congreso Nacional de Arrecifes Coralinos. Veracruz, Veracruz. 28 de junio-1 de julio de 2000. p: 55.
- Mitchell-Arana, L.M. 1994. Perfil del coral y especies asociadas en La Entrega, bahías de Huatulco. Tesis profesional, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, México.
- Pennington, T.D. & J. Sarukhán. 1968. Árboles tropicales de México. Manual para la Identificación de campo.

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, 413 pp.
- Porrúa. 1986. Enciclopedia Porrúa: Historia, Biogeografía y Geografía. México. 5ª ed. Porrúa e Instituto de Geografía, UNAM, 1: 1446-1447.
- Ramos Mantecón, C.S. 1999. Descripción de los fondos marinos en bahías de Huatulco. Enlace realizado en marzo de 1999: <http://www.tomzap.com/scuba1.html>.
- Reyes Bonilla, H. & G.E. Leyte Morales. 1998. Corals and coral reefs of the Puerto Angel region, west coast of México. *Rev. Biol. Trop.* 46(3): 679-681.
- Rodríguez, P.C. 1989. Caracterización de dos comunidades asociadas a facies rocosas en las bahías de Huatulco y Puerto Ángel, Oaxaca. Distribución, diversidad y abundancia. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, 432 pp.
- Secretaría de Marina. 2000. Estudios de oceanografía física. Campaña oceanográfica del 11-18 de septiembre de 2000. Armada de México. Dirección General Adjunta de Oceanografía.
- SRH. 1976. Atlas del agua de la República Mexicana. Cincuentenario de la creación de la Comisión Nacional de Irrigación, precursora de la SRH. Secretaría de la Reforma Agraria, México.

Recibido: 28 de agosto de 2004.

Aceptado: 22 de febrero de 2005.

---