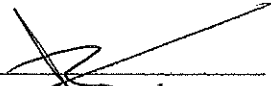


**" Variabilidad estacional de la hidrología y transporte litoral
en la laguna de Chacahua, Oaxaca "**

**T E S I S
QUE PRESENTA :**

Erika Adriana Rodríguez Castañeda

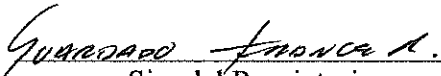
APROBADA POR:



Presidente del Jurado
M en C. Jorge Ledesma Vazquez



Sinodal Propietario
M en C. Héctor Bustos Serrano



Sinodal Propietario
M en C. Rigoberto Guardado France



AGRADECIMIENTOS

A mi madre, con todo mi amor, porque ha sido la mejor y nunca he recibido un NO en los momentos más difíciles, por estar siempre a mi lado. Gracias por el gran ejemplo de responsabilidad, disciplina y dedicación al trabajo. Por ser lo más maravilloso que Dios me ha obsequiado y por lo cual le estaré infinitamente agradecida.

A mi padre, con todo mi amor y admiración, por ser también el mejor. Gracias a sus consejos y experiencia que me ha mostrado lo hermoso de la vida, por trasmitirme el coraje para superar las adversidades y a tener siempre una actitud optimista en todo momento.

A mi abuelita Luisita, porque a pesar de la distancia, siempre la siento cerca, fueron sus palabras de aliento y bendiciones las que me alientan a seguir adelante.

A mis tías, Elvia y Delia, en especial agradecimiento a mi madrina Silvia y a mi prima Marcela.

A mis tías Picha, Ana María y Virgen, por estar pendientes de mi y por las visitas a Ensenada para compartir buenos momentos.

A mis tios Trinidad, Beto, y en especial a Mario y a su familia, porque es el consentimiento de todos, por escuchar y compartir mis aventuras en la realización de este trabajo.

A mi hermano Felipe, por haberme enseñado a ser mejor cada día y tener siempre en mente la superación y entrega al trabajo. Por todos los consejos y compartir mis sueños, ilusiones, alegrías y tristezas.

A Carlos, con todo mi amor, por el recuerdo de gratos momentos en el trabajo, el amor que me ha brindado y las maravillosas convivencias que hemos compartido. Porque aún y apesar de la distancia, siempre has estado dentro de mi corazón.

A Cesar, gracias Chicharo, por todo el apoyo y amistad incondicional, porque nuestra relación perdurará mientras vivamos. Por presentarme y convivir con tu familia, Fabian, Rosa, Beto, Ale, Beto, Arce, Fabi e Iris.





A la Familia Gerardo, Martha, Chony, Anaís y Martha, por brindarme hospitalidad en su hogar y todos sus consejos, en especial a Macy porque es para mí una segunda madre, gracias por la fe y la confianza.

A la Sra. Delfis, porque ha sido una de las mejores personas que he conocido, MIL gracias por todas las atenciones y cuidar del bienestar de mi familia y hogar.

A mi amiga Carmelita y familia, por esperarme cada periodo vacacional y compartir conmigo gratos momentos.

A la UMAR, por haberme permitido trabajar en sus instalaciones y el financiamiento de este trabajo.

A Héctor Santiago, porque aunque no le guste así se llama, gracias por el apoyo y asesoría, por lograr que la convivencia en las salidas de campo fueran inolvidables, apesar de los moscos y los 40° C.

Al equipo SIBEJ :Gerardo Aceves, Cristina, Gaby, Luis, Checo, Miguel, Pablo, Gabriel, Angy, Juan Gabriel y Silvia por su apoyo incondicional y palabras de aliento para concluir este ciclo.

A la Semarnap, a Julia Carabias, Enrique Provencio, Carlos Toledo y Carlos Ramírez, por las facilidades y apoyo para la realización de la 1a. etapa de la Tesis.

A la Facultad de Ciencias Marinas y a sus maestros, en especial a Lupita Lepe, Armando Pinal, Graciela Guerra, Héctor Bustos, Irma Soria, Rafael Walls, y Jorge Ledesma, por trasmitirme sus conocimientos y el interés por descubrir y entender todo el maravilloso mundo marino.

A Doña Tere, por todas sus atenciones..

A mis comapañeros de generación, los SNORKEL'S, por todos los vivencias compartidas, en especial a las chicas, Raquel, Katia, Cecy, Flor, Jocelyn, y en especial a Liza por ser una gran amiga. A todos los chicos, en especial a René, Plata, Daniel y Diego. A Gilillo por su amistad y compañerismo.

A mis Sinodales, Jorge, Hector² y Rigo por las revisiones.

Y a todos los que no menciono, pero que también contribuyeron en la realización de este trabajo.



Gracias...

CONTENIDO

	Páginas
<i>Resumen</i>	<i>i</i>
<i>Dedicatoria</i>	<i>ii</i>
<i>Agradecimientos</i>	<i>iii</i>
<i>Indice de Tablas</i>	<i>iv</i>
<i>Indice de Figuras</i>	<i>v</i>
1.- INTRODUCCIÓN	1
2. - ANTECEDENTES	6
3.- JUSTIFICACIÓN	11
4.- OBJETIVOS	12
5.- LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	13
6.- DESCRIPCIÓN DEL AREA	15
6.1 Características ambientales	17
6.2 Datos Oceanográficos	27
7.- METODOLOGÍA	33
8.- RESULTADOS	35
8.1 Batimetría	35
8.2 Marea	38
8.3 Hidrología	39
8.4 Transporte litoral	49

9.- DISCUSIONES	62
9.1 Batimetría	62
9.2 Marea	62
9.3 Hidrología	63
9.4 Transporte Litoral	65
10.- CONCLUSIONES	66
11.- BIBLIOGRAFÍA	68
13.- ANEXO I	71
14.- ANEXO FOTOGRÁFICO	83

INDICE DE TABLAS

Página

Tabla I	Estaciones metereológicas más cercanas al área de estudio.	17
Tabla II	Registro de Temperatura, Presión y Evaporación en 3 estaciones metereoológicas.	21
Tabla III	Etapas de formación y disipación de los huracanes.	24
Tabla IV	Registro 1996 y 1997 de ocurrencia de huracanes que afectaron el área de estudio.	25
Tabla V	Alturas y periodos de oleaje significativo..	31
Tabla VI	Registros mareográficos en 3 estaciones .	32
Tabla VII	Distribución de salidas de campo.	33
Tabla VIII	Intervalos de variación de los parámetros hidrológicos.	40
Tabla IX	Cálculo de volumen de arena m^3 de las 3 playas	51
TABLA X	Diferencia de volumen de arena (m^3) en la playa de Bahía Chacahua.	53
Tabla XII	Diferencia de volumen de arena (m^3) en Playa San Juan.	55
Tabla XIII	Movimiento y altura de berma en Bahía Chacahua y Playita San Juan.	59
Tabla IX	Tendencias estacionales del sedimento en las 3 playas.	60

INDICE DE FIGURAS

	Página
continuación ...	
Figura No. 15 Localización de las estaciones hidrológicas.	39
Figura No. 16 Anomalía térmica para las 18 estaciones.	41
Figura No. 17 Perfiles verticales para condiciones de verano' 96.	43
Figura No. 17a Isolíneas superficiales para condiciones de verano' 96.	79
Figura No. 18 Perfiles verticales para condiciones de otoño' 96.	44
Figura No. 18a Isolíneas superficiales para condiciones de otoño' 96.	80
Figura No. 19 Perfiles verticales para condiciones de invierno a) diciembre' 96 b) febrero' 97	45
Figura No. 19 a Isolíneas superficiales para condiciones de invierno' 96.	81
Figura No. 20b Isolíneas superficiales para condiciones de invierno' 96. (febrero' 97)	82
Figura No. 21 Perfiles verticales para condiciones de primavera' 97.	46
Figura No. 21a Isolíneas superficiales para condiciones de primavera' 97.	83
Figura No. 22 Perfiles verticales para condiciones de otoño' 97.	47
Figura No. 22a Isolíneas superficiales para condiciones de otoño' 97.	83
Figura No. 23 Perfiles verticales para condiciones de invierno' 97.	48
Figura No. 23a Isolíneas superficiales para condiciones de invierno' 97	84

INDICE DE FIGURAS

	<i>Página</i>
<i>Continuación ...</i>	
<i>Figura No. 24 Ubicación de perfiles de playa.</i>	49
<i>Figura No. 25 Condiciones de frente de oleaje para primavera verano e invierno.</i>	50
<i>Figura No. 26 Comportamiento estacional del sedimento en playa de Bahía Chacahua .</i>	53
<i>Figura No. 27 Balance neto en Bahía Chacahua.</i>	53
<i>Figura No. 28 Comportamiento estacional del sedimento en San Juan.</i>	61
<i>Figura No. 29 Balance neto en Playa San Juan.</i>	63
<i>Figura No. 30 Comportamiento estacional del sedimento en ambas playas.</i>	68

“Variabilidad estacional en la hidrología y transporte litoral en la Laguna de Chacahua, Oaxaca.”

R E S U M E N

El litoral oaxaqueño, cuenta con importantes sistemas lagunares entre los que destaca el sistema lagunar de Chacahua-Pastoría. Se ubica en la costa sur del estado de Oaxaca. El Parque Nacional “Lagunas de Chacahua”, ha presentado un deterioro constante de sus ecosistemas como resultado del cierre total de su boca-barra a partir de 1985. Tal situación repercutió directamente en el deterioro de la calidad de sus aguas, debido principalmente al proceso de eutroficación originado por la disminución en el intercambio de agua del cuerpo lagunar con el mar adyacente. El presente trabajo establece la variabilidad hidrológica estacional del cuerpo lagunar y el transporte litoral de sus playas colindantes antes y después del huracán de Pauline. La hidrología se realizó con un analizador automático (hidrolab), el balance sedimentario con levantamiento de perfiles de playa y muestras de arena para análisis granulométrico. Los perfiles verticales de la laguna muestran que antes de la apertura de la boca-barra, existía una estratificación de dos capas. La primera de superficie a 2.5 m. homogénea con una concentración alta de oxígeno (3-5 ml/L) y la segunda de 2.5 a fondo con mucho mayor densidad y concentraciones bajas de oxígeno (menores a 1 ml/L). Esta situación prevalecía a lo largo del año. Actualmente la laguna presenta mezcla vertical homogénea y concentraciones mayores de oxígeno en toda la columna de agua (3 - 5 ml/L). La onda de marea presenta un desfase de 1 hora y una atenuación de 25 cm. con respecto a la de Huatulco, Oax. Los procesos litorales de depositación y erosión en las playas del litoral adyacente presentan variabilidad estacional. Las tendencias muestran que en la Bahía de Chacahua el proceso predominante es la depositación, mientras que en Playa San Juan es de erosión. La dirección predominante de la corriente litoral para primavera es de oeste-este y en invierno se invierte. El mayor volumen depositado es en verano, debido al arribo de olas de mayor altura.

La zona costera en su condición de zona fronteriza entre el continente y el océano, está delimitada, continente adentro, por rasgos fisiográficos como puede ser el parteaguas de las cordilleras de montañas y hacia el mar, por el límite de la plataforma continental, tomando un promedio de 200 m. de profundidad, (Contreras 1985). Por sus características tan particulares y su diversidad de ambientes, presenta una gran riqueza de recursos naturales tanto continentales como costeros, entre los que destacan recursos mineros, agrícolas, ganaderos y pesqueros. Dada su complejidad se requiere de un especial interés para el estudio y entendimiento de los factores y procesos que interactúan para lograr el equilibrio sus variados ecosistemas y subsistemas.

A nivel mundial la zona costera comprende el 8% de la superficie total del planeta (planicies costeras, mares someros, humedales, islas de barrera y cordones litorales), contribuyendo con el 25% de la productividad biológica global y más del 90% de las pesquerías (De la Lanza, 1994). Es en ella donde se localizan las lagunas costeras, estuarios y bahías, siendo estos, los ecosistemas que poseen la mayor abundancia y diversidad de recursos naturales. La falta de conocimiento sobre la fragilidad del equilibrio de estos ecosistemas y su susceptibilidad al deterioro ha provocado efectos nocivos, en ellos repercuten directa o indirectamente las actividades que realiza el hombre.

A lo largo de los más de 11,500 km. de la costa que posee México, repartidos en las vertientes del Pacífico, Golfo de California, Golfo de México y Mar Caribe (INEGI, 1995), se distribuyen más de 125 lagunas costeras. El estado de Oaxaca con aproximadamente 400 km. de litoral, cuenta con 8 lagunas costeras: Corralero, Chacahua, Pastoría, Manialtepec, Colorada, Cotorra Superior e Inferior y Mar Muerto, con una superficie mayor a las 100, 000 ha. además de acantilados rocosos, playas, bahías y esteros de extraordinaria belleza, que integran en su conjunto uno de los mayores potenciales turísticos y pesqueros de México (Toledo, 1994).

No obstante, su riqueza potencial, presenta un evidente atraso económico y social. La situación de sus habitantes no guarda relación con la abundancia y diversidad de los recursos naturales propios de la gran variedad de ambientes costeros que se presentan en la entidad y entre los que destacan los sistemas lagunares.

De acuerdo a censos poblacionales recientes, más del 90% de la población de la costa de Oaxaca se encuentra asentada en comunidades rurales de menos de 1000 habitantes, los cuales se dedican en más de un 50% a las actividades primarias de agricultura, caza, pesca, y en menor medida a la explotación forestal (INEGI 1995).

La agricultura es la actividad económica dominante, principalmente la siembra de temporal, en la que sobresalen los cultivos de maíz, cacahuete, ajonjolí y algunos frutales. Estos cultivos son, sin embargo, de bajo rendimiento y con altos costos ecológicos y económicos. Solamente un 3% de la superficie está bajo cultivo de riego, requiriendo para ello la construcción de obras hidráulicas, como bordos y canales derivadores, de sus ríos principales (Verde, Colotepec, Grande, Manialtepec y Tonameca), (INEGI, 1990). Al desviar y disminuir sus cauces, han traído como consecuencia la disminución del volumen de agua dulce que aportan a los sistemas lagunares, modificando seriamente sus condiciones estacionales típicas. De igual manera el volumen de sedimento aportado a la costa es disminuido.

Los sitios donde se realiza la pesca en las costas de Oaxaca son: Puerto Escondido, Puerto Ángel, Huatulco y Salina Cruz, pero principalmente en torno a los complejos lagunares de Corralero-Alotengo, Chacahua-Pastoría, Manialtepec, Superior-Inferior y Mar Muerto. La pesca es de tipo tradicional con técnicas rústicas de captura y se carece de infraestructura de conservación y comercialización (Rodríguez, 1985).

Uno de los problemas que presentan actualmente estos complejos lagunares es el azolvamiento constante de sus bocabarras, producto de la acción conjunta de los vientos en combinación con procesos oceánicos (olas y mareas de alta energía) y las dimensiones estructurales de la zona costera, los que han modelado a estos ambientes, influyendo de un modo decisivo en el intercambio de sus masas de agua. La costa sur-

oeste es una de las regiones de más intenso dinamismo del país. El aspecto geológico y tectónico de la zona condiciona los patrones de las cuencas de drenaje, dirección de los ríos, la intensidad y velocidades de los procesos erosivos así como, las características de los depósitos sedimentarios. Estos rasgos estructurales del sistema hidrológico del área dotan a sus ríos de un alto potencial de acarreo, que tiene sus manifestaciones más visibles en los frecuentes azolvamientos de sus cuencas. Una consecuencia directa de lo anterior es la reducción el espejo de agua y del potencial pesquero por el deterioro de la calidad agua, producto de la disminución o interrupción del intercambio de sus aguas con el mar adyacente (Toledo, 1994).

Un caso particularmente importante es el de la Laguna de Chacahua, la cual ha experimentado un deterioro constante de su ecosistema, como resultado del cierre total de su bocabarra a partir de 1985. Esta condición puede ser asociada principalmente a 2 factores : La disminución de aporte de agua dulce al sistema lagunar y la apertura artificial de la boca de Cerro Hermoso de la Laguna de Pastoría en 1972.

La Laguna de Chacahua pertenece al Parque Nacional "Lagunas de Chacahua" decretado con esta categoría de conservación por su gran abundancia de especies tanto de flora como de fauna acuática y terrestre, que se albergan en sus variados ecosistemas tales como : la selva alta subperenifolia, selva baja caducifolia, manglar, tular, popal, sabana, vegetación de dunas y laguna costera. Posee además especies catalogadas como amenazadas y/o en peligro de extinción, tanto de mamíferos, reptiles y aves.

En el presente trabajo se estudia el caso de la laguna de Chacahua. Específicamente, se analiza la variación estacional de la hidrología y el transporte litoral del sedimento en sus playas adyacentes, Así como la comparación entre las condiciones de la laguna antes y después de la apertura de su boca en octubre de 1997.

Los estudios realizados en el área de estudio, para ambos aspectos descriptivos de la laguna, son muy escasos; únicamente se reportan datos puntuales y para ciertas

condiciones estacionales, por ende, no existe continuidad en los registros por lo que no reflejan la variabilidad estacional y anual.

Sin embargo la variabilidad estacional de los parámetros hidrológicos se espera sean afectadas por el fenómeno del Niño, reportado en marzo de este año, por lo que no representa un ciclo anual típico.

Con la finalidad de comprender la problemática del Parque Nacional de Lagunas de Chacahua, es necesario hacer una recopilación histórica de los sucesos que acontecieron a su decreto; con el propósito de comprender el complejo sistema y su entorno. Así como una revisión de los estudios científicos y las decisiones tomadas que lejos de frenar el deterioro, han contribuido.

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En el año de 1806, Richard H. Edmonds publicó lo siguiente " El Puerto de Chacahua fue habilitado para el tráfico de cabotaje por Decreto del 11 de Abril de 1863 y clausurado el 17 de agosto de 1870 ". El 25 de Mayo de 1910 se da el título de propiedad de 15,000 has de tierra a favor de Río Verde Agricultural Company, S. A con el permiso de explotación forestal.

En 1937 el Gral. Lázaro Cárdenas del Río, Presidente de la República Mexicana, con fundamento en los artículos 22 y 41 de la Ley Forestal del 5 de Abril de 1926 decreta oficialmente la creación del Parque Nacional Lagunas de Chacahua, ubicados los terrenos en la costa occidental del estado de Oaxaca.

En 1970 la población asentada en Parque era de 480 habitantes, para 1979 ya había aumentado a 1247 (incremento del 160%), y para 1992 la población había ascendido a 1858 habitantes (incremento del 50%), (SEDESOL, 1992). La disminución en la tasa de incremento de la población coincide con el cierre total de la bocabarra y la drástica baja del potencial pesquero, sobre todo de camarón, siendo ésta la principal actividad y fuente de ingresos de la población, situación que originó la emigración de la población y disminución en cierto grado la colonización espontánea. En 1976 con la terminación del puente de Río Verde, se acelera la colonización dentro del Parque, siendo este un factor decisivo en la destrucción del hábitat natural.

Con el paso de los años, el Parque Nacional ha sido administrado por distintas dependencias gubernamentales. En la década de los años 50's por la Secretaría de Agricultura y Ganadería, posteriormente por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), y posteriormente por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE).

En 1995 con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y el Instituto Nacional de Ecología (INE) como órgano desconcentrado, en conjunto con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), las áreas con categoría de Conservación en nuestro país (Parques Nacionales, Reservas de la Biosfera, Áreas de Protección de flora y fauna silvestres, etc.,) son administradas, mantenidas y financiadas por el Programa de Áreas Naturales Protegidas (SINAP).

2.2 ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

Dentro de los trabajos de investigación realizados en esta zona se cuenta el trabajo realizado por la UNAM, 1984, como parte de prácticas de campo, donde se realizaron los estudios de Geomorfología, Botánica Fauna, Pesca y Uso potencial del suelo. Se reportan registros sobre las condiciones ambientales tanto estacionales como temporales que prevalecían en el Parque cuando aún ocurría la apertura natural de la bocabarra, a través de un canal de 100 m de ancho, 6 de profundidad y 2 km. de longitud que desembocaba al este de Punta Galera. Los promedios de los parámetros hidrológicos (temperatura, salinidad, oxígeno y pH) son respectivamente, 31.5 °C, 19.6 ppm, 7.3 mL/l y 8.0 para superficie, y 30.5 °C, 24 ppm, 7.2 mL/l y 8.0, para el fondo.

Hasta 1985 la bocabarra de la Laguna de Chacahua se abría y cerraba temporalmente (3 -5 meses) condición que era regulada principalmente por el régimen pluvial y la sobre elevación del vaso de agua de la laguna. Esta condición comenzó a cambiar por el desarrollo de proyectos de infraestructura hidroagrícola desarrollados al norte y oeste del Parque, con el objetivo de incrementar la superficie de riego y por otro, controlar los desbordamientos en las partes bajas del Río Verde (SARH, 1977).

La esporádica intercomunicación entre la laguna y el Océano Pacífico permitía la renovación de las aguas interiores y la entrada de gran diversidad y abundancia de larva de peces, crustáceos y moluscos, los cuales encontraban dentro de la laguna condiciones propicias para su desarrollo al contar con niveles altos de nutrientes y oxígeno. El cierre permanente de la bocabarra hasta 1997, había traído como consecuencia una disminución considerable de la abundancia y diversidad de especies, muchas de ellas de importancia comercial (SEDESOL, 1992).

Desde 1985 el único aporte de agua de mar al sistema lagunar estaba limitado al que se daba a través de la boca permanente de Cerro Hermoso, en la Laguna de Pastoría, estabilizada a través de dragado y una escollera por la Secretaría de Marina (1972). En la Laguna de Chacahua la única posibilidad de intercambio de agua era aquel que se daba por el canal de intercomunicación con Pastoría. Este canal de 2.5 km. de largo 25 m de ancho y 4 m. de profundidad, localizado justamente en la parte opuesta de donde se encuentra la boca de Cerro Hermoso (UNAM, 1984).

El mantenimiento de la escollera de Cerro Hermoso y dragado del canal artificial, no se realiza de manera continua, esto permite el azolvamiento del canal, lo que impide un flujo constante de agua, y una disminución en el intercambio de agua de ambas lagunas, afectando más directamente la Laguna de Chacahua.

Por el cierre permanente del bocabarra de la Laguna de Chacahua, en 1993 la compañía IMASA. S.A. de C.V. realizó el estudio y diseño de 2 espigones (de material bolsacreto) para la construcción y estabilización de un canal permanente de intercomunicación con el mar. La construcción de dicha obra finalmente quedó inconclusa, siendo esto eventualmente el principal factor de azolvamiento de dicho canal, al constituirse como una trampa de sedimento.

En 1988 Comisión Nacional del Agua (CNA) atendiendo la demanda de agua solicitada por los agricultores de la zona, realiza la construcción de un bordo para la captación de

agua y un canal derivador hacia el sistema lagunar de 13 m³/s, además del desvío de los causes naturales y de desbordamiento proveniente principalmente del río Verde.

La consecuencia directa de lo anterior fue el cierre total y permanente de la bocabarra de Chacahua durante 12 años; lo que generó problemas, tales como: disminución en las áreas de cobertura de los mangles (principalmente de la especie *Laguncularia racemosa*), sitio de refugio tanto de aves migratorias, como de crustáceos y moluscos; una insuficiente circulación de las aguas interiores de la laguna y por ende disminución de los niveles de oxígeno por la acumulación de toxinas en aguas estancadas y eutrofizadas. Reducción en el espejo de agua y aumentos de salinidad por los altos índices de evaporación. Temporalmente se presentaba la ocurrencia de los vientos locales llamados "suestes", donde las aguas anóxicas profundas alcanzan la superficie, producto de la mezcla vertical, y provocan una elevada mortandad de peces.

En lo que concierne a los aspectos económico-sociales, la población al disminuirse la productividad tanto de la laguna como el mar adyacente, recurre a nuevas actividades para la obtención de ingresos. El cambio en el uso de suelo de conservación a explotación de la selva baja mediana del Parque por extensas áreas de cultivo y agostadero, extracción de maderas preciosas así como tráfico de animales en peligro de extinción, trajo como consecuencia el acelerado deterioro y destrucción de sus ecosistemas (SEDESOL, 1992).

En octubre de 1994, el Gobierno Federal de Oaxaca por medio del Programa Nacional de Solidaridad de la Secretaría de Desarrollo Social del Estado, solicita a la empresa Técnica Informática Aplicada S. A. de C. V. realizar un estudio integral del Parque, el cual fue financiado por el Banco Mundial. En este estudio se realizó la cartografía, evaluación de recursos, estudio de las características físico-biológicas y socioeconómicas, así como la problemática actual del Parque. Todo lo anterior con el objetivo de desarrollo de una propuesta que contemple una ordenación de la zona, y el planteamiento de una alternativa integral, así como su administración y mantenimiento.

En 1995, Ledesma, Vázquez, *et al*, documentan mediante el análisis granulométrico de muestras de sedimento de la playa adyacente una media de 1.63 mm correspondiente a arenas medias, reportando que la corriente predominante es de oeste a este, y con una componente menor de direcciones opuestas. Mencionan además que esta corriente litoral distribuye el sedimento acarreado por el Río Verde en la antigua boca de Chacahua y Pastoría. Mediante fotografías aéreas comparativas de 1979 y 1985 determinan que el proceso prevaleciente en las playas adyacentes a las lagunas es el de erosión, con movimiento de regresión de la línea de costa hasta de 160 m (± 16 m) y la formación de un delta de aproximadamente 8 km. en la parte sureste del Río Verde.

En 1995, Ramón Díaz, en base al análisis de las condiciones oceanográficas de (alturas, dirección y periodo de las olas, transporte litoral, corrientes) y meteorológicas, plantea la construcción de escolleras con material de la zona.

En 1996, el Gobierno del Estado de Oaxaca, inicia las obras de apertura permanente de la bocabarra de Chacahua mediante la construcción de 2 escolleras (oeste y este) y un espigón con una longitud de 170, 140 y 100 m respectivamente, utilizando como material de construcción roca de 2 – 6 tons. así como el dragado de un canal de 500 metros de longitud con una profundidad de 2 metros, en el antiguo canal de la laguna.

A finales de 1997, el paso de los huracanes Pauline y Rick por las costas de Oaxaca, produjo el arribo de oleaje de tormenta con alturas máximas de 5 metros, además del incremento en la precipitación pluvial en las partes altas de la Sierra que circunda al Parque. Esto originó el desbordamiento de ríos y arroyos y un aumento en nivel de la laguna de 1.80 m aproximadamente por arriba del nivel promedio. Ante esta situación los pobladores construyeron un canal, en la zona de la antigua boca, para dar salida del agua. Las dimensiones iniciales del canal fueron de aproximadamente 20 metros de largo por 2 metros de profundidad entre la escollera de bolsacreto y la escollera este de la nueva obra, aún inconclusa. Finalmente la boca a un mes y medio de tales eventos, se estabilizó de forma natural hasta alcanzar un ancho de 100 m y 6 m de profundidad.

A través de los años el Parque ha experimentado el deterioro constante y algunas veces acelerado de sus ecosistemas. En particular, el cierre permanente de la boca barra de la Laguna de Chacahua hasta 1997, había afectado de manera radical, debido al aumento en la presión antropogénita sobre las áreas selváticas, así como el cambio las propiedades fisico-químicas del cuerpo de agua, y por ende, flora y fauna terrestre y acuática que en ella habitan.

Por segunda ocasión se reinician las obras de dragado de un canal de comunicación permanente con el mar, mediante la construcción de 2 escolleras para la estabilización de la misma. Tal construcción se vio interrumpida con el arribo del huracán Paulina y Rick que debido a las condiciones ambientales extremas (lluvias abundantes y oleaje de tormenta), la antigua bocabarra se abrió. Debido a las drásticas modificaciones de las condiciones que imperaban en la laguna, surge la necesidad del estudio de la variabilidad estacional de los parámetros fisico-químicos, con la finalidad de realizar comparaciones con la reciente apertura al propiciarse la mezcla vertical de la columna de agua y los cambios batimétricos. Este estudio complementa la base de un estudio integral del complejo lagunar. Representa un marco de referencia para la interpretación del comportamiento y adaptación de las poblaciones de organismos que nacen, crecen, se alimentan y reproducen dentro y fuera de la laguna ante las nuevas condiciones.

Al igual que en el complejo lagunar, las playas adyacentes también presentan cambios morfológicos, originados por aumento y distribución de los sedimentos, patrón que se vio afectado directamente con el aumento del aporte por parte de los ríos a raíz de las abundantes lluvias. Por tal motivo es importante su monitoreo antes y después del evento, con el fin de cuantificar los volúmenes, dirección y destino de los sedimentos transportados.

- 1.- Registro e interpretación de los cambios batimétricos antes y después de los eventos.
- 2.- Describir el ciclo hidrológico anual de la laguna y la estratificación vertical en la columna de agua antes de la apertura de la bocabarra y las nuevas condiciones hidrológicas con su reciente apertura provocada por el huracán Pauline (8-10 octubre'97).
- 3.- Establecer la dinámica estacional y anual del transporte litoral en las playas de Bahía de Chacahua y San Juan.

La Laguna de Chacahua forma parte del Parque Nacional "Lagunas de Chacahua", El Parque está localizado en la costa del estado de Oaxaca, sobre la llanura costera del Pacífico y al oriente de la desembocadura del Río Verde.

El Parque forma parte del municipio de Tututepec, distrito de Juquila. Se sitúa en las siguientes coordenada geográficas: 15° 57' 30' a 16° 03' 00" de Latitud Norte y 97° 32' 00' a 97° 48' 00" Latitud Oeste. Limita al sur con Bahía Chacahua y Playa San Juan, al oeste con el Río Verde y al norte con los terrenos y campos de cultivo de los pueblos de Charco Redondo, La Consentida, la Vega, El Lagarero y La Pastoría (Contreras, 1985).

El Parque encierra un complejo lagunar dentro de los que destacan las Lagunas de Pastoría, Chacahua, Las Salinas y Barra Quebrada con una longitud total de 23 km. de oriente a poniente. La topografía es plana aunque sobresalen algunos lomeríos que alcanzan un promedio de 100 m. sobre el nivel del mar. Así mismo, comprende dentro de sus límites las poblaciones de Chacahua, La Grúa, Los Azúfres, Las Salinas, El Zapotalito y El Corral, en las inmediaciones del Parque. Cuenta con una superficie total de 14,410 has, de las cuales aproximadamente 4,000 corresponden a las lagunas (Figura No. 1).

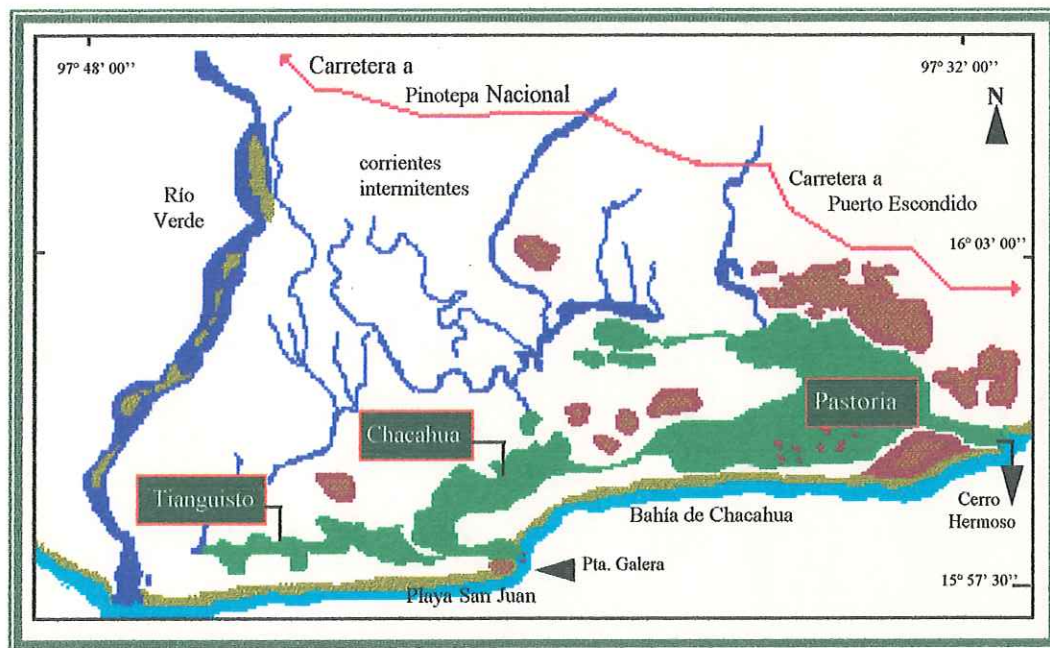
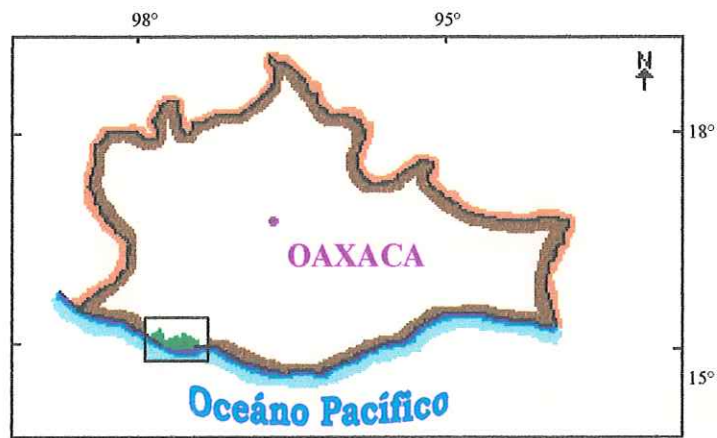


Figura No. 1 Mapa de localización del área de estudio

Dada la complejidad e interacción de los ecosistemas terrestre y acuático del sistema lagunar Chacahua-Pastoría, que depende directamente del origen de su formación y de las variaciones estacionales, se realiza una descripción detallada de estos dos aspectos, que son de gran importancia para el entendimiento de los procesos internos y externos que han ocasionado presión en el complejo lagunar.

5.1.1 ORIGEN Y FORMACIÓN

Las Lagunas de Chacahua y Pastoría según su proceso de origen y formación Lankford (1977), pertenecen a la categoría III-A, correspondiendo la plataforma de barrera interna al tipo III. Presenta depresiones inundadas en los márgenes internas del borde continental, al que rodean superficies terrígenas en las márgenes internas y se encuentra protegida del mar por una barra arenosa originada por olas y corrientes. Su formación data del establecimiento del nivel del mar, dentro de los últimos 5,000 años.

La zona de estudio se encuentra, situada en la zona de convergencia de las llamadas placas de Cocos, de Norteamérica y del Caribe, geológicamente y estructuralmente la Zona Costera del Pacífico Sur, corresponde a una Costa de Colisión Continental, esto de acuerdo con la clasificación de Inman y Nordstrom (1971). Se encuentra enmarcada por dos rasgos estructurales de primer orden: la trinchera oceánica (La Trinchera Mesoamericana) y las cadenas montañosas continentales que van a lo largo de la vertiente occidental del territorio mexicano (Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Chiapas). Dadas estas características le confieren un dinamismo evolutivo excepcional de importancia en la historia geológica de México (Toledo, 1994).

Desde el punto de vista Orográfico, el área de estudio, está comprendida en la Provincia Geológica de la Madre del Sur (López, 1981) en la porción Oaxaqueña. La topografía del área se caracteriza por una llanura aluvial casi plana y drenada por el curso bajo de los ríos y el de la zona montañosa que rodea la llanura, con pendientes superiores al 20 %,

las elevaciones dominantes (Cerro Hermoso, Punta Galera, Cerro Zapotalito, Cerro del Camote y Cerro del Corral) sobrepasan los 30 metros sobre el nivel del mar (Toledo, 1994).

Los desplazamientos del piso oceánico y la intensa actividad a nivel de la Placa de Cocos hacen de estas cadenas montañosas continentales una zona volcánica y sísmica muy activa, debido a la existencia de la falla Huacana-Escuintla de 2, 250 km. que atraviesa los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Frente a las costas de Oaxaca, la plataforma continental es en general muy estrecha, oscila de 10 a 15 km. de amplitud, ensanchándose significativamente en el Golfo de Tehuantepec hasta los 75 km. Su parte mas estrecha (4-6 km.) se encuentra en frente de Punta Galera, donde son frecuentes los cañones submarinos (Toledo 1994).

El complejo lagunar Chacahua-Pastoría se ubica Hidrológicamente en la Región 21 (SARH, 1976) llamada "Costa de Oaxaca-Pto. Ángel", cuyos ríos descienden bruscamente por las laderas y los flancos de sus cadenas montañosas hacia la planicie y litoral, lo que le proporciona altos gradientes y elevadas tasas de acarreo de sedimentos por unidad de área, cuyo potencial erosivo se incrementa con los altos índices de precipitación (1500-2000 mm). Esta región se caracteriza por la propia trayectoria perpendicular de sus ríos a la costa. La Región se encuentra dividida en 3 cuencas: Astata, Copalita y Colotepec.

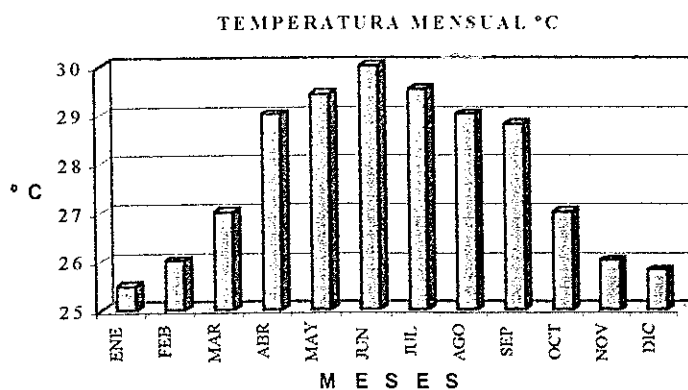
En lo que respecta a la Geología de la región, pertenece a la Unidad Litológica Sierra Madre del Sur, (INEGI, 1995) en donde tectónicamente se clasifica como costa de colisión continental, geomorfológica y genéticamente primaria (formada por movimientos diastróficos) y secundaria (erosión por oleaje y depositación marina). Las rocas más abundantes en la parte continental son metamórficas e ígneas, de la era Paleozoica. Las son de material arenoso, alimentadas por material deltáico del Río Verde que es transportado por las corrientes litorales con dirección oeste-este (Contreras, 1985).

CLIMA

De acuerdo a la clasificación climática de Köpen, el sistema lagunar se encuentra dentro de la región correspondiente al Aw0 y el Aw2, Tropical subhúmedo con lluvias en verano, A : clima cálido subhúmedo, w régimen de lluvias en verano, 0 y 2 intervalos de grado de humedad (Tabla II).

TEMPERATURA AMBIENTE

La temperatura media anual es 28.7 °C con una oscilación térmica de 3.4°C, el mes más caluroso es mayo con temperaturas de 30 °C. Enero es el mes más frío con temperaturas de 26.6 °C (Figura No. 3). Respecto a temperaturas extremas en mayo de 1972 se registraron 47 °C, mientras que en enero y febrero de 1961 las temperaturas más bajas fueron de los 9 °C. Existe una marcada diferencia entre las condiciones ambientales entre época de lluvias (verano) y época de estiaje (primavera) (Tabla II).



FUENTE: ESTADÍSTICAS DE CNA, 1990

Figura No. 3 Temperatura ambiental mensual °C

PRECIPITACIÓN:

La precipitación anual fluctúa entre 736.6 mm y 1514.7 mm anuales de lluvia, que se distribuyen irregularmente a lo largo del año. (Figura No. 4). La temporada de lluvias inicia

en el mes de mayo y concluye en el mes de septiembre, en este periodo se precipita entre 711.3 - 1478.2 mm, que representa el 97% de la precipitación anual, el mes más lluvioso es agosto con volúmenes de entre 253.3 y 362.4 mm. El mes más seco es el de diciembre con una precipitación de 3.3 mm.

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la cuenca del Río Colotepec y subcuenca San Francisco, con una subcuenca de 659.95 km² (PESCA, 1995). Limita al oeste con el Río Verde, al este con la subcuenca del Río Grande y al sur con el Océano Pacífico. Los principales escurrimientos son: El Río San Francisco, Chacalapa, y Zapotalito, el arroyo El Carrizo. El volumen anual de escurrimiento en base a estadísticas en un periodo de 17 años en dos estaciones Paso de la Reyna y Juquila es de 1 575 mm.

La laguna recibe las aguas de carácter temporal de los Ríos San Francisco, Zapotalito, Chacalapa y los arroyos Carrizo y Gallinero.

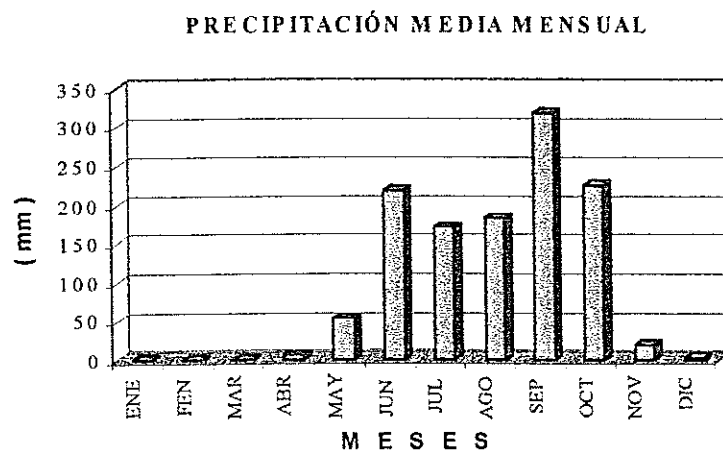
El Río San Francisco parte del SW de Santa Cruz Tututepec y llega en esa dirección hasta los canales de los manglares del parque a 4 km. del mar. Su cuenca es de 341 km² y el escurrimiento medio anual es de 133 millones de metros cúbicos. Durante el estiaje no corre ningún caudal en este río.

El Río Chacalapa parte del sur de Santiago Jocotepec, con dirección hacia el sureste, tampoco presenta caudal en época de estiaje.

Río Verde: nace de la unión de los Ríos Atoyac y Yolotepec, desemboca al poniente de Punta Galera, al Océano. Limita al norte con las cuencas de los ríos Papaloapan y Balsas, al sur con el Océano Pacífico, al oriente con la cuenca del Río Tehuantepec y al poniente con las cuencas de los ríos Ometepec y de la Arena. La llanura aluvial yace por debajo del lecho ordinario denotando un relieve de tipo acumulativo debido a las constantes inundaciones.

Los Ríos Verde, San Francisco y Chacalapa poseen pendientes fuertes condicionados por los relieves, lo que les da gran energía para erosionar y transportar materiales; al entrar a

la llanura se sucede un fuerte cambio de gradiente lo que se traduce en el abandono de la carga constituyendo relieves acumulativos.



FUENTE: ESTADÍSTICAS DE CNA, 1990

Figura No. 4 Precipitación mensual de precipitación (mm)

EVAPORACIÓN

Los mayores índices de evaporación ocurren durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, siendo la máxima registrada de 28.8 g/m^3 en un periodo de 30 años. Los índices reportados por PESCA (1990). De acuerdo por lo propuestos por Labeyrie (1986) la Laguna de Chacahua un promedio de 32.5 g/m^3 , siendo mayores que los reportados para la laguna de Pastoría de 29.4 g/m^3 ,

Tabla II. Registro de Temperatura, Presión y Evaporación en 3 estaciones meteorológicas para las 3 estaciones del año.

ESTACIÓN	AÑOS	PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO		
		T	P	E	T	P	E	T	P	E	T	P	E
Pinotepa Nacional	30	27.3	29.0	26.2	27.3	314.8	26.2	26.7	215.2	25.4	26.3	7.26	24.8
Paso de la Reyna	15	27.7	28.1	26.5	28.3	255.7	27.4	27.0	189.6	26.5	26.6	5.61	22.9
Pto. Angel	30	28.4	27.0	27.9	28.5	162.1	28.0	28.2	153.4	28.2	27.6	3.7	27.3

Fuente: Estadísticas meteorológicas

Estaciones : Primavera (marzo-abril-mayo)

Otoño (septiembre-octubre-noviembre)

Verano (junio-julio-agosto)

Invierno (diciembre-enero-febrero)

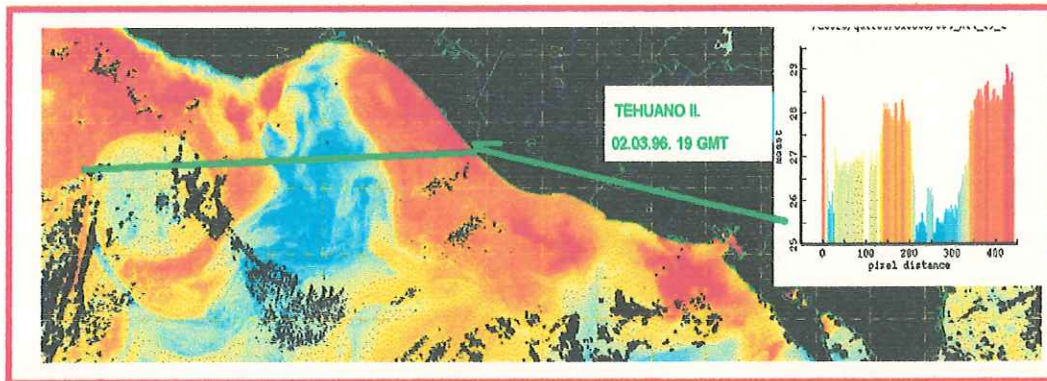
VELOCIDAD DEL VIENTO

Los vientos dominantes proceden de la dirección noroeste, alcanzan intensidades de 14 m/seg. Sin embargo, en los meses cálidos, el cinturón de calmas ecuatoriales se ubica más al norte, originándose un cambio de los vientos dominantes a una dirección sur.

Otros vientos que hacen presencia en esta zona son los denominados "Nortes", provenientes de la vertiente del Golfo, al cruzar el estrecho continental del Istmo de Tehuantepec, donde, orográficamente la Sierra de Chiapas en la Sierra Madre del Sur, presenta una altitud descendiente de 2,000 m hasta 40 m sobre el nivel del mar, en una escotadura de 40 km. de ancho. Este lugar de la costa mexicana es por donde los gradientes de presión atmosférica inducidos por los anticiclones que ocurren en octubre marzo disipan su energía potencial. (Figura No. 5). Las velocidades sostenidas alcanzan un promedio de 30m/s. Estos vientos se conocen como los Tehuantepecanos. (Fernández, *et al*, 1993).

Cuando estos vientos acometen violentamente sobre el mar, llevan tal fuerza de arrastre que desplazan en su misma dirección importantes volúmenes de agua superficial del Golfo de Tehuantepec, agua que tiene que ser compensada por agua subsuperficial y también por agua superficial lateral, no afectada directamente por estos vientos. El agua subsuperficial que asciende proviene de una profundidad de hasta 150 mts. Con temperaturas con 3 grados de diferencia. Como se observa en la figura No. 3 la zona de

influencia de esta corriente ascendente de mezcla vertical afecta la mayor parte de la costa de Oaxaca.



Fuente: <http://eduwww.cr.usgs.gov/LANDSAT-TM>

Figura No. 5 Temperaturas superficiales del Golfo de Tehuantepec en condiciones de Tehuano

Otros vientos que afectan la zona de estudio según la estación meteorológica de "Paso de la Reyna, proceden de la dirección suroeste, con velocidades máximas de 6.0 ms^{-1} . Estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional (1989), reportan que en un periodo de 16 años, (1961 a 1977), las máximas velocidades registradas son de 8.0 ms^{-1} a 13.8 ms^{-1} y las mínimas fluctúan entre los 0.6 ms^{-1} y 3.3 ms^{-1} .

La costa de Oaxaca queda comprendida en la zona tropical, en donde el comportamiento de los ciclones o huracanes es viajar hacia el oeste, alejándose de México o seguir una trayectoria paralela a la costa del Pacífico y a veces llegan a penetrar a tierra.

La formación de estos sistemas de rotación producidos en la atmósfera poseen un núcleo central cálido que se desarrolla en la parte media, siendo un integrante necesario para su formación y mantenimiento (Figura No. 6).



Fuente: <http://www.noaa.edu>

Figura No. 6 Imagen del Huracán Pauline el 7 de octubre de 1997

Los ciclones se forman en el mar principalmente cuando existen temperaturas superficiales en el océano mayores a los 26°C y un patrón favorable de vientos. En la temporada de lluvias, los vientos soplan en los hemisferios norte y sur (alisios) y se unen cerca del Ecuador originando centros de baja presión. El viento en la zona circundante fluye hacia éstos para iniciar su ascenso extrayendo aire caliente y húmedo del mar que libera vapor de agua.

El calor latente ganado por la condensación del vapor es la forma principal de energía. Por la influencia de la fuerza de rotación de la Tierra, el aire converge,

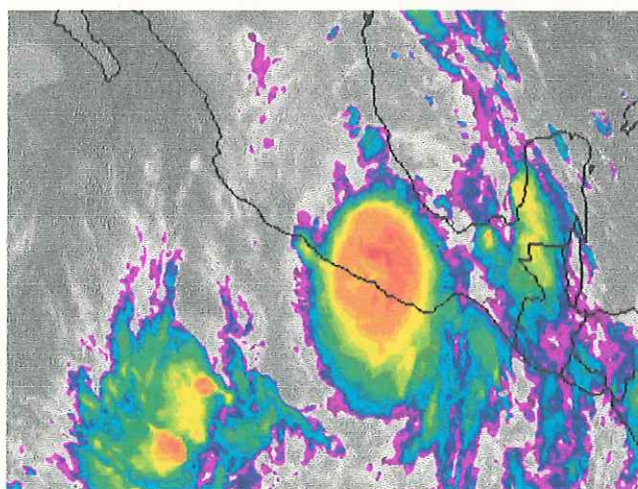
gira y comienza a moverse en forma circular. En la formación y disipación de los huracán se identifican 4 etapas (Tabla III).

Tabla III Formación y disipación de los huracanes

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS
1	Formación de la Depresión Tropical: el viento empieza a aumentar en superficie a una velocidad máxima de 60 km/h, la presión desciende hasta cerca de los 1000 hp. Y las nubes comienzan a organizarse.
2	Formación de Tormenta Tropical: el viento continua aumentando a una velocidad máxima que va de 61 - 118 km/h. Las nubes se distribuyen en forma de espiral y empieza a formarse un pequeño ojo de forma circular. La presión se reduce a menos de 1000 HP.
3	Intensificación a Huracán: el viento continua aumentando a una velocidad mayor de 120 km./h. El área nubosa se expande obteniendo su máxima extensión entre los 500 y 900 km. de diámetro produciendo intensas precipitaciones. El ojo del huracán cuyo diámetro varía entre 24 y 40 km. es un área de calma libre de nubes. En esta etapa de madurez el ciclón se gradúa por medio de la escala de Saffir-Simpson (1 - 5).
4	Disipación: este inmenso remolino es mantenido y nutrido por el cálido océano hasta que se adentre en aguas más frías o al entrar en tierra firme, perdiendo rápidamente su energía empezando a disolverse debido a la fricción que causa su traslación sobre el terreno, las nubes comienzan a disiparse.

Fuente: Revista México Desconocido Noviembre-1997

La temporada ciclónica inicia en el 15 de mayo y termina el 30 noviembre, con un promedio de 16 para el periodo de 1968 - 1996, siendo el mes más activo en agosto.



Fuente: <http://eduwww.noaa/>

Figura No. 7 Imagen infraroja (09-09-97) de escala de velocidades (50- 250 km/hr)

Históricamente, los registros desde 1949 - 1996 indican el arribo de 6 ciclones a las costas de Oaxaca: Estelle en 1960 en Puerto Escondido, con vientos máximos de 140 km/h con categoría No. 1; y otros de menor intensidad: Beulah y Mónica (26 septiembre 1967), Emily (19 de agosto 1969), Glenda (8 de septiembre de 1972), Orlene (21 de septiembre 1974) Fifi 28 de septiembre 1974).

Con relación a los impactos del clima, estos fenómenos determinan un aumento en las precipitaciones y recarga de acuíferos durante la temporada de mayo a noviembre. Estas variaciones estacionales y anuales se correlacionan inversamente con la temperatura y los déficit de lluvia usualmente van acompañados de temperaturas elevadas y de una mayor evaporación, así como una disminución de la humedad atmosférica, pudiendo relacionarse con una menor penetración de estos ciclones o un cambio en sus trayectorias en las que se desarrollen muy alejadas de las costas.

Como se puede observar en la Tabla IV y Figura No 8, la ocurrencia de ciclones en este año se incremento debido al fenómeno del Niño.

Tabla IV Registro 1996 - 1997 de los ciclones en el Pacífico Sur

NOMBRE	VELOCIDAD DEL VIENTO - RACHAS km/hr	CONDICIONES AMBIENTALES	ÁREA DE IMPACTO EN TIERRA
* Alma	165 - 190	presión 975 hp nublados con lluvia moderada	Michoacán.
* Boris	150 - 175	lluvias y vientos de moderados a fuertes	Guerrero
* Cristina	110 - 140	presión 994 h lluvias abundantes	Puerto Escondido, Oax
** Andrés	50 - 75	nublados y lluvias moderadas	frente a las costas de Oaxaca y Chiapas
** Linda	290- 350	Fuerte convección y tormentas, con oleaje de mayor de 4 metros	frente a las costas de Guerrero y Oaxaca
** Olaf	55 - 75	fuerte convección y lluvias, vientos moderados	Huatulco, Oax
** Pauline	215 - 260	humedad y lluvias abundantes oleaje mayor de 4 m	Puerto Ángel, Oax.
** Rick	55 - 85	humedad y lluvias abundantes oleaje mayor de 4 m	Puerto Escondido, Oax

* 1996

** 1997

Fuente : [http // www.cfe/SMN//. gob](http://www.cfe/SMN//.gob) (Sistema Meteorológico Nacional)

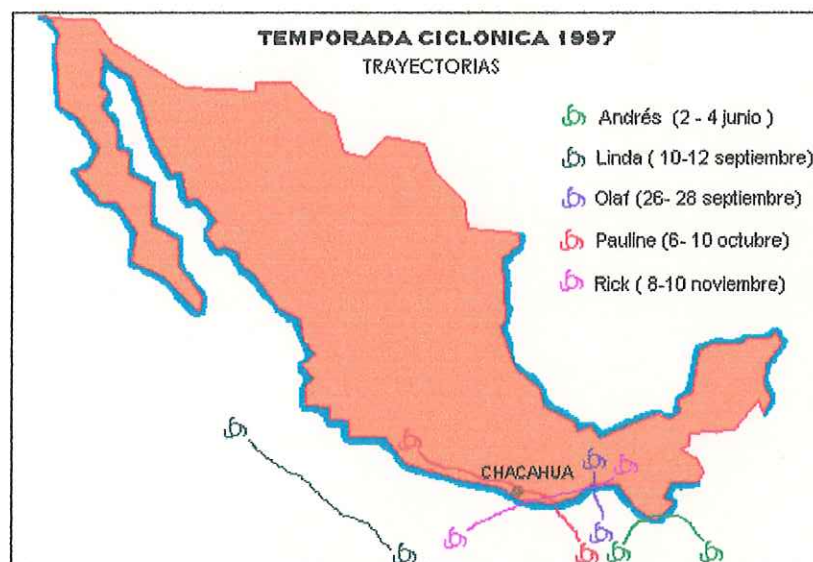
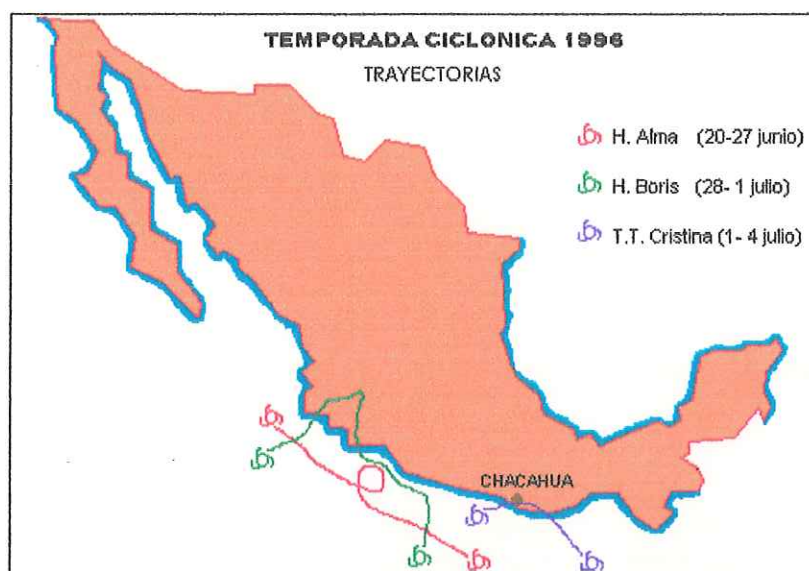


Figura No. 8 Nombre y trayectoria de los ciclones que afectaron la zona de estudio en el periodo 1996 - 1997

6.3 DATOS OCEANOGRÁFICOS.

PLANICIE COSTERA

El área de estudio, se encuentra ubicada dentro de la plataforma que en promedio es de 60 km. de ancho, estrechándose frente a las costas de Oaxaca, con una anchura de 10 y 15 km. La parte más angosta (4- 6 km.) se localiza frente a Chacahua, aumentando nuevamente en el Golfo de Tehuantepec frente a Salina Cruz con 50 km., alcanzando los 140 km. en la parte central frente al Mar Muerto (Gallegos, 1994)

La línea de costa es paralela a la Trinchera Mesoamericana. La ladera oceánica describe una banda de topografía irregular, suavemente ondulada que alcanza los 3,500 m de profundidad frente a las costas de Oaxaca.

Este marco geológico y tectónico condiciona los patrones de las cuencas de drenaje, dirección, intensidad y velocidad de los ríos, así como los procesos erosivos y características de los sedimentos.

En la actualidad, la planicie costera, se encuentra en etapa de franca madurez. En esta se presentan una serie de lagunas alineadas y paralelas a la costa e interconectadas entre si. Asimismo existen depósitos litorales constituidos fundamentalmente por arenas y es posible distinguir acumulaciones que constituyen dunas. Las dunas más alejadas de la costa pueden catalogarse como dunas antiguas, en las cuales las arenas componentes varían en tamaños de medio a grueso. Las dunas próximas a la costa se consideran jóvenes o recientes, constituidas por arenas finas.

CORRIENTES

El Océano Pacífico Oriental Tropical dentro de la cual se localiza el área de estudio, está sujeto a una considerable variación, tanto por el sistema de vientos como los movimientos giratorios anticiclónicos en el Pacífico Norte y Sur. (Wyrtki, 1965). Los movimientos giratorios están constituidos en el Pacífico Norte por la corriente de

California, La Corriente Ecuatorial Septentrional, mientras que en el Pacífico Sur por la Corriente del Perú y la Corriente Ecuatorial Meridional. (Figura No. 9)

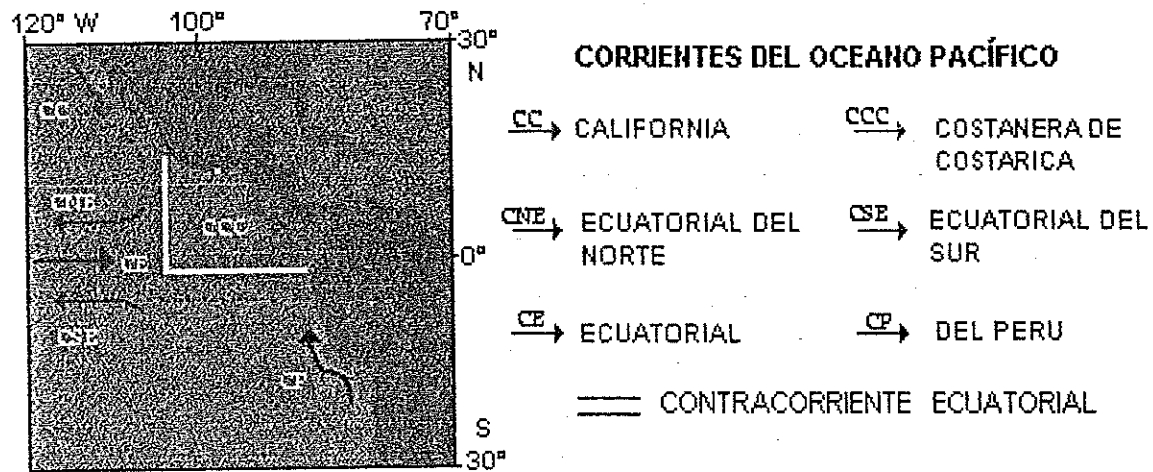


Figura No. 9 Sistema de Corrientes del Océano Pacífico

A causa de la configuración de la costa, los movimientos giratorios no logran penetrar en el área de Pacífico Oriental Tropical entre Cabo Corrientes y el Ecuador. La variabilidad de la circulación superficial en esta región puede ser definida en base a su estacionalidad (Figura No. 10)

- 1) Agosto-Diciembre : La Contracorriente Ecuatorial se desarrollo totalmente y la Corriente Ecuatorial del Sur se intensifica, especialmente en su parte norte del Ecuador. Durante este periodo la mayor parte del agua fluye alrededor del Domo de Costa Rica y penetra la Corriente Ecuatorial del Norte entre los 10° y 20° N. La Corriente de California California se localiza mar afuera, su velocidad es muy débil, presenta movimientos hacia el noroeste a lo largo de la parte meridional de la costa, y hacia el sudeste. (A)
- 2) Febrero-Junio : la Corriente de California adquiere mayor velocidad y es casi paralela a la costa con un ligera componente de alta mar. En primavera penetra más al sur supliendo el agua de la Corriente Ecuatorial del Norte. Frente a las costas de México, entre los 10 y 20° N la circulación es anticiclónica con componente al sur a lo largo de

las costa y este del Golfo de Tehuantepec. La Contracorriente desaparece totalmente. Durante este periodo se mantiene un flujo ciclónico alrededor del Domo de Costa Rica, y una corriente anticiclónica alrededor de los 5 ° N. B)

- 3) julio-agosto : La corriente de California se debilita y comienza a separarse de la costa, y se observa un débil movimiento hacia el noroeste, a lo largo de la costa que llega hasta cerca de los 25° N. En este periodo grandes cantidades de agua de la Contracorriente toman rumbo hacia el norte y alimentan el flujo hacia el oeste entre los 10° y 20° N. en los meses de octubre cuando no se encuentra la contracorriente en la superficie, la Corriente Costanera del Perú y la Corriente Oceánica del Perú forman un solo flujo uniforme al noroeste, pasando dentro de la Corriente Sudecuatorial, que es más fuerte en este periodo. C)

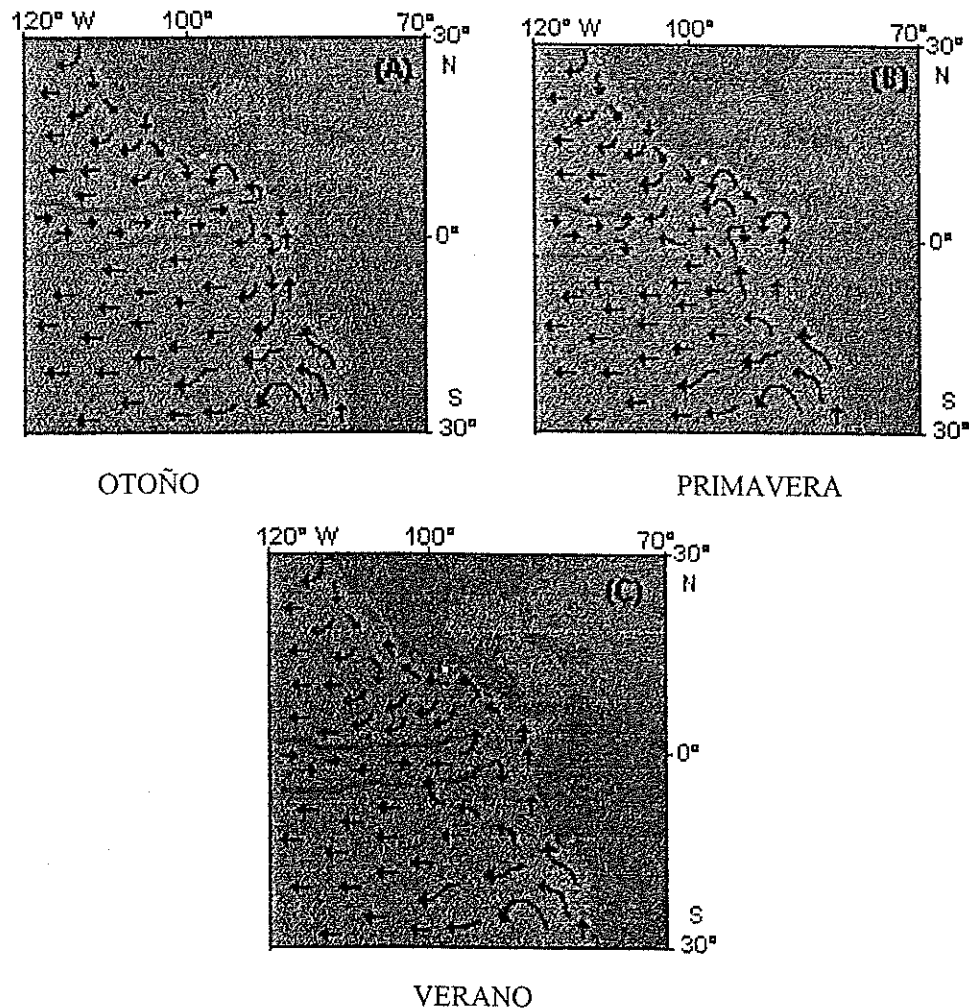


Figura No. 10 Patrón de circulación en el Océano Pacífico en 3 periodos

Ledesma-Vázquez *et al*, (1993) en base a registros *insitu* de corrientes costeras reporta que en la zona de estudio la dirección de la corriente es predominante de oeste a sureste, con la presencia de contracorrientes de menor magnitud.

La velocidad de la corriente frente al litoral alcanza valores de 15 cm/seg. con dirección variable. Las direcciones Sureste y Este-Sureste durante los meses de invierno, cambiando al Noroeste y al Oeste-Noroeste en el resto del año (Ramón Díaz, 1997). Las corrientes generadas por oleaje sobre la costa, tienen una componente de mayor frecuencia hacia el Sureste, dirección en la que es arrastrado el material sólido, proveniente de la descarga de los ríos y la erosión costera.

OLEAJE

El oleaje es estacional y sus características dependen principalmente de la dirección, velocidad y duración del viento. La zona de estudio se ve afectada en los meses de diciembre-marzo por los Tehuantepecanos, y de mayo a noviembre por la época de huracanes que generan oleaje de mayor altura, registrándose alturas mayores a los 5 metros. En las otras épocas del año, las olas son generadas en lugares distantes del Océano Pacífico Central de periodo y longitud largos. El oleaje predominante en la costa es de procedencia Oeste para el régimen anual, y en verano presenta una componente del sur.

De acuerdo a registros realizados por el Ocean Wave Statistics (WS) (Hogben *et al*, 1967) para la zona 22 correspondiente al área de estudio, se reporta una altura significativa ($H^{1/3}$) 1.94 m y un periodo significativo ($T^{1/3}$) de 9 seg. con una frecuencia de dirección Oeste de un 64%.

Las tendencias estacionales de $H^{1/3}$ y $T^{1/3}$ reportadas por Díaz (1995) se presenta en la Tabla V.

Tabla V. Alturas y periodos significantes

ESTACIÓN	$H^{1/3}$ (m)	$T^{1/3}$ (seg.)
Primavera	1.33	7
Verano	2.46	10
Otoño	1.68	8
Invierno	1.94	8

Fuente Ocean Wave Statistics (WS)

MAREAS

La marea que se registra en las costas de Oaxaca es mixta predominante semidiurna (dos pleamares y dos bajamares). Se cuenta con registros mareográficos en Acapulco, Gro, Puerto Ángel y Salina Cruz, Oaxaca. (Tabla VI)

La amplitud promedio de la marea es de 1.0 m y la amplitud máxima de 1.80 m con esta amplitud se genera una circulación costera que mantiene, a través del flujo y reflujo mareal, una benéfica renovación del agua de mar .

Tabla VI. Registros mareográficos en 3 estaciones (metros)

Planos de marea	ACAPULCO, GRO Enero 1952 a Diciembre de 1971	PTO. ANGEL, OAX Enero 1969 a Diciembre de 1978	SALINA CRUZ, OAX Mayo 1952 a Diciembre a 1971
Altura máxima registrada.	1.366	no registrado	1.296
Pleamar máxima registrada	0.909	1.058	1.174
Nivel de Pleamar media superior	0.342	0.546	0.645
Nivel de pleamar media	0.236	0.441	0.536
Altura mínima registrada	-1.227	no registrado	no registrado
Baja mar mínima registrada	-0.77	-.923	-1.112
Nivel de bajamar media inferior	-0.306	-0.447	-0.574
Nivel de bajamar media	-0.238	-0.444	-0.536

Fuente : Instituto de Geofísica U.N.A.M

TEMPERATURA OCEÁNICA

La estructura térmica del Pacífico Tropical Este se caracteriza tener en superficie una capa de mezcla de poco espesor, con temperaturas alrededor de 28°C en los meses de invierno y 30°C en verano. Por debajo de ella una capa subsuperficial una termoclina bien identificada que va en promedio a los 30 m. y posteriormente una capa con variación es mínimas y graduales.

Sin embargo, este año se considera anómalo debido a que en sus inicio, se reportó la ocurrencia del fenómeno del Niño, uno de los más intensos del siglo. En el Océano, la Corriente Ecuatorial que desplaza las aguas frías de la corriente del Perú al oeste, se debilita, favoreciendo el transporte de aguas cálidas hacia la costa de América del Sur. Se extiende a la parte noroeste de Brasil, Colombia. Por otra parte aumenta las precipitaciones sobre el Pacífico oriental y central y en las costas de América del Sur y sur de Estados Unidos durante el invierno.

Uno de sus efectos más notorios de este fenómeno, es el calentamiento la superficie del oeste Océano Pacífico, afectando principalmente a la costa de América y en especial a las costas del Perú, Golfo de Tehuantepec y Península de Baja California, con una anomalía térmica positiva de 3.5°C .

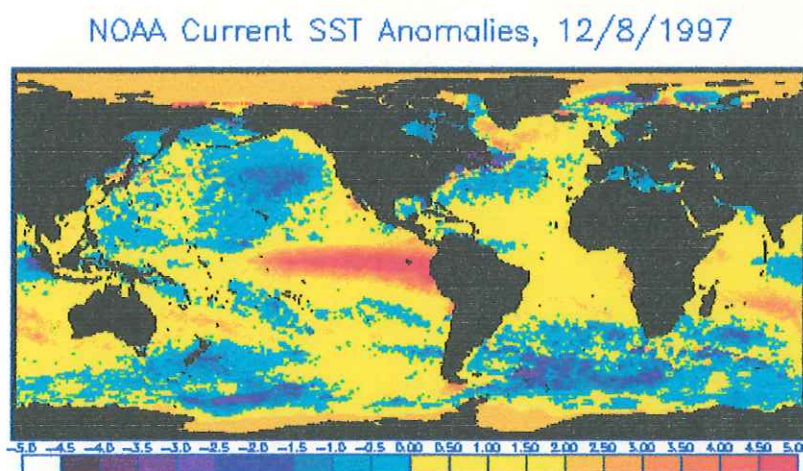


Figura No. 11 Anomalías de temperatura en el Océano Pacífico debido al Niño

Para la recopilación de los datos de campo se realizaron 7 salidas a la Laguna. La distribución se hizo tomando en consideración las estaciones del año, con la finalidad de abarcar un ciclo anual y registrar los cambios estacionales de la laguna y el litoral. (Tabla VII)

Tabla VII Distribución de las salidas de campo

AÑO	MES	DÍA	ESTACIÓN
96	agosto	22 - 23	verano
	octubre	16 - 18	otoño
	diciembre	4 - 6	invierno
97	febrero	10 - 13	invierno
	junio	19 - 20	primavera
	septiembre	23 - 26	verano
	noviembre	13-15	invierno

La toma de muestras y registro de los datos se realizaron de la siguiente manera :

1 .- Batimetría

Se utilizaron los registros de profundidad del Hidrolab H20 Multiparameter Water Quality Multiprobe Loggers Data Sounder, 1994 de las 18 estaciones hidrológicas. Se realizaron las isoclinas de profundidades con SURFER 6.0 para su interpretación utilizando los datos de verano e invierno de los años 1996 y 1997.

2 .- Marea :

Se instalaron dos reglas de marea, una en la entrada de la boca y la otra en la mitad del nuevo canal de comunicación con el mar. Se realizaron lecturas de alturas por un periodo de 24 horas.

Mediante un gráfico de las dos ondas de marea se observó el desfase entre ellas y la comparación con la hora y alturas predichas para Huatulco Oax.

3.- Hidrología :

Se estableció una red de 18 estaciones dentro de la laguna en base a su morfología y batimetría. La ubicación de las estaciones se realizó con un posicionador por satélite (GPS) Marca Magellan y una brújula. Los registros de las variables hidrológicas se realizaron con un Hidrolab. En cada una de las estaciones se registró de las variables hidrológicas (temperatura, salinidad, oxígeno y pH) con intervalo de 1 m de superficie a fondo. La precisión de estas mediciones es de $\pm .15^{\circ}\text{C}$, ± 0.2 , $\pm 0.2\text{ mg/L}$, ± 0.2 unidades, respectivamente. Las isolineas se realizaron con el programa SURFER 6.0.

4.- Levantamiento de perfiles de playa :

La ubicación y distribución de los perfiles se realizó en base a las variaciones en la morfología de la playa, tales como diferencias de alturas, distancia y altura de la berma, distancia a la zona de rompiente. Se ubicó un banco de nivel arbitrario (una roca), y mediante la medición de distancias y ángulos con respecto al Norte se ubicaron los perfiles con un número variable de estaciones en cada uno de ellos (dependiendo de la configuración de la playa y la localización de la berma). La longitud total de los perfiles dependió de la distancia de la berma a la rompiente. El equipo utilizado fue un nivel marca THEO 080 A con una precisión de $\pm 15''$ y un aumento del lente de 18x, un estadal de 5 m., dos balizas y una cinta. Para el cálculo de diferencias de volumen de sedimento de los perfiles en las distintas estaciones, se utilizó con un programa Fortran con el cual se realizó cálculo de área bajo la curva. Para ello fue necesario la estandarización de longitudes totales de los 14 perfiles.

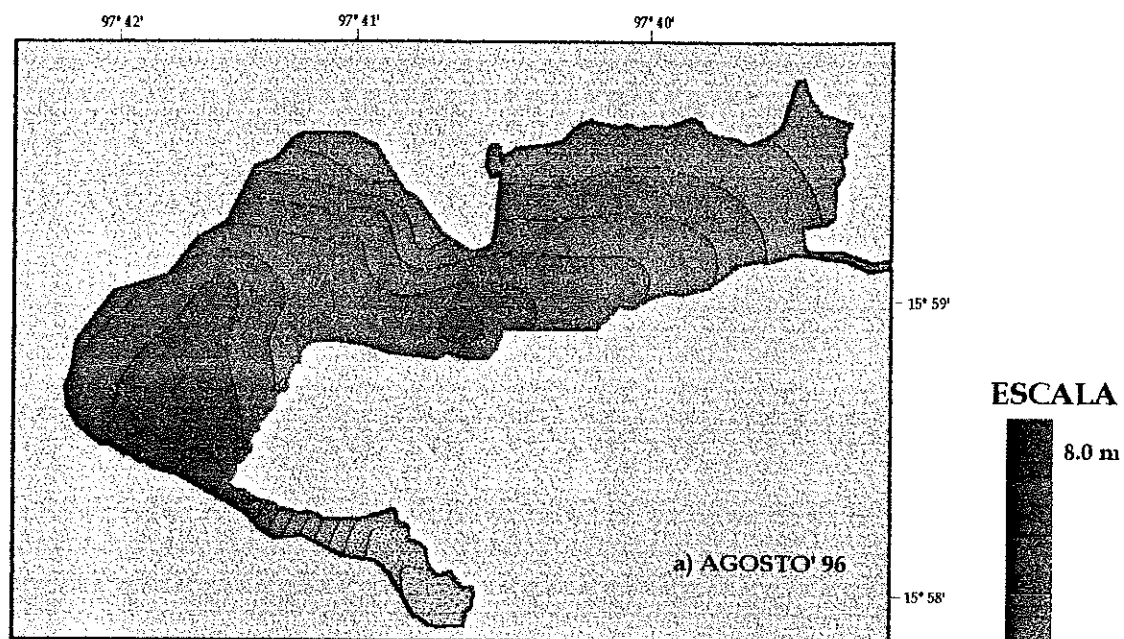
La presentación de resultados se plantea conforme a los objetivos planteados

8.1 Batimetría

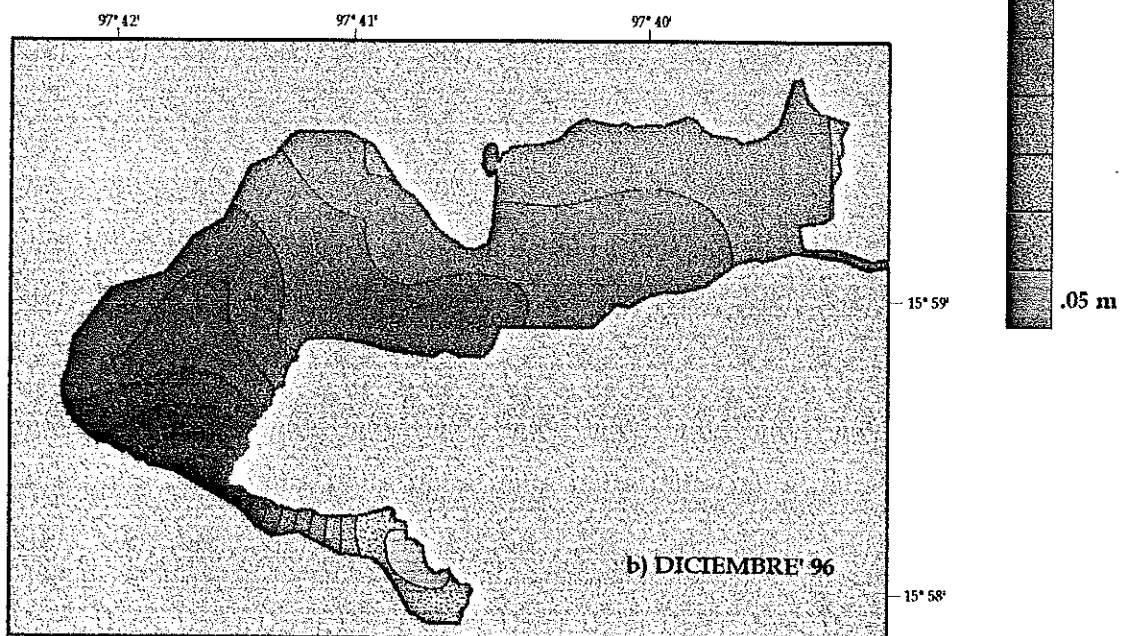
La comparación estacional de la batimetría, se realizó mediante el análisis de las isolíneas del verano e invierno de 1996 y verano e invierno de 1997.

- ♦ *Verano' 96* la profundidad promedio de la laguna es de 3 m., como se puede observar en la figura No. 12 a). Las partes someras se localizan en las márgenes con profundidades que varían de .3 a .5 m. La zona que presenta mayor profundidad es el principio del canal de la antigua boca, siendo el máximo registrado 13 m. con un promedio de 6 m.
- ♦ *Invierno' 96* , la laguna presenta cambios significativos, una vez transcurrido la época de lluvias (mayo-septiembre), los ríos San Francisco y Chacalapa) aportan gran volumen de sedimento en las desembocaduras, disminuyendo la profundidad en el delta un promedio de 2 m. (Figura No. 12 b). La zona de mayor profundidad no tiene variaciones. La parte final de la antigua boca presenta un mayor azolvamiento, con profundidades máximas de 1.5 m.
- ♦ *Verano' 97* presenta un grado mayor de azolvamiento, tanto en la parte central como en los bordes. La laguna posee una profundidad promedio de 2 m., (Figura No.13 a). El área de mayor profundidad no presenta cambios significativos. La zona de la antigua boca, presenta profundidades máximas de 1.0 m.
- ♦ *Invierno' 97* con el arribo del huracán Pauline a las costas y trayectoria por la sierra de Oaxaca, propicio un aumento en la precipitación pluvial, originando la formación de grandes avenidas de agua con gran acarreo de sedimento, cuyo destino final fueron las lagunas. Laguna presenta en la actualidad una profundidad promedio de 1.5 m. en las desembocaduras. (Figura No. 13b). La zona de mayor profundidad, no presenta variación. La corriente de agua generada por la fuerza de salida hacia el mar, del agua

acumulada en la laguna, (aumento del nivel medio superior a 1.5 m.) dió lugar a la apertura de la antigua boca. La batimetría del canal muestra al inicio del canal (sur-norte) una profundidad de 6.5 m., en su parte media 3.5 m. y al final 12 m. La longitud del canal es de aproximadamente 1.5 km.



a)



b)

Figura No. 12 Cambio batimétrico (Verano' 96 - Invierno' 96)

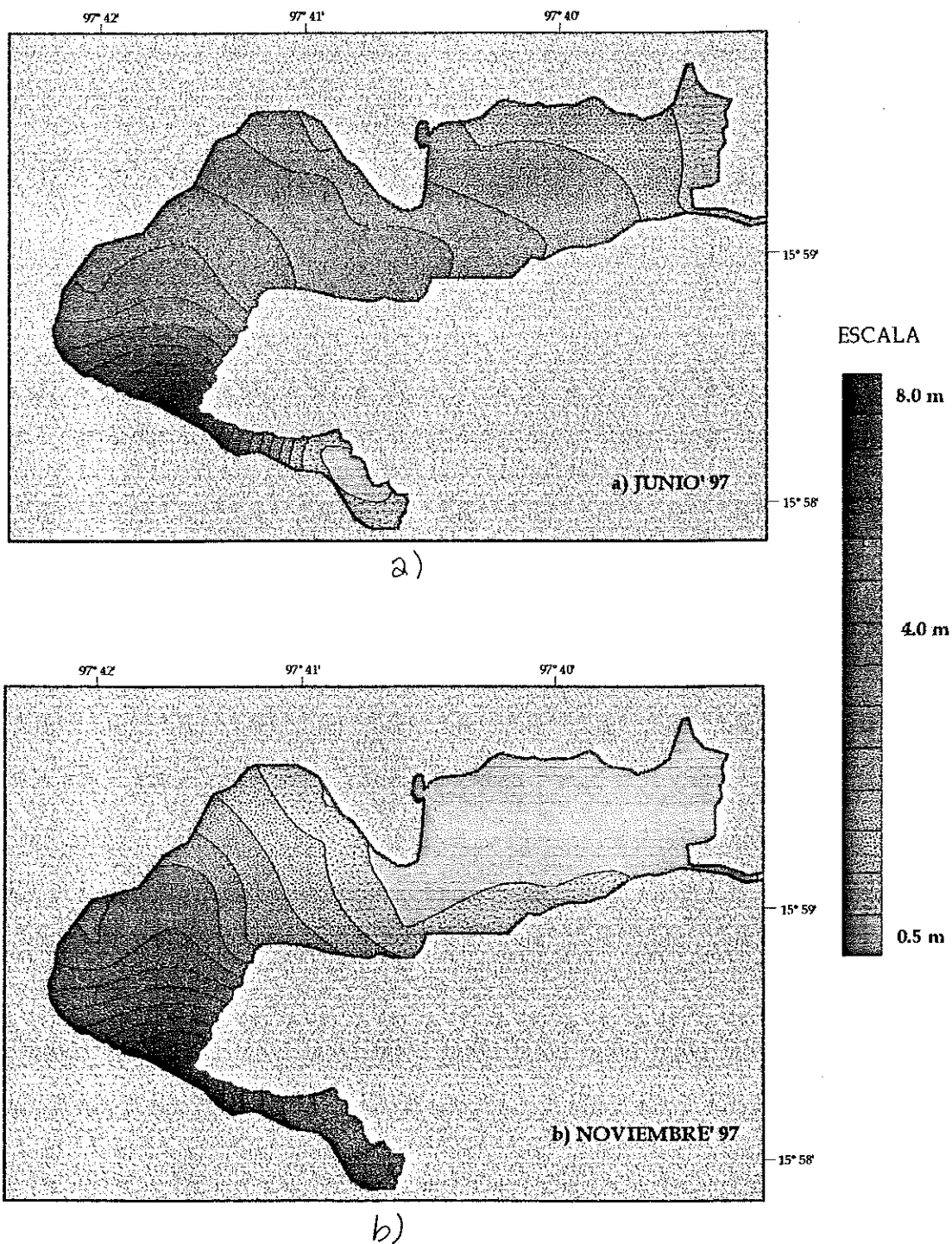
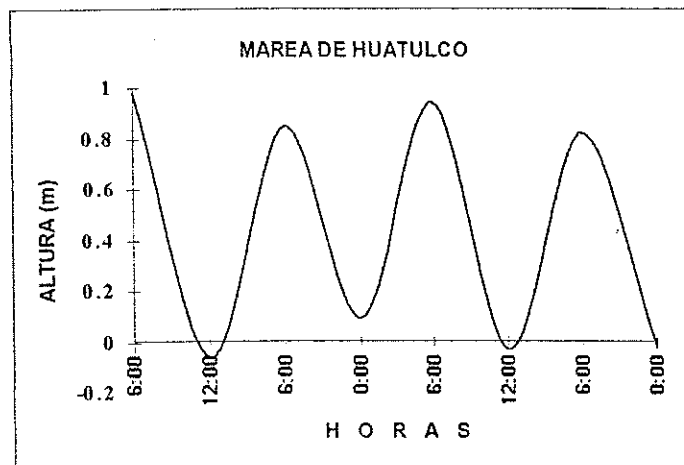


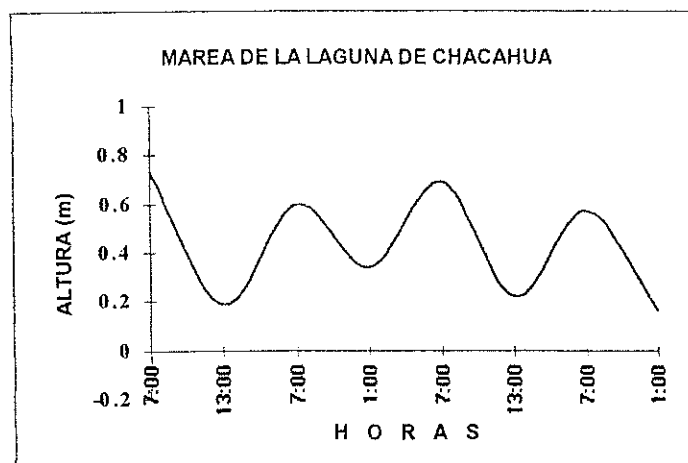
Figura No. 13 Cambio batimétrico (Verano' 97 - Invierno' 97)

8.2 Marea

Mediante una serie de 48 horas se realizaron las lecturas de marea, en la parte media del canal principal de la laguna. Se observó que la onda tiene un desfase de 1 hora con respecto a Huatulco y una atenuación de 25 cm. (Gráfica No. 11 a y b)



a)



b)

Figura No. 14. Comparación de las ondas de marea a) Huatulco y b) Chacahua

8.3 Hidrología

Se monitoreó una red de 18 estaciones, distribuidas : 10 en el contorno, 4 en el centro y 5 en el canal principal de la laguna, con la finalidad de encontrar las variaciones de los parámetros hidrológicos asociados a la morfología y batimetría. (Figura No. 15).

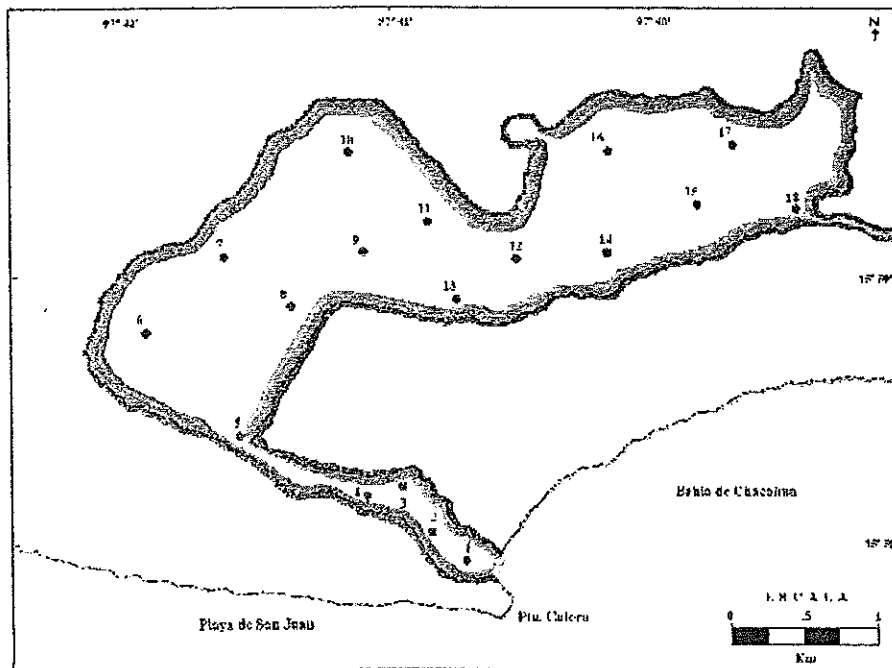


Figura No. 15 Localización de las estaciones hidrológicas

El registro de los datos de campo de cada estación en todos los muestreos a la misma se realizó a la misma hora, de 8 a 11 am. Se tomó en cuenta altura de la marea del día del muestreo. Para el análisis estacional comparativo de las condiciones hidrológicas de la laguna, se graficaron los perfiles verticales de los 4 parámetros hidrológicos (temperatura, salinidad, sigma y oxígeno). La profundidad se estandarizó a 4 m. en todas las estaciones, con intervalos de profundidad de 1 m. Para el mejor análisis del comportamiento vertical de la columna de agua se escogieron únicamente 6 estaciones representativas, (2, 6, 9, 11, 15 y 18). Lo anterior con la finalidad de observar la estabilidad de la columna de agua, para lo cual fue necesario realizar cálculo de la densidad (sigma kg/m^3) y con ello la identificación de las masas de agua.

En la Tabla No. VIII se muestran los intervalos de variación de los parámetros hidrológicos en los meses registrados.

Tabla No. VIII Rangos de los parámetros hidrológicos encontrados en las 7 salidas:

MES	PROFUNDIDAD m	TEMPERATURA °C	SALINIDAD	OXIGENO ml/L	pH
AGOSTO	SUPERFICIE	29.02 - 30.78	8.60 - 11.30	2.90 - 6.50	8.30 - 8.71
	FONDO	29.10 - 30.60	42.0 - 49.0	0.05 - 0.20	7.50 - 8.00
OCTUBRE	SUPERFICIE	31.37 - 34.11	1.30 - 1.70	5.66 - 8.02	10.03 - 10.2
	FONDO	29.00 - 29.67	43.0 - 45.0	0.08 - 0.38	7.50 - 7.60
DICIEMBRE	SUPERFICIE	28.03 - 29.54	8.00 - 8.60	3.43 - 5.65	9.29 - 9.60
	FONDO	29.69 - 29.75	42.0 - 43.0	0.07 - 0.80	7.3 - 7.35
FEBRERO	SUPERFICIE	29.70 - 32.76	19.4 - 31.9	3.35 - 7.34	6.87 - 6.94
	FONDO	29.70 - 29.77	45.3 - 46.4	0.43 - 1.35	7.85 - 8.02
JUNIO	SUPERFICIE	30.87 - 31.55	30.4 - 31.77	0.01 - 3.49	7.48 - 7.82
	FONDO	30.22 - 31.65	31.0 - 47.5	0.01 - 0.06	7.54 - 7.82
SEPTIEMBRE	SUPERFICIE	30.13 - 30.70	25.30 - 26.1	2.25 - 3.50	7.91 - 8.10
	FONDO	29.55 - 30.7	25.31 - 26.1	0.03 - 2.40	7.29 - 7.96
NOVIEMBRE	SUPERFICIE	28.55 - 30.01	11.32 - 35.0	4.50 - 6.02	8.21 - 8.64
	FONDO	28.40 - 30.06	15.0 - 35.60	3.90 - 5.60	8.30 - 8.64

valores mínimos
valores mínimos

8.3.1 Descripción del comportamiento de las variables hidrológicas :

- ♦ *Temperatura:* La variación anual en superficie es de ± 6 °C. Los valores máximos y mínimos se registraron en los meses de octubre y diciembre, respectivamente (Figura No. 16). La variación de temperatura para el fondo es de ± 3.25 °C registrando el máximo en verano y el mínimo en invierno. El valor promedio de temperatura anual en superficie es de 31 °C y para el fondo de 29.5 °C. Los perfiles verticales muestran un comportamiento uniforme hasta la profundidad de 2.5 m., a partir de donde se presente una disminución brusca dentro del intervalo de 1-3 °C en verano y de 1-1.5 °C en invierno. Las estaciones que presentan temperaturas más elevadas se encuentran en la zona de bajos como es el caso del antiguo canal y las estaciones cercanas al canal de intercomunicación con profundidades máximas de 1m.

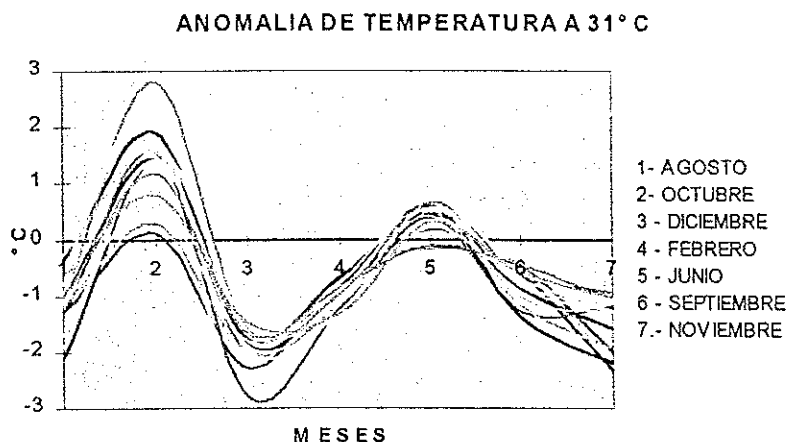


Figura No. 16 Anomalía térmica para las 18 estaciones

- ♦ **Salinidad:** La variación anual de salinidad en superficie es de ± 30 ppm y de ± 3 en fondo. Los registros de salinidad más baja en superficie se presentan en verano (época de lluvias) y los máximos en otoño (época de secas). La salinidad también presenta un comportamiento similar al de temperatura con un aumento en las zonas someras de la laguna. Los perfiles verticales muestran un aumento brusco a partir de los 2.5 m. variando en $(20 - 45 \text{ ppm})$ en verano $(1 - 40 \text{ ppm})$ en otoño y $(15-40 \text{ ppm})$ en invierno. Se observa una estratificación en la columna en 2 masas de agua, que no permite la homogeneización y mezcla de ambas por poseer diferentes densidades.

- ♦ **Oxígeno:** La variación anual en superficie es de $\pm 6 \text{ ml/L}$ y en fondo de $\pm 2 \text{ ml/L}$. Los valores máximos y mínimos son para superficie en otoño-invierno $(6.5 - 7.60 \text{ ml/L})$ y verano $(0 - 0.15 \text{ ml/L})$ en invierno, respectivamente. El promedio anual de oxígeno en superficie en la laguna es de 3.85 ml/L , mientras que en el fondo se encuentran valores muy cercanos a cero. Los perfiles verticales nos muestran que en superficie y hasta los 2 metros las concentraciones más altas se ubican en las estaciones cercanas al canal de intercomunicación Chacahua-Pastoría. El comportamiento de éste parámetro presenta una acelerada disminución a partir de 1.5 m., registrándose después de esta profundidad valores por debajo del 1 ml/L . Como se mencionaba anteriormente la capa más densa que se encuentra en el fondo es la que posee menor concentración de oxígeno.

- ♦ *pH*: El intervalo de variación de este parámetro es de ± 4 unidades, obteniéndose los valores más altos en octubre 10.25 y el mínimo en 6.87 en febrero. Las mayores variación se registraron entre verano-invierno con ± 2 en superficie y ± 1.5 en fondo.

Para el análisis de la distribución superficial de los parámetros hidrológicos se realizaron los gráficos de perfiles verticales de 6 estaciones (2, 6, 9, 11, 15 y 18), debido a que registran por su ubicación las mayores variaciones dentro de la laguna. Para la corroboración de lo anterior se elaboraron las isolneas y la comparación con los rasgos batimétricos con el objetivo de observar si existe influencia en la variación de ellos.

8.3.2 Comportamiento estacional de la laguna:

- ♦ *Condiciones de Verano' 96* El registro se hizo durante marea vaciante. La columna de agua presenta una estratificación en dos capas, la primera va de superficie a 2.5 m. y la segunda 2.5 hasta los 4 m. La variación de las propiedades físico-químicas es muy marcada, se identifica en los perfiles verticales un cambio brusco en la densidad. Las temperaturas superficiales son de 29 a 30.5 °C, se registra una disminución en la segunda capa de 2 °C. La salinidad es de 20°C y registra un aumento de 20 ppm de los 2 a 2.5 m. y de 10 ppm de 2.5 a 4 m. La densidad nos muestra una variación de superficie a fondo de 40 kg/m³. El pH promedio en superficie es de 8.50 y muestra una disminución de 1 a partir de los 3.5 m. La concentración de oxígeno en superficie es de 3 a 6 ml/L y disminuye de forma drástica hasta casi su agotamiento a partir de los 2.5 m. como se puede observar la Figura No. 18, las estaciones con menor profundidad, registran los valores más altos de temperatura y salinidad. debido al proceso de evaporación. Las estaciones ubicadas cercanas al canal de intercomunicación presentan mayor concentración de oxígeno en la columna de agua, producto de la circulación que genera la marea entrante, proveniente de la laguna de Pastoría. (Figura No. 17a)

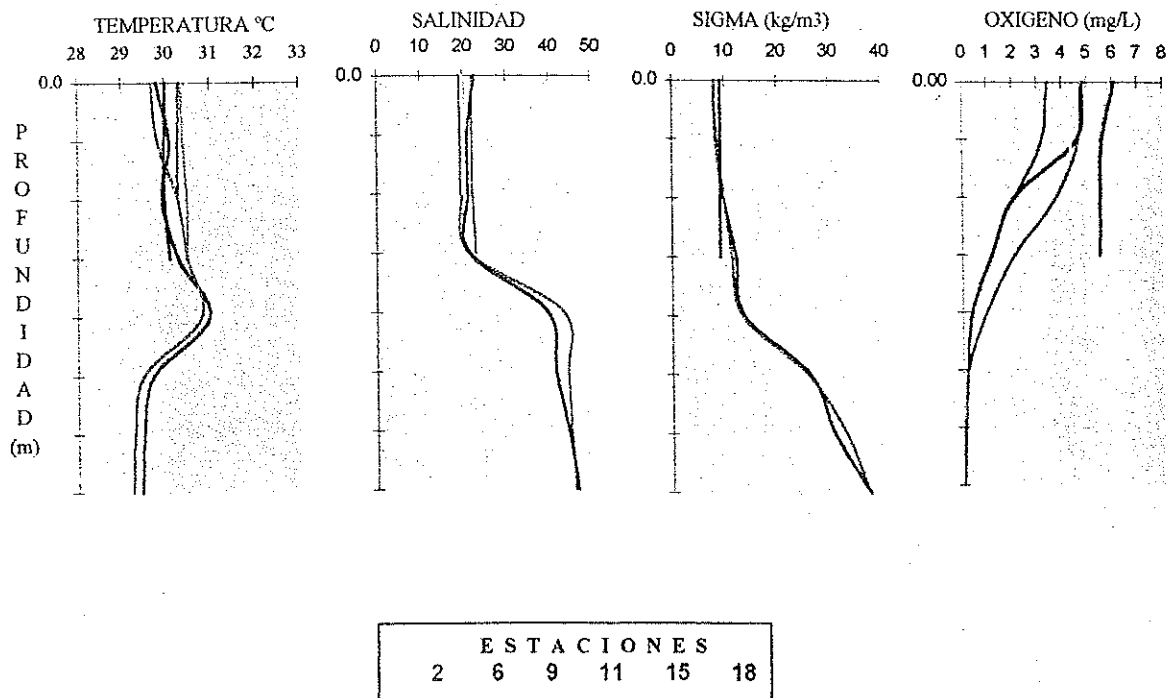


Figura No. 17 Perfiles verticales para las condiciones de verano' 96

- ♦ *Condiciones de otoño' 96* : Presenta aun estratificación en la columna de agua. La laguna presenta una temperatura superficial de 32 °C, un aumento de 2 °C promedio, y una disminución a partir de los 2.5 m. de 1°C por cada metro. En esta época del año, se registra el mayor aporte fluvial y pluvial a la laguna, lo que origina una disminución de salinidad, teniendo un promedio de 1.5 ppm. La densidad aun sufre un aumento drástico a partir de los 2.5 m. de 2.5 a 35 kg/m³. El oxígeno presenta una concentración en superficie de 7.5 ml/L, mayor al registrado en verano, y un abatimiento a partir de los 3 m. (Figura No. 18) La salinidad y la densidad, no presentan diferencia significativa entre el numero de estación como se puede observar en las isolíneas de la Figura 18a, los parámetros de temperatura y salinidad y aumentan conforme se alejan del canal de intercomunicación hacia la antigua boca.

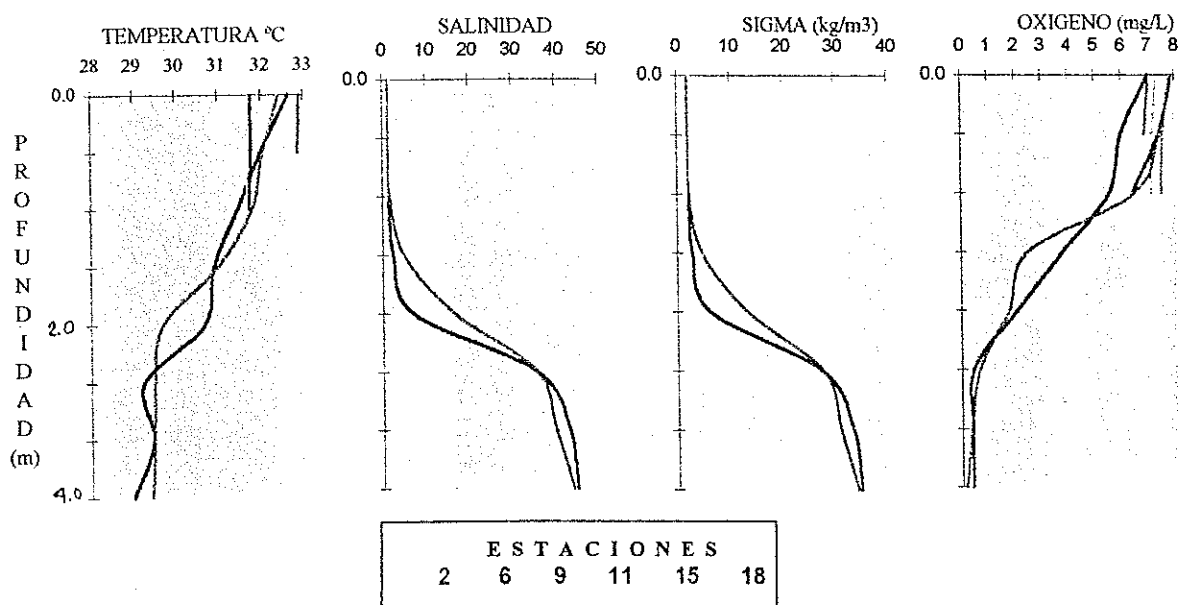


Figura No. 18 Perfiles verticales para las condiciones de otoño' 96

- ◆ Condiciones de invierno '96 : La laguna presenta estratificación vertical en la columna de agua. La temperatura promedio es de 29 °C, (una disminución de 2.5 °C con respecto a otoño) , a partir de los 2 metros presenta una variación de 0.5 °C. La salinidad promedio es de 8 ppm y presenta un aumento a 40 ppm entre los 2 y 4 m de profundidad, de igual manera en la densidad, de 7 a 35 kg/m³. Los perfiles muestran que no existe variación significativa entre la ubicación de la estación, para estos dos parámetros. El pH en superficie es de 10 y presenta una disminución a partir de los 3.5 m. a 7.5. La concentración del oxígeno en superficie presenta concentraciones variadas dependiendo de la estación, las más cercanas al canal de intercomunicación presentan valores más altos. (Figura No. 19a y b). Las isolineas nos muestran que la temperatura aumenta en las partes someras de la antigua boca y la salinidad disminuye conforme se alejan del canal de intercomunicación (Figura No. 20c). En el mes de febrero' 97, la temperatura permanece constante, pero la salinidad registra un aumento, teniendo para superficie un promedio de 20 ppm y una densidad de 10 kg/m³. La concentración de oxígeno presenta un incremento a 6 ml/L en promedio. La salinidad y el oxígeno presenta el caso contrario que la temperatura, disminuye. El pH, presenta un comportamiento uniforme en la superficie de la laguna.

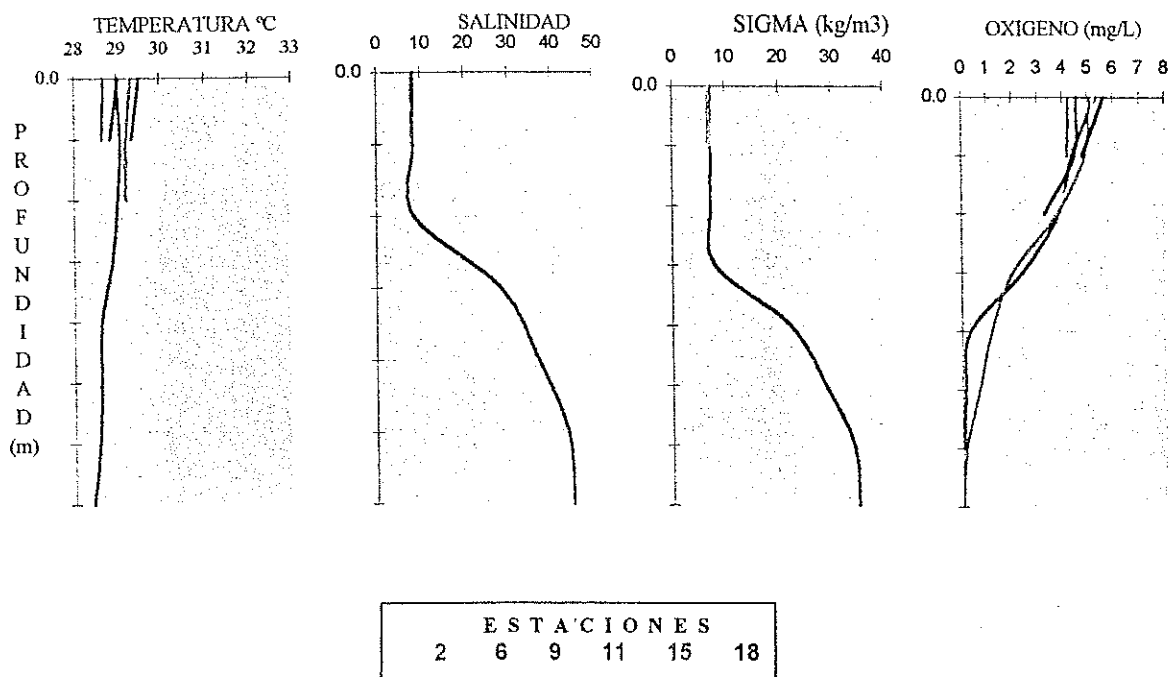


Figura 19a Perfiles verticales para las condiciones de invierno' 96 (diciembre)

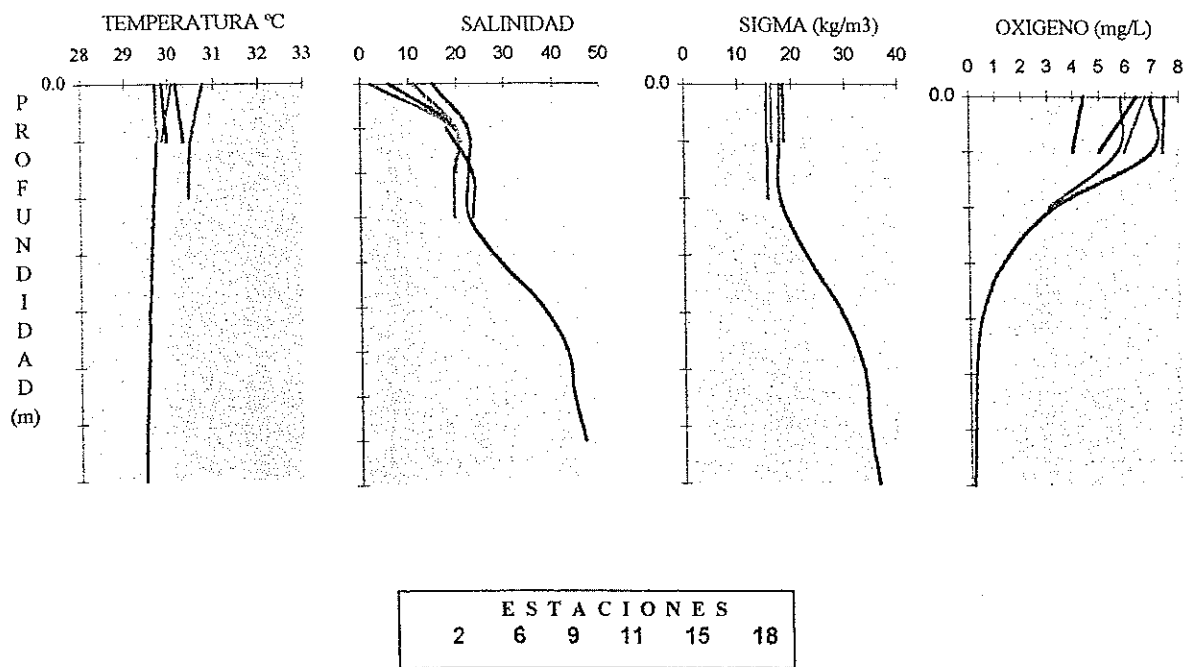


Figura 19b Perfiles verticales para las condiciones de invierno' 97 (febrero)

- ♦ *Condiciones de primavera '97*:: La temperatura superficial es de 30 °C y es casi constante hasta los 4 m de profundidad. La salinidad registra un promedio en superficie de 30 ppm (aumento de 10 ppm en comparación con febrero), presenta un comportamiento casi contante hasta los 3 m. y un aumento muy marcado hasta 45 ppm. La densidad tiene un comportamiento similar que va de 20 a 35 kg/m³. El pH registra un promedio de 7.6, manteniendose casi contante con la profundidad. El oxígeno presenta una concentración de 2.5 ml/L en promedio para superficie (menor de 4 ml/L) a la registrada en la estación pasada, El abatimiento de los niveles de oxígeno se da a partir de los 2.5 m. (Figura 20). Las isolíneas muestran un calentamiento en las estaciones cuanto mas alejadas del canal. La salinidad y densidad, únicamente registra un incremento en las partes someras de la antigua boca (estación No. 3). El pH aumenta en las partes profundas de la laguna (estación No. 6). (Figura 20a).

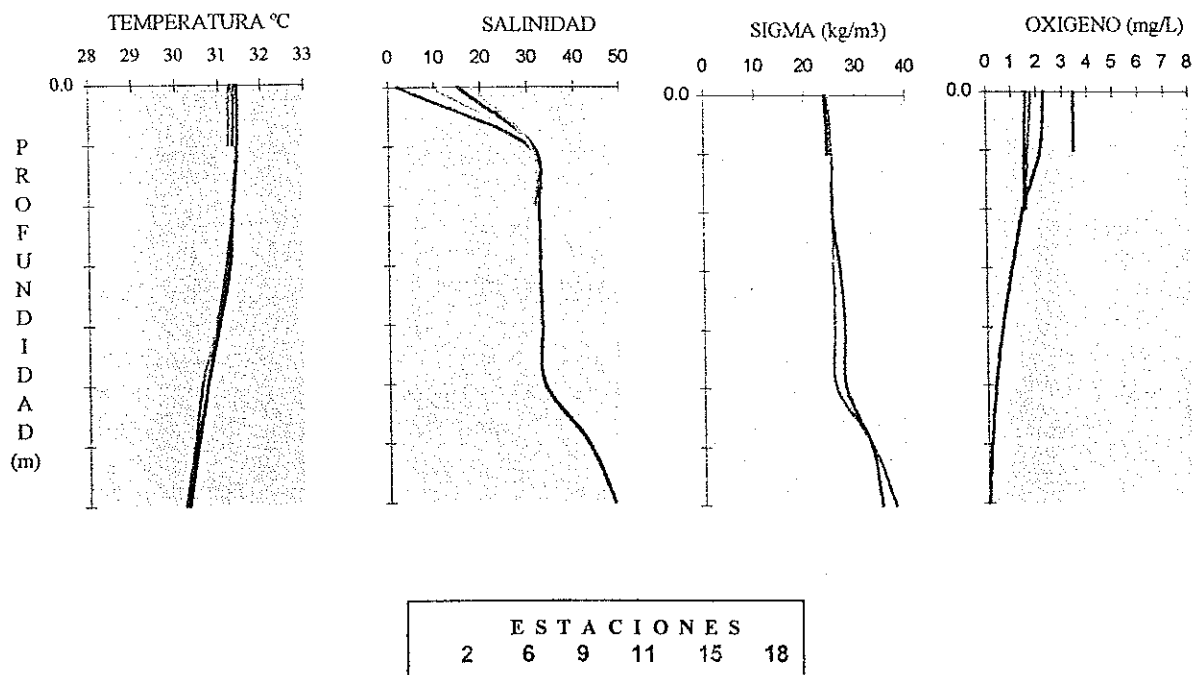


Figura No. 20 Perfiles verticales para las condiciones de primavera '97

- ♦ *Condiciones de Otoño '97*: La laguna ya no presenta estratificación vertical. La temperatura se mantiene constante, con un promedio de 30 °C. La salinidad y la densidad presenta un aumento paulatino, en la superficie es de 25 ppm y 20 kg/m³, y para en 4 m. de 40 ppm y 35 kg/m³, respectivamente. El comportamiento del pH varía de superficie, 8 a 4 m. con 7.3,. (Figura No. 20). Las isolineas nos muestran que la temperatura disminuye conforme las estaciones se alejan del canal. La salinidad, densidad y ph se distribuyen uniformemente (Figura No. 20a).

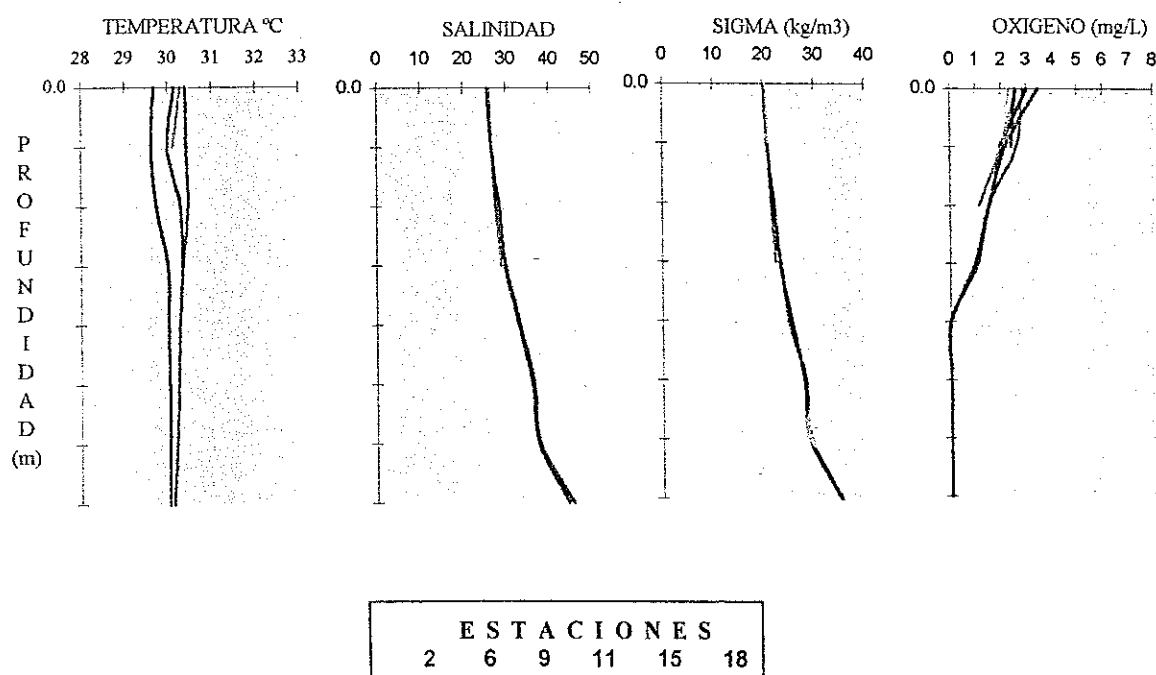


Figura No. 21 Perfiles verticales para las condiciones de otoño '97

- ♦ *Condiciones de invierno '97*: A raíz de la apertura de la boca barra de la laguna, hacia el mar, las condiciones hidrológicas cambiaron drásticamente. Presenta una mezcla vertical homogénea en todas las estaciones. (Figura No. 22). La temperatura superficial es de 29 °C. La salinidad es de 35 ppm y permanece constante hasta los 6.5 m. en la parte inicial del canal (similar a la del mar adyacente). La salinidad disminuye conforme se aleja de la boca, la menor salinidad registrada fue en la estación 18 (cercana al canal de intercomunicación) con un valor de 11 ppm. La

densidad tiene un comportamiento similar al de salinidad, las estaciones cercanas a la boca registran 25 kg/m³ y las ultimas (15, 16, 17 y 18) de 9.5 kg/m³. El oxígeno presenta valores superficiales por arriba de los 5 ml/L en todas las estaciones y un comportamiento constante hasta los 4 m. (Figura No. 22a)

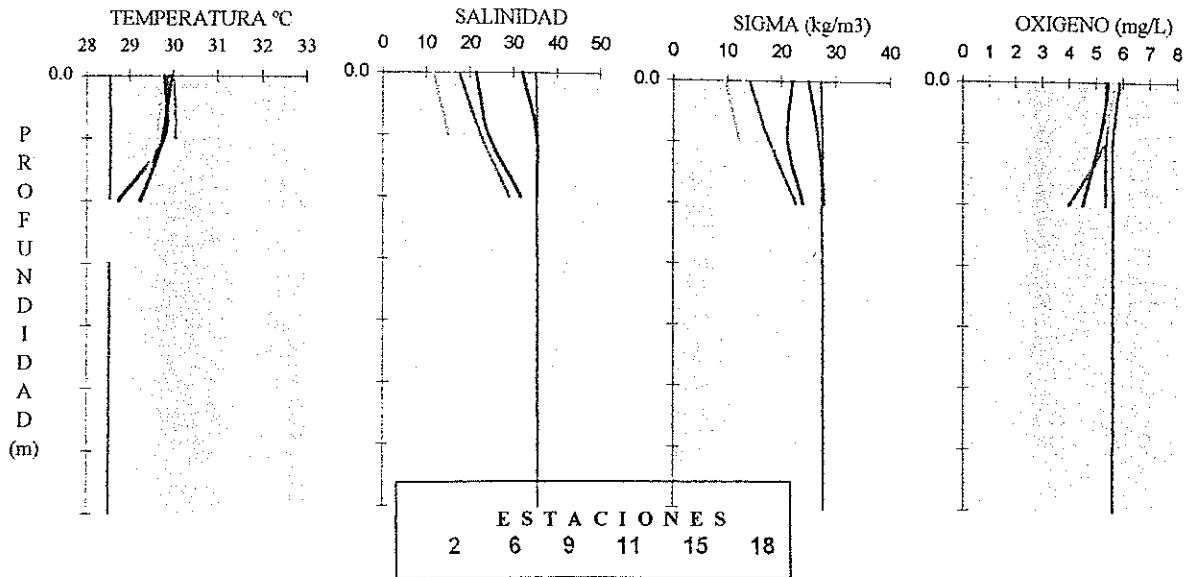


Figura No. 22 Perfiles verticales para las condiciones de invierno 97 (diciembre)

Las series de tiempo de las variables hidrológicas de temperatura y salinidad realizados en la parte central del canal, una vez abierta la boca barra de la laguna, muestran una variación de ± 3.5 °C y 3 ppm, respectivamente.

8.4 PERFILES DE PLAYA

Para poder describir e interpretar la estacionalidad en los procesos litorales que se llevan a cabo en las 3 playas adyacentes de la laguna (Bahía Chacahua, Playita San Juan y Playa San Juan); los perfiles están distribuidos: 7 perfiles en Bahía Chacahua, 2 en Playita San Juan y 5 en Playa San Juan, haciendo un total de 14, abarcando una distancia de 250, 40 y 300 metros respectivamente (Figura No. 23).

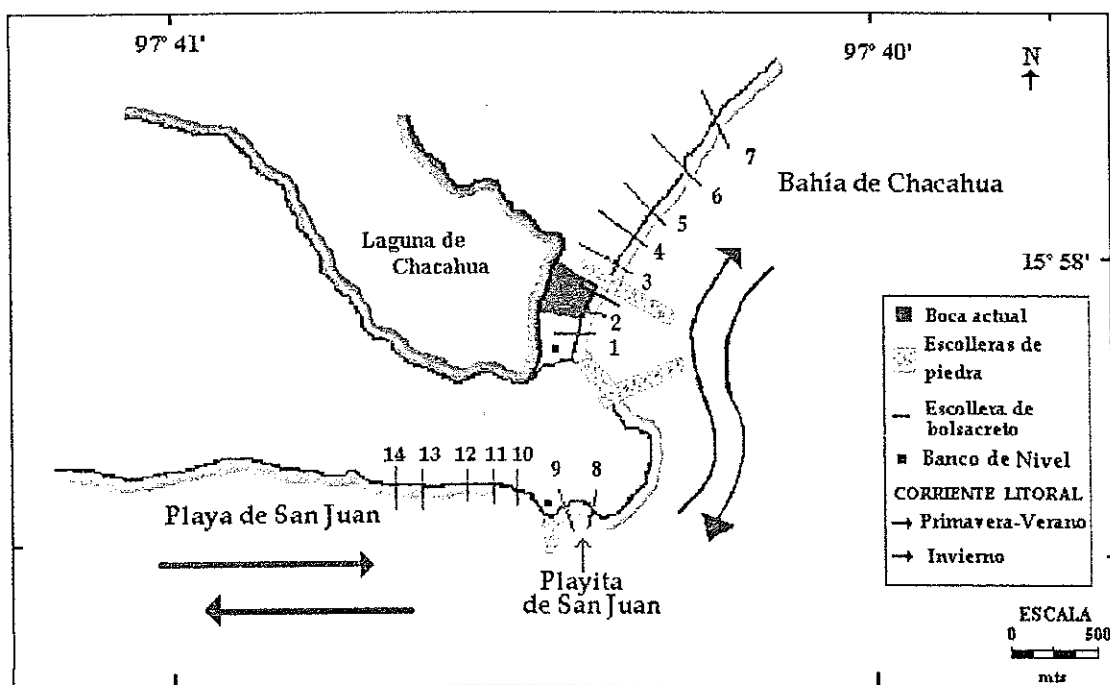


Figura No. 23 Ubicación de perfiles de playa

Como se puede observar en la Figura No. 24, el frente de ola para las estaciones de primavera-verano al igual que la corriente es proveniente del oeste, cambiando a dirección sureste para las condiciones de invierno.

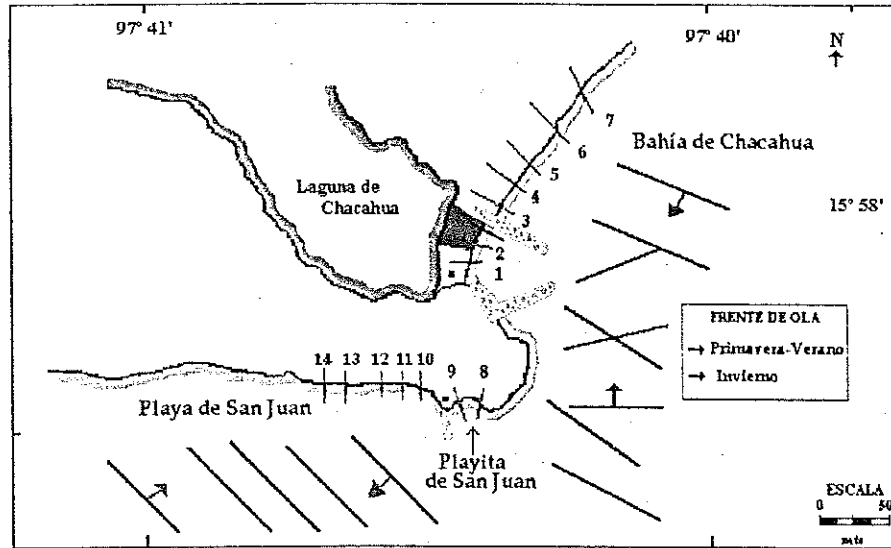


Figura No. 24 Condiciones de primavera-verano e invierno del frente de oleaje

Los valores obtenidos de volumen de sedimento expresados en m^3 para los diferentes perfiles en Bahía Chacahua (1 -7) y Playa San Juan (8- 14), se presentan en la Tabla IX.

Tabla IX. Calculos volumen de arena (m^3) en las 3 playas

LUGAR	No. de perfil	AGO	OCT	DIC	FEB	JUN	SEP
Bahía Chacahua	1	202.76	217.85	211.93	190.46	205.85	220.53
	2	273.19	299.03	289.01	369.03	314.96	307.93
	3	228.71	233.76	205.24	243.16		
	4	279.48	286.26	297.90	319.00		
	5			185.41	210.56		
	6			121.40	187.89		
	7			164.18	195.18		
Playita San Juan	8	265.70	308.46	308.35	314.92	232.40	
	9	332.93	322.26	238.10	291.16	304.09	
Playa San Juan	10	248.33	208.46	216.27	164.97	208.52	202.24
	11		242.05	271.46	235.34	257.55	235.08
	12		295.39	318.77	297.29	293.59	274.17
	13		285.88	343.39	301.06	309.58	270.30
	14				349.24	360.47	328.56

A continuación se presenta los diferencias de volumen calculados en base a la Tabla X para la playa de Bahía de Chacahua. Los valores positivos representan depositación o ganancia de sedimento en m³ y los negativos erosión o pérdida de material.

Tabla X. Diferencia de volumen de arena (m³) Bahía Chacahua

No. de perfil	VERANO - OTOÑO	OTOÑO- INVIERNO	INVIERNO- PRIMAVERA	PRIMAVERA- VERANO	VERANO- OTOÑO	BALANCE
1	15.10	-5.92	-21.48	15.40	14.67	17.77
2	25.84	-10.02	80.01	-54.07	-7.03	34.74
3	5.06	-28.52	37.91			14.45
4	6.78	11.64	21.10			39.52
5			25.15			25.15
6			66.49			66.49
7			31.01			31.01

Como se puede observar en la Figura No. 24 la corriente litoral en los meses de primavera y verano proviene del oeste. En el caso de las condiciones de invierno, el proceso se invierte, la corriente proveniente es del sureste y se muestra una clara disminución en el aporte de sedimento en los perfiles 1, 2 y 3, mientras que en el 4 si hubo depositación. por lo que se espera que en los perfiles localizados tanto en Playas San Juan como los establecidos al oeste del espigón (1, 2, 3) exista una depositación mayor que en los perfiles al este, debido a que la escollera de bolsacreto, funciona como trampa de parte del sedimento transportado por la corriente litoral.

Como se puede observar en la Figura No. 26 periodo de (VERANO-OTOÑO) en los perfiles 3 y 4 se presenta un proceso menor de depositación debido que al encontrarse después del espigón de bolsacreto , y asumiendo que la corriente que transporta el sedimento es de oeste a este (Pta Galera a Cerro Hermoso), dicho perfil no recibe el aporte normal de sedimento en esta época de verano (donde generalmente existe depositación) como se observa claramente en los otros 3 perfiles (1,2 y 4).

Para el periodo comprendido de octubre-diciembre el efecto de erosión se observa en los tres primeros perfiles, (5, 10 y 28 m³ de arena respectivamente) que dada la dirección

de la corriente, se puede decir que esta zona sirve de fuente de sedimento hacia los perfiles que se localizan después del espigón como es el caso del 4 en donde este proceso se invierte presentándose depositación de arena. Con 11 m^3 de arena. (Tabla No. X). En la visita realizada en el mes de octubre se pudo observar la formación de una berma de playa aproximadamente de 1 metro a lo largo de los perfiles 1 y 2, producto de una tormenta que había pasado hacia pocos días., y donde se observó que la roca utilizada como banco de nivel de referencia se encontraba aproximadamente 1 metro más alto que la visita anterior (octubre). Producto del socavamiento de la playa.

Para el periodo diciembre-febrero se muestra claramente el proceso de depositación en todos los perfiles a excepción del No. 1 en el que se presenta el caso contrario con pérdidas de 21.5 m^3 de arena . El perfil que muestra una mayor depositación en el perfil no. 2 con 80 m^3 por encontrarse antes del espigón y funcionar éste como excelente trampa de sedimento, al bloquear el transporte litoral y con ello provocar la disminución de la corriente, permite la depositación del material suspendido. En el periodo de diciembre a febrero se presenta depositación en todos los perfiles, a excepción del primero que presenta el caso contrario. El perfil No. 2 y 6 son los que presentan mayor volumen acumulado, 95.83 y 66.49 m^3 respectivamente (Tabla X) En el caso del perfil no. 2 siguen prevaleciendo las condiciones que en el periodo anterior, frenándose la corriente por el espigón, en el caso de los perfiles siguientes 3,4,5 la depositación es menor debido a que la arena comunmente que se depositaba en ellos es atrapada por el espigón, en el caso del no. 6 donde la depositación ya es más significativa, se puede decir que el material que no fue depositado aún es transportado por la corriente y es depositarlo hasta en esta sección.

En la Figura No. 25 se observa la muestra la tendencia de la Playa Bahía de Chacahua

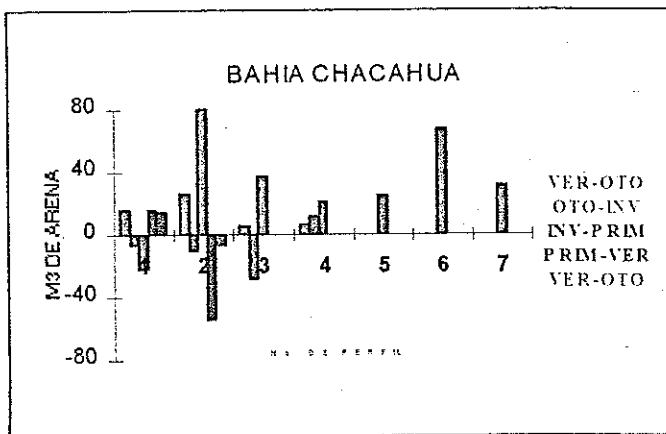


Figura No. 25 Comportamiento estacional del sedimento

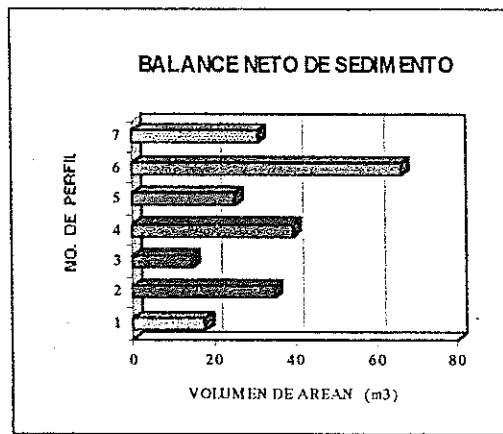
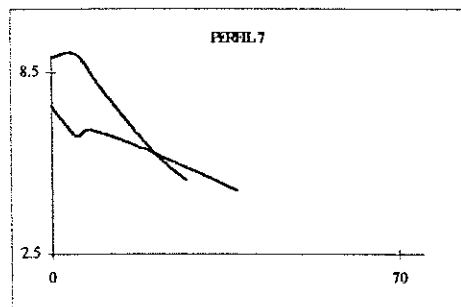
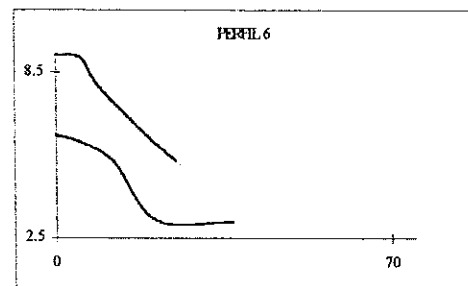
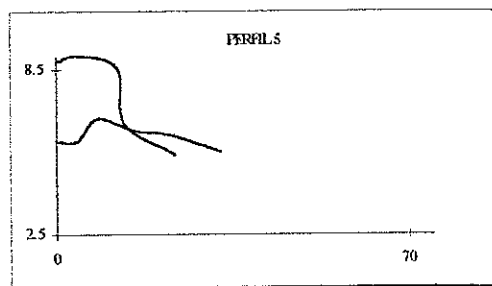
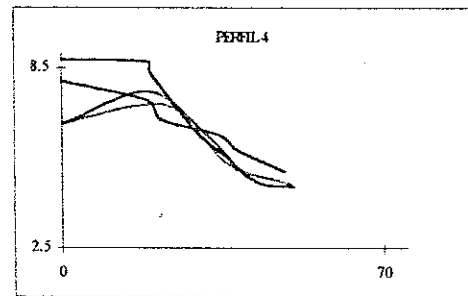
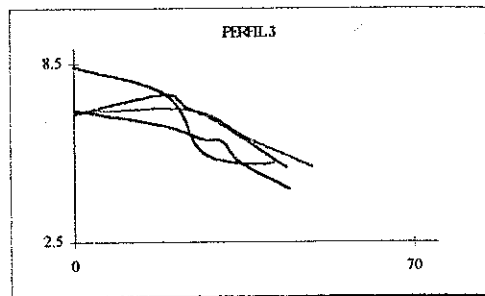
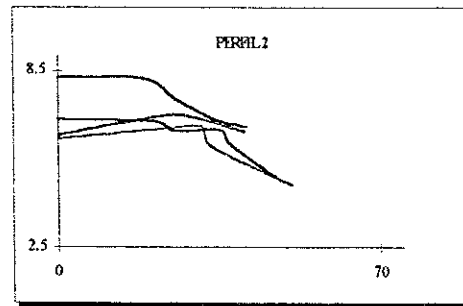
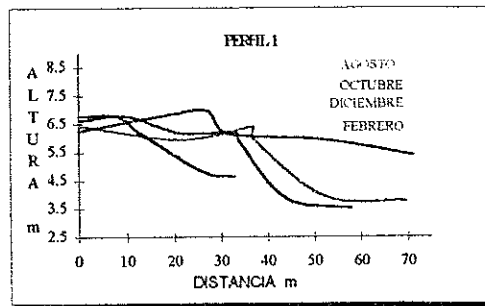


Figura No. 26 Balance Neto

Como se puede observar en la Figura No. 27, se muestran los perfiles de playa de Bahía Chacahua en los diferentes meses. El comportamiento de depositación y erosión de sedimento en la línea de costa.



Gráfica No. 16 Perfiles de Playa (Bahía de Chacahua)

En la Tabla XI se presentan los valores de volumen de sedimento en Playa San Juan (8 - 9 Playita San Juan y 10 -14 Playa San Juan).

Tabla XII. Diferencias de volumen de arena (m³) Playita y Playa San Juan

No. de perfil	VERANO - OTOÑO	OTOÑO - INVIERNO	INVIERNO - PRIMAVERA	PRIMAVERA - VERANO	VERANO - OTOÑO	BALANCE
8	42.76	-0.11	6.57	-82.52		-33.30
9	-10.67	-84.16	53.06	12.92		-28.84
10	-39.87	7.81	-51.31	43.56	-6.28	-46.09
11		29.41	-36.12	22.20	-22.47	-6.97
12		23.38	-21.48	-3.70	-19.42	-21.22
13		57.51	-42.33	8.52	-39.28	-15.58
14				11.23	-31.91	-20.68

En lo que respecta Playita San Juan, presenta una dinámica especial, los 2 perfiles tienen procesos diferentes apesar de su proximidad 39 mts, (Figura No. 26) en donde en el perfil no. 8, presenta un balance positivo, en el periodo de agosto-octubre con una depositación de 42 m³ de arena lo que, en el caso del perfil no.9 es al contrario, erosión, prevaleciendo este proceso de pérdida hasta diciembre, con una perdida total de 94 m³ de arena en un periodo de 5 meses, a razón de casi 20 m³ por mes. (Tabla No. XI). Siguiendo el patrón de recuperación como en los demás perfiles de Bahía Chacahua donde en este periodo predomina el proceso de depositación, en el perfil no. 2 hay un aumento en el volumen con 53 m³, pero aún y apesar de ello existe una perdida neta de 41 m³, lo que sugiere que este sea una fuente importante de alimentación para los perfiles que se encuentran del otro extremo de Punta Galera, (perfiles 1,2 y 3 en Bahía Chacahua).

Para el caso de la Playa San Juan, los perfiles 11, 12, 13 y 14 (Figura No. 30), presentan un proceso de depositación en el periodo de octubre-diciembre, siendo el de mayor volumen el perfil No. 8.

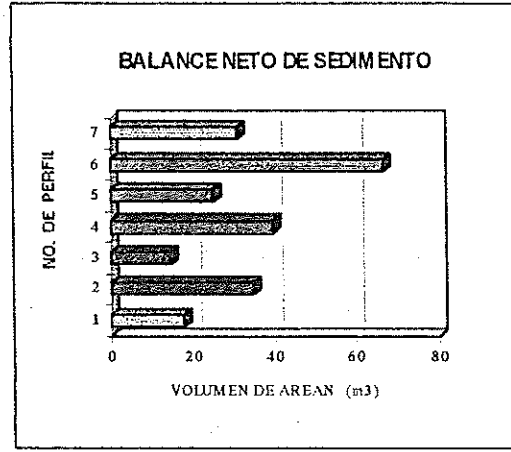
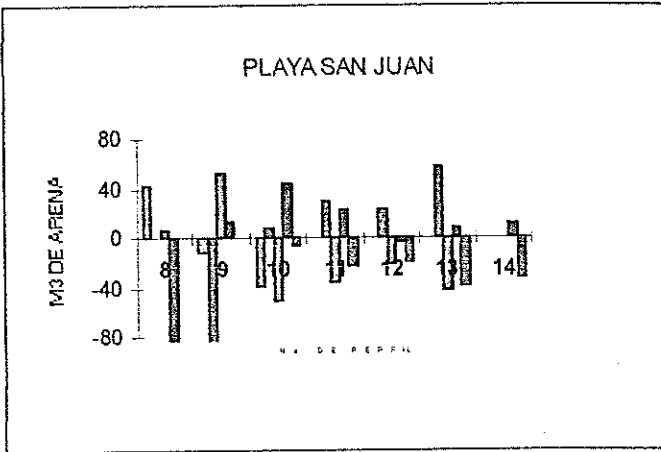
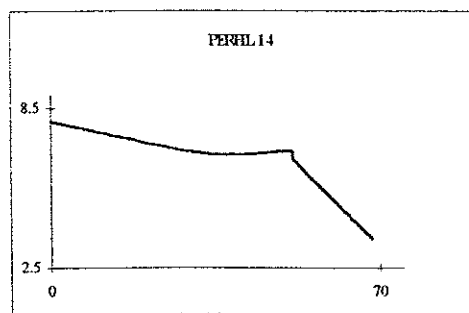
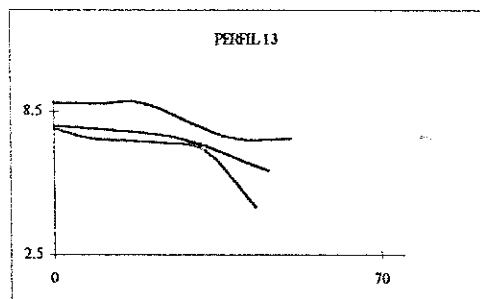
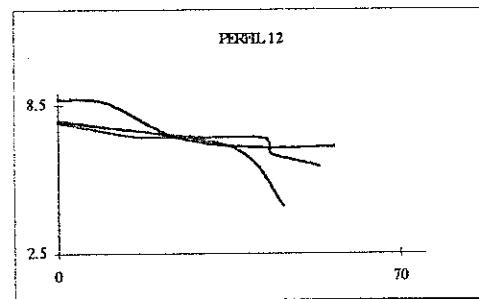
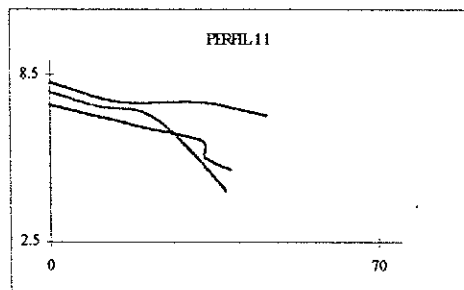
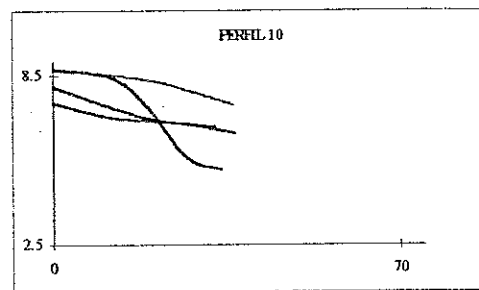
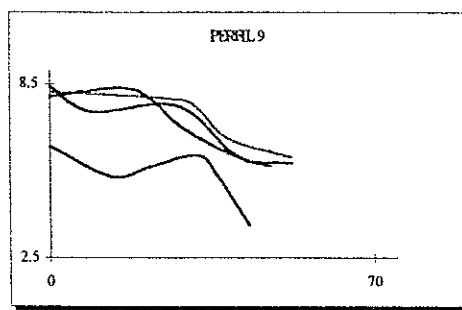
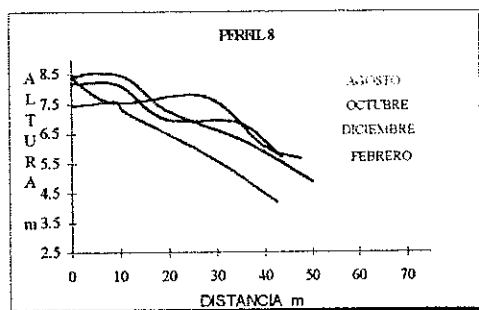


Figura No. 28 Comportamiento estacional del sedimento

Figura No. 29 Balance Neto

Como se puede observar en la Figura No. 30, se muestran los perfiles de Playa San Juan de en los diferentes meses. El comportamiento de depositación y erosión de sedimento en la línea de costa.



Gráfica No. 137 Perfiles de Playa (San Juan)

30

En la Tabla XIII realiza el grafico para analizar los movimientos de berma registrados en septiembre: noviembre y diciembre, para las 2 playas , en donde se observa presetando un cambio significativo en la playa a raiz del arribo del huracan, donde se observa una tendencia de depositacion, producto de lo gran cantidad de sedimentos aportados por los rios al mar (Figura No. 30y 31)

Bahia Chacahua

- ♦ septiembre-noviembre: la 1a. berma permanece casi estable en los primeros 3 perfiles, en los siguientes hubo erosión de la primera berma. El proceso de depostición produjo la formación de una segunda berma que en promedio registra una distancias de 23 m.
- ♦ noviembre-diciembre: en la 1a. berma se registra un avance hacia el mar en el primer perfil (9m), depositación en la base de la escollera, la corriente litoral estacional en invierno proviene del sur. Los demas perfiles permanecen estables. En la 2da. berma se registra un avance hacia el mar en todos los perfiles, las alturas como se observa en la Tabla XIV de mas de medio metro el limite de la marea alta y oleaje intenso, con mayor variacion en los perfiles 4, 5 y 6 .

Playita San Juan

- ♦ septiembre-noviembre: en la 1a. berma se registra erosión en el primer perfil y depositación en los siguientes. Se originó la formación de una 2da. berma con una distancia promedio de la 1a. de 5.8 mts
- ♦ noviembre-diciembre: en la 1a. berma no existe ningun cambio, en la 2da hay un avance o depositación en la base sur de la escollera hasta 15mts. Las mayores alturas como se observa en la Tabla XIII son en la base del Cerro de Punta Galera.

Tabla XIII Movimiento y altura de bermas registradas en 3 meses

LUGAR	No. ESTACA	SEPTIEMBR E	NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
		DISTANCIA (m)	DISTANCIA (m)		ALTURA (m)	DISTANCIA (m)		ALTURA (m)
		1a BERMA	1a BERMA	2a BERMA		1a BERMA	2a BERMA	
BC	1	14.76	17	13.65	0.3	25	7	0.15
	2	12.00	12.3	16.70	0.4	12	22	0.2
	3	11.20	10.1	24.00	0.5	10.4	26.3	0.4
	4	20.00	18.5	26.40	0.63	18	27.5	0.5
	5	16.55	15.2	26.80	0.75	14.5	28.4	0.6
	6	6.30	2.2	26.50	0.75	2	27	0.6
	7	16.60	10.8	26.10	0.4	10.7	25.4	0.6
SJ	1	12.00	6.56	6.9	0.3	6.1	6.4	0.3
	2	14.00	15.1	6.24	0.5	13.9	6.4	0.35
	3	17.00	20.2	5.7	0.35	20	20.7	0.38
	4	18.00	24.13	5.46	0.65	24.75	23	0.42
	5	18.00	30.6	5.6	0.6	30.9	26.8	0.55

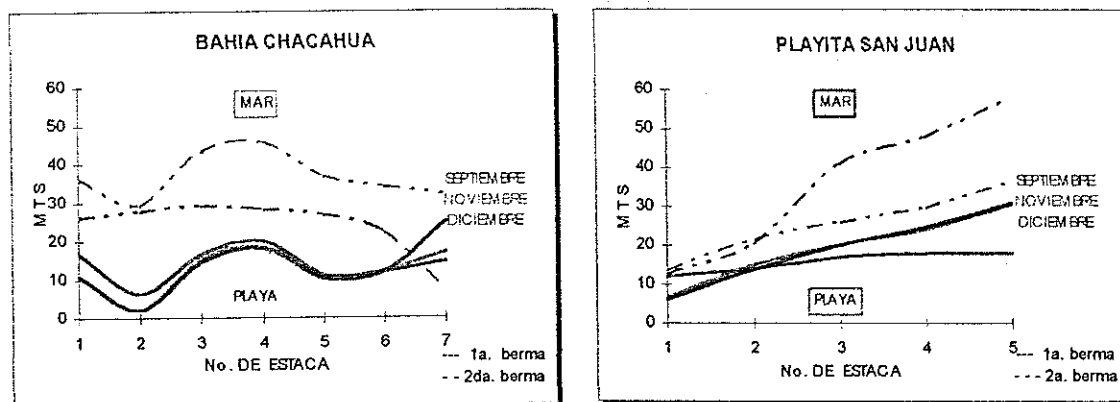


Figura No. 31 Movimientos de berma en las dos playas

En la Tabla XIV se muestran las tendencias estacionales de las playas en base a los valores netos de sedimento obtenidos para cada perfil.

Tabla XIV Tendencias estacionales del sedimento en las 3 playas.

	VERANO - OTOÑO		OTOÑO - INVIERNO		INVIERNO - PRIMAVERA		PRIMAVERA -VERANO		VERANO - OTOÑO		BALANCE	
LUGAR	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Bahía Chacahua												
Playita San Juan												
Playa San Juan												

+ DEPOSITACIÓN

- EROSIÓN

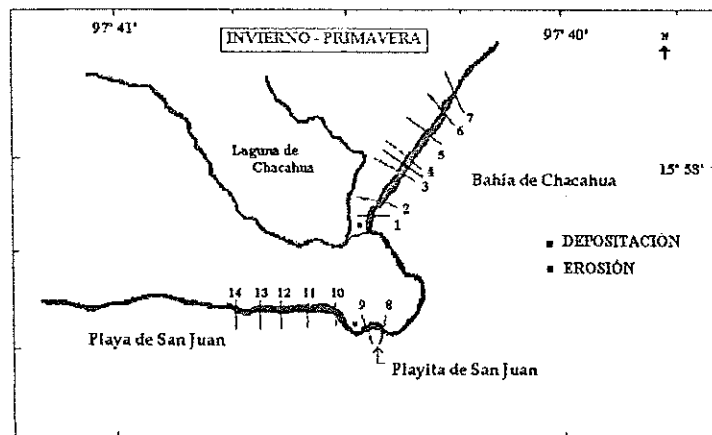
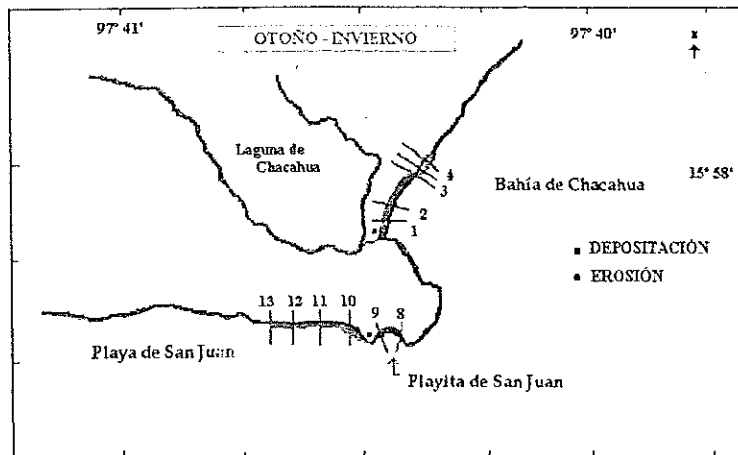
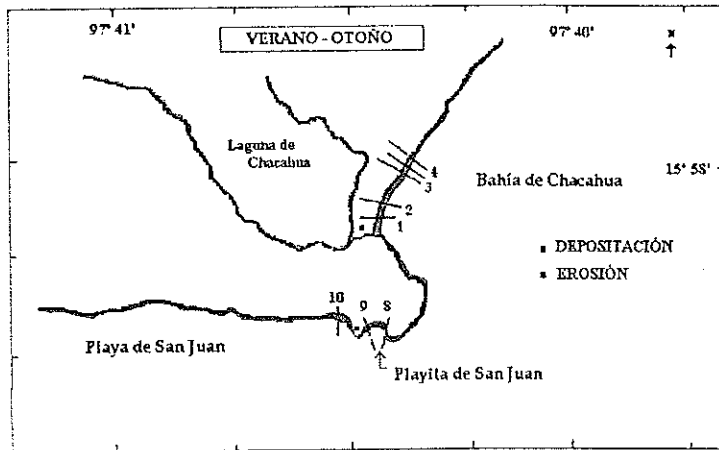


Figura No.32 Tendencia estacional en las 3 playas

9.1 BATIMETRÍA

El único registro anterior sobre la batimetría de la laguna, lo reporta la UNAM, 1984, durante un estudio realizado en 1984, cuando la laguna aún se encontraba abierta. Se reporta una profundidad promedio de 3 m, y una zona de mayor profundidad al final del canal de la antigua boca de hasta 13 mts.

De acuerdo con las figuras No. se observa que la profundidad promedio de la laguna antes de su recién apertura había disminuido a 2 mts; producto de la descarga de sedimento de los ríos San Francisco y Chacalapa. El mangle que bodea la laguna atrapa este sedimento y se observa como gana terreno hacia la laguna.

El problema de azolvamiento de la laguna presenta su origen en el aumento en el poder de acarreo de los ríos, debido a la falta de cobertura vegetal. El azolvamiento de la laguna continua y prevalece mientras no exista un programa de reforestación del Parque para lograr una disminución en la tasa de depositación, siendo su destino final es el complejo lagunar y el mar.

Ahora, la laguna se encuentra abierta, y se observa un cambio significativo en las profundidades del nuevo canal con un promedio de 4 mts.

9.2 MAREA

El único estudio que existe en la zona sobre el registro de marea, es de Díaz, 1995, quien reporta distorsión onda de marea, al propagarse a través del canal de intercomunicación. El canal presenta una batimetría inicial de este-oeste de 2 m y partes bajas menores a 30 cm en los márgenes. Esto genera que la onda no logre manifestarse como corriente renovadora de agua. Concluye que no existe una influencia significativa entre las dos

lagunas, y un desfase de 6 horas entre la boca de Cerro Hermoso y la antigua boca de la laguna de Chacahua antes de la apertura en octubre de 1997.

Actualmente la marea tiene influencia directa en la Laguna de Chacahua. Presenta un intervalo de variación de 1 m, lo que permite suponer que la marea consta de fuerza suficiente para lograr una mezcla vertical y homogénea en toda la laguna y de superficie a fondo, así como un intercambio de masas de agua con el mar adyacente.

Por lo anterior, se espera que la laguna paulatinamente re-establezca sus condiciones originales y cumpla con la función de exportador de nutrientes y organismos, y se reactive la actividad pesquera en la zona.

Por otro lado, se debe considerar la posibilidad de realizar un dragado continuo del canal, ya que al provenir del oeste la corriente litoral y el aporte de sedimento (Ledesma, 1995), el canal tiende al azolve, lo que influiría directamente en la disminución de intercambio de agua entre la laguna y el mar adyacente.

Como consecuencia de la influencia directa de la marea, la población asentada en sus márgenes, tuvo la necesidad de reubicar sus hogares, debido a que la marea provoca la inundación de áreas de asentamientos humanos por encontrarse a escasos cm de elevación sobre el nivel medio de la laguna.

.3 HIDROLOGÍA

La hidrología de la laguna no ha sido estudiada sistemáticamente, por lo que no hay referencias de ciclos estacionales, y mucho menos anuales, por lo que este trabajo pretende hacer una descripción de las condiciones que prevalecían en la laguna, antes de su apertura. Se encontró una estratificación vertical como se observa en las figuras No. 18, 19 Y 20. Esta estratificación por diferencia de densidades impedía una circulación vertical a pesar de los cambios estacionales de temperatura y salinidad. La fuerza del

2.4 TRANSPORTE LITORAL

El transporte litoral en las playas es predominantemente del oeste con dirección este, corroborando los resultados de Diaz y Ledesma, 1995. La fuente principal de sedimento de las 2 playas (San Juan y Bahía Chacahua) es el Río Verde. La corriente litoral y el régimen de oleaje presenta cambios estacionales, ocurriendo las mayores alturas durante la época de tormentas tropicales y huracanes que arriban a la costa, depositando volúmenes considerables de sedimento en las playas, encargándose la corriente litoral de distribuirlos a lo largo. En los resultados se muestra claramente en la Figura No. que la Bahía de Chacahua presentaba un acelerado proceso de azolvamiento de su bocanera a raíz de la escollera inconclusa de bolsacreteo y originando caso contrario en la parte este donde el proceso se invertía.

Cabe suponer que la apertura de la boca se produjo con la combinación de 2 aspectos: la sobreelevación del vaso de la laguna y el arribo de oleaje de tormenta. Tal proceso sinérgico provocó el acarreo del material que se encontraba obstruyendo la antigua boca. Dicho material debió ser depositado en la parte baja justo enfrente de la boca y la misma corriente litoral lo distribuyó al este de la escollera de roca, situación que se corrobora con el avance de la línea de costa hacia el mar y creación de una segunda berma (Figura No. 32).

El proceso de erosión prevalente en Playa San Juan y la dirección de la corriente litoral hace suponer que es la fuente de sedimento de la playa de Bahía Chacahua.

1.- La laguna presenta un acelerado azolvamiento de su cuenca, debido al gran aporte de sedimento de los ríos San Francisco y Chacalapa, originando la creación de grandes áreas de bajos con profundidades menores a 1m.

21.- La onda de marea tiene una atenuación de 25 cm y un desfase de una hora más a la registrada en Huatulco, Oax.

3.- La variabilidad en la hidrología del cuerpo de agua de la laguna de Chacahua, al permanecer cerrada su comunicación directa al mar por espacio de 12 años, como un cuerpo de agua semicerrado, y con mínima circulación, que propiciaron un alto grado de eutroficación y estratificación de la columna de agua.

4.- La laguna presentaba en 1996 (cuando su boca permanecía cerrada) una estratificación vertical en 2 capas, con una diferencia de densidad entre superficie y fondo de 25 kg/m³.

5.- Los valores máximos y mínimos de los parámetros hidrológicos de temperatura, salinidad, oxígeno y pH para superficie son : 34-28 °C, 1.30-31 ‰, 0.1-8 ml/L, 6.8-10 respectivamente.

6.- Los valores máximos y mínimos de los parámetros hidrológicos de temperatura, salinidad, oxígeno y pH para fondo son : 28.4-31.6 °C, 15-47.5 ‰, 0.1-8 ml/L, 7.3-8.6 respectivamente.

7.- La mayor variación de los parámetros hidrológicos se presenta en la transición entre invierno y primavera.

8.- La laguna, una vez abierta la boca, presenta mezcla vertical homogénea y valores altos (4-6 ml/L) de oxígeno de superficie a fondo.

9.- La Playa de Bahía Chacahua, presenta un acelerado proceso de depositación en la antigua boca, producto de la corriente litoral con dirección predominante oeste-este.

10.- La Playa de San Juan presenta alto grado de erosión, con un balance neto negativo.

11.- Una de las principales causas que aceleró el proceso de azolvamiento de la boca de la laguna, fue la obra inconclusa de las escolleras de bolsacreto.

12.- La playa al este de la escollera presentará en los meses de verano proceso de erosión, al interrumpirse el aporte natural de sedimento.

13.- El sedimento predominante en ambas playas corresponde a arenas de medias a finas, no habiendo diferencia significativa entre la berma y la rompiente.

14.- Se corrobora que la corriente litoral tiene dirección oeste-este, por encontrarse porcentaje de material más fino en la Playa de Bahía Chacahua que en Playa de San Juan.

- ASHISH J. 1994, Nearshore and Estuarine Cohesive Sediment Transport, Coastal and Estuaries Studies, American Geophysical Union. 427- 441 pp.
- BOWDEN K, 1990, Physical Factors: Salinity, Temperature, Circulation, and Mixing Processes, Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries, University of Southampton and University of Liverpool, Department of Oceanography, 25-67 pp.
- CARRANZA E., Gutiérrez Estrada y Rodríguez, 1975, Unidades Morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. Anuario del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, de la UNAM, 2 (1) : 81 - 88.
- CARRANZA E., Rosales, I. Lozano R. 1988, Estudio Sedimentológico de playas del Estado de Oaxaca, México. Anuario, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, 15 (2): 1-282 (1989).
- CARTER, R. 1992, Coastal Environments, An Introduction to Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines, Academic Press, 451 pp.
- COMISION NACIONAL DEL AGUA, México, 1990, Datos Hidrométricos de México 1937 - 1985 1a. Ed. Diciembre 1990. Subdirección General de Administración del AGUA, BASE DE DATOS EN FORMATO DISCO DURO CD-HIDRO VER.1.0.
- CONTRERAS F, 1985 Las Lagunas Costeras Mexicanas 1a. Ed., Centro de Ecodesarrollo, México, 253 pp.
- CONTRERAS, F., O. Castañeda, A. García Nagaya, y M.A. Pérez. 1994. Las lagunas Costeras. Riqueza y Pobreza en la Costa de Chiapas y Oaxaca.. Centro de Ecología y Desarrollo. Alejandro Toledo (coordinador).
- DE LA LANZA E y Cáceres Martínez, 1994 Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano, 1a Ed. U.A.B.C., 525 pp.
- DIAZ R., 1995, Alternativas de apertura en la boca de la laguna de Chacahua, Oaxaca, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Facultad de Ciencias Marinas. Ensenada, B.C.

- DYLER K. 1988, Estuarine hydrography and sedimentation, Marine backish-water sciences Asociation handbook, Cambridge University Press, 365 pp.
ISBN 0 521 29496 7
- FONATUR (Fomento Nacional de Turismo) 1997, Pedicción de Mareas para los Puertos del Pacífico Sur para 1996 y 1997, 70 pp.
- HARDISTY J. 1995, Beaches form and Process, Unwin Hyman Press, 389 pp. ISBN 004 44 52195
- I.N.E.G.I (Instituto Nacional de Geografía e Informática), 1995, Datos Básicos de la Geografía de México, 142 pp.
- INSTITUTO DE GEOGÍSICA, 1992, Tablas de Predicción de Mareas. Puertos del Océano Pacífico , UNAM Servicio Mareográfico Nacional, 415pp
- KOMAR P. 1994 Handbook of Coastal Process and Erosion, CRC, 345 pp. ISBN 0 8493 0225 0
- KOMAR P.D. y Inman, D.L., 1970, Longshore sand transport on beaches, Journal Geophysics, Research, 75 (30): 5914 - 5927 pp.
- LEDESMA J.,1995, Ledesma Vázquez, et al, Evaluación de las lagunas costeras de Chacahua-Pastoría y Corralero, Oaxaca, México. Intergovernmental Oceanographic Commision, Conference on Coastal Change, UNESCO Bordeaux, France.
- LANKFORD E, 1986, Coastal Lagoons of Mexico, Their Origin and Classification, Centro de Ciencias del Mar y Limnología , UNAM. 182 - 215 pp.
- NORDSTROM P. and Carter, 1994, Coastal Dunes, Form and Process, Coastal Morphology and Research Series, University of New Brunswick, 285 pp. ISBN 0 471 91842 3
- OLAUSSEON E. y Cato I. 1993, Chemestry and Biogeochemistry of Estuaries, University of Southampton, 448pp, ISBN 0 471 27679
- POSTMA H. 1990, Sediment Transport and Sedimentation, Chemestry and Biogeochemistry of Estuaries, University of Southampton Netherlands Institute for Sea Reserch, 154-181 pp,

RODRIGUEZ R., Imelda G., 1985, Los pescadores de Oaxaca y Guerrero, Cuadernos de la Casa Chata, No. 118, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores Antropología Social. 142 pp.

SEPESCA (Secretaría de Pesca), 1990, Bases para el Ordenamiento Costero-Pesquero de Chiapas y Oaxaca, Instituto Nacional de la Pesca, Dirección General de Acuacultura, México.

SEDESOL, 1992 Estudio realizado por el Banco Mundial, Plan Integral de Desarrollo del Parque Nacional Lagunas de Chacahua.

TORRES Moye, G., J. Ledesma-Vásquez, R. Castro-Valdéz, y D. Ortega-Del Valle. 1993. Tidal inlet closure effects on three mexican coastal lagoons En : Coastal Management in Mexico : The Baja California. Ferman- Almada, J. L., L. Gómez-Morín, y D.W. Fisher. (editores).

TOLEDO, A., 1994, Riqueza y pobreza en la costa de Chiapas y Oaxaca, , Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. 492 pp.

UNAM, 1984, Estudio interdisciplinario sobre la conservación y aprovechamiento de un Parque Nacional Lagunas de Chacahua, con una población humana establecida". Facultad de Ciencias, Biología de Campo

VARGAS Vázquez, F. 1977. Plan de Manejo y Desarrollo del Parque Nacional de Lagunas de Chacahua. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

WILEY M., 1976, Estuarine Process, Volume II: Circulation, Sediments, and Transfer of Material in the Estuary, Academic Press, 326 pp

WYRTKY, K 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific Ocean, publicado en Inter-American tropical tuna comission, Bulletin vol IX, No.5, La Jolla, California. 26 pp.

HIDROLOGIA DE LA LAGUNA DE CHACAHUA, OAX

VERANO '96

Salinidad

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.0	19.60	19.40	19.60	19.80	19.90	19.90	20.00	20.10	20.30	19.95	19.80	20.60	20.30	20.40	22.70	22.50	22.30
-1.0	19.60	19.50	19.60	19.70	19.80	19.90	20.30	21.10	20.50	19.98	19.95	21.40	20.40	20.50	21.10	23.00	22.25
-1.5	19.60	19.50	19.70	19.70	19.80	19.80	20.55	20.80			20.06	21.55	20.50	20.60	21.20	23.40	22.35
-2.0				19.80	19.80	21.50	20.65					20.81	20.60	22.08	21.50	23.60	23.10
-2.5				40.10	40.10	43.50						41.26	42.16	40.60	39.80	39.90	
-3.0				43.50	44.30	44.50						43.58	43.20	42.50	41.60	43.50	
-3.5				46.00	45.30	45.21							45.00	46.00	44.50	45.60	
-4.0				48.30	47.13	46.08								47.50	46.80		

Temperatura

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.0	29.84	30.31	30.72	30.78	30.09	29.80	29.00	29.97	30.02	30.08	30.50	30.04	30.74	29.27	29.09	29.99	30.36
-1.0	29.84	30.30	30.76	30.89	30.19	29.85	29.80	30.05	30.00	30.10	30.50	31.02	30.75	30.00	29.34	30.10	30.40
-1.5	29.82	30.28	30.66	31.00	30.50	29.95	30.00	30.07	30.00	30.12	30.56	31.03	31.00	30.50	30.30	30.20	30.50
-2.0				31.15	31.00	30.30	30.20	30.12	30.12			31.04	31.06	30.60	30.50	30.20	30.50
-2.5				31.00	30.65	31.00						31.06	31.08	30.90	30.83	30.56	
-3.0				29.32	29.88	29.73						29.14	29.38	29.70	29.50		
-3.5				29.29	29.59	29.50							29.35	29.50	29.30		
-4.0				29.5	29.60	29.46								29.50	29.25		

Oxígeno

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.0	3.90	3.45	5.27	5.96	5.13	4.84	4.95	6.50	5.90	3.54	4.76	5.69	5.34	5.24	4.74	5.29	6.11
1.0	3.48	3.22	5.26	5.00	4.00	4.59	4.75	6.40	5.50	3.30	4.40	5.26	5.12	5.09	4.69	5.20	5.60
1.5	2.48	2.14	2.20	2.00	2.30	2.10	4.50	6.40	5.50	3.11	4.17	3.58	3.67	3.81	3.80	5.10	5.55
2.0				1.00	1.50	1.20	4.43	5.31				2.17	2.34	2.00	2.10	4.92	5.50
2.5				0.50	1.45	0.40						1.50	1.38	1.55	0.98		
-3.0				0.30	0.19	0.21						0.20	0.43	0.45	0.22		
-3.5				0.10	0.10	0.11						0.19	0.18	0.26	0.13		
-4.0				0.20	0.05	0.02						0.03	0.01	0.05	0.04		

Sigma

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.0	9.398	9.328	9.331	9.406	10.090	8.120	7.363	9.026	9.026	9.400	9.277	9.213	9.406	8.347	7.971	8.877	9.328
-1.0	9.472	9.402	9.257	9.490	9.990	8.497	7.522	9.143	9.065	9.438	9.367	9.557	9.406	8.952	8.348	8.953	9.291
-1.5				9.557	9.890	9.922	8.422	9.177	9.102	9.475	9.479	10.302	9.557	9.930	9.924	9.066	9.292
-2.0				9.542	10.060	12.162	9.028					10.303	9.782	9.932	11.418	9.327	9.255
-2.5				9.632	12.540	13.734						10.772	10.005	10.454	13.509		
-3.0				23.756	25.540	26.467						27.006	26.547	25.707	26.089		
-3.5				35.694	28.730	31.056						33.373		34.914	33.370		
-4.0				37.480	37.490	37.914								37.246	37.713		

HIDROLOGIA DE LA LAGUNA DE CHIACAHUA, OAX

OTOÑO 96

Salinidad

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.0	1.55	1.63	1.60	1.70	1.50	1.40	1.40	1.50	1.40	1.80	1.70	1.60	1.60	1.50	1.30	1.30	1.40
-1.0	1.58	1.67	1.60	1.80	1.60	1.45	1.50	1.80	1.40	1.80	1.70	2.60	1.60	1.70	1.40	1.30	1.40
-1.5			1.80	1.90	1.70	1.50	1.90	1.80	1.40	1.90	2.00	2.40	1.80	1.90	1.70	1.30	1.40
-2.0			2.00	4.00	2.10	2.50						3.70	2.30	2.20	5.00	1.40	
-2.5			18.00	12.60	12.70	7.00						14.20	8.50	13.70	16.54		
-3.0			33.00	35.01	35.40	35.60						31.45	33.60	35.64	35.70		
-3.5				39.80	40.00	43.10						38.10	37.42	38.31	40.01		
-4.0				41.00	43.00	45.00						42.00	43.51	42.63	44.05		

Temperatura

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.0	32.85	32.91	32.96	33.01	32.52	32.66	32.51	31.37	31.71	33.11	33.44	32.72	32.55	32.41	32.42	32.17	31.78
-1.0	32.82	32.88	31.92	33.00	32.45	32.00	31.25	30.79	31.69	32.90	33.25	31.73	32.3	31.77	32.06	32.16	31.79
-1.5			31.75	32.50	32.23	31.46	30.92	30.75	31.69	32.50	32.98	31.65	31.84	31.45	31.80	31.14	31.74
-2.0			31.5	31.00	31.43	30.91						31.15	31.23	31.11	31.00	31.09	
-2.5			31.00	31.00	30.34	30.68						29.74	29.76	30.06	29.70		
-3.0			29.25	29.38	29.35	29.25						29.68	29.67	29.96	29.50		
-3.5				29.67	29.25	29.47						29.54	29.54	29.67	29.48		
-4.0				29.55	29.00	29.00						29.32	29.36	29.00	29.42		

Oxígeno

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.0	6.87	7.04	7.75	7.14	7.02	7.02	7.23	7.66	7.32	7.36	7.88	7.20	7.05	7.22	7.9	7.10	7.80
-1.0	6.56	6.88	7.80	6.50	6.2	6.00	6.64	6.11	7.16	7.00	7.42	5.10	5.47	5.30	7.44	6.89	7.55
-1.5			6.00	5.60	6.25	5.55	2.53	3.23	7.13	6.80	6.42	3.69	4.2	4.00	6.52	6.04	7.49
-2.0			5.61	4.80	4.3	3.80						2.10	3.22	4.51	2.5	4.50	
-2.5			2.00	1.50	1.2	2.10						1.08	2.05	2.48	1.79		
-3.0			0.40	0.20	0.15	0.45							1.07	0.89	0.68		
-3.5				0.18	0.12	0.40							0.69	0.59	0.35		
-4.0				0.15	0.1	0.38							0.16	0.13	0.16		

Sigma

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0.0	2.191	2.252	2.231	2.306	2.147	2.076	2.051	2.123	2.056	2.382	2.315	2.226	2.222	2.145	1.997	1.991	2.057
-1.0	2.213	2.281	2.209	2.380	2.230	2.099	2.120	2.355	2.055	2.378	2.290	2.928	2.217	2.280	2.063	1.991	2.057
-1.5			2.354	2.444	2.290	2.124	2.410	2.332	2.033	2.444	2.528	2.798	2.356	2.422	2.280	1.969	2.056
-2.0			2.497	3.975	2.570	2.857						3.754	2.715	2.638	4.719	2.042	
-2.5			14.406	10.377	10.447	6.203						11.562	7.308	11.191	13.312		
-3.0			25.712	27.240	27.538	27.692						24.531	26.163	27.713	27.765		
-3.5				30.900	31.060	33.444						29.598	29.078	29.757	31.064		
-4.0				31.824	33.375	34.923						32.598	33.763	33.090	34.179		

HIDROLOGIA DE LA LAGUNA DE CHIAHAHUA, OAX

INVIERNO '96

Salinidad

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	8.10	8.00	8.10	8.10	8.20	8.10	8.10	8.20	8.10	8.10	8.10	8.40	8.30	8.30	8.40	8.60	8.30	8.00
-1.0	8.20	8.00	8.10	8.10	8.20	8.10	8.10	8.20	8.20	8.10	8.20	8.40	8.30	8.40	8.50	8.70	8.50	8.50
-1.5			8.30	8.30	8.30	8.30		8.20	8.20	8.10	8.10	8.40	8.30	8.50	8.60	8.75		
-2.5			25.00	24.00	28.00							27.08	28.01	26.90	28.40	29.40		
-3.0			38.40	37.50	37.50							35.12	36.30	33.00	37.13	34.50		
-3.5			44.10	42.00	43.00							41.20	40.00	43.80	44.12	41.00		
-4.0			45.25	46.10	45.42							45.82	43.40	44.60	45.28	43.50		

Temperatura

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	28.80	28.70	29.20	29.23	29.33	29.03	29.10	29.10	29.29	29.48	29.34	29.54	29.33	29.10	29.00	29.32	29.50	29.53
-1.0	28.60	28.65	29.20	29.22	29.27	28.85	29.08	29.05	29.20	29.30	29.23	29.50	29.30	29.05	29.08	29.13	29.25	29.35
-1.5			29.21	29.30	29.20				29.18	29.34	29.23	29.41	29.14	29.00	29.02	29.11		
-2.0			29.21	29.28	29.20							29.20	29.13	28.90	28.95	28.97		
-2.5			29.71	29.65	29.74							29.65	29.60	29.50	29.44	29.30		
-3.0			29.71	29.74	29.74							29.65	29.63	29.48	29.43	29.28		
-3.5			29.69	29.70	29.70							29.60	29.60	29.43	29.43	29.28		
-4.0			29.69	29.75	29.70							29.63	29.65	29.43	29.43	29.28		

Oxígeno

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	3.43	4.27	3.60	3.18	3.79	5.35	5.20	4.51	4.56	4.89	5.25	5.90	5.62	5.25	5.12	5.41	5.22	5.65
-1.0	3.42	4.20	3.25	2.86	4.00	4.39	4.80	4.51	4.49	4.36	4.85	5.90	5.34	5.31	4.89	4.64	4.50	4.79
-1.5			2.75	2.00	3.95	3.88			3.29	3.54	3.69	3.27	3.29	3.68	3.79	3.63		
-2.0			1.50	0.39	2.57	2.41						2.41	2.33	2.11	2.03	2.55		
-2.5				0.25	0.49	0.34						1.23	1.45	1.19	1.18			
-3.0				0.15	0.12	0.14						0.80	0.90	0.85	0.69			
-3.5				0.11	0.10	0.09						0.30	0.20	0.23	0.17			
-4.0				0.08	0.09							0.04	0.07	0.06	0.02			

Sigma

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	6.996	6.920	7.002	7.002	7.223	7.000	7.001	7.075	7.003	7.006	7.004	7.230	7.153	7.150	7.223	7.000	7.155	6.932
-1.0	7.068	6.920	7.002	7.002	7.299	6.997	7.000	7.075	7.077	7.003	7.077	7.230	7.153	7.224	7.299	6.997	7.301	7.303
-1.5			7.151	7.153	7.373				7.076	7.004	7.002	7.229	7.150	7.298	7.373			
-2.0			7.301	7.376	8.179							7.823	7.942	7.678	8.179			
-2.5			19.658	18.906	22.224							21.226	21.928	21.091	22.224			
-3.0			29.826	29.136	28.858							27.321	28.221	25.710	28.858			
-3.5			34.213	33.363	34.233							31.977	31.054	33.986	34.233			
-4.0			35.104	35.234	35.153							35.547	33.673	34.605	35.152			

FEERRO '97

HIDROLOGIA DE LA LAGUNA DE CHACAHUA, OAX

Señalado

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	19.60	19.40	19.60	19.80	19.90	19.90	20.00	20.10	20.30	19.95	19.86	20.60	20.30	20.40	22.40	22.50	23.30	23.30
-1.0	19.60	19.50	19.60	19.70	19.80	20.10	20.30	21.10	20.50	19.98	19.97	20.60	20.40	20.50	22.42	23.00	24.00	23.50
-1.5	19.70	19.60	19.80	19.80	19.80			20.30				21.25	21.31	22.15	22.55	24.03		
-2.0			29.80	29.80	29.80							29.26	29.04	29.01	29.08	33.65		
-2.5			36.50	37.10	38.10							38.46	36.57	38.07	37.84			
-3.0			43.50	44.00	44.30							41.58	42.11	41.61	43.15			
-3.5				46.40	45.30							43.41	42.36	43.25	44.50			
-4.0												46.53	45.50	44.67	46.80			

Temperatura

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	30.20	30.76	30.47	30.26	30.42	29.85	30.24	29.92	30.18	30.04	30.09	30.08	29.90	29.89	29.70	30.15	29.67	29.76
-1.0	30.28	30.50	30.45	30.40	30.41	29.97	30.23	29.92	30.34	29.89	29.86	30.28	29.90	29.76	29.75	30.07	29.81	29.73
-1.5	30.18	30.45	30.43	30.06	30.19			29.77				29.99	30.11	29.65	29.68	30.01		
-2.0			30.28	30.02	30.06							29.86	30.08	29.61	29.63	29.85		
-2.5			29.65	29.59	29.80							29.72	29.98	29.58	29.58			
-3.0			29.49	29.46	29.32							29.64	29.87	29.47	29.54			
-3.5				29.47	29.33							29.61	29.76	29.36	29.50			
-4.0												29.58	29.70	29.34	29.47			

Calor

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	5.28	5.81	4.59	5.35	6.96	7.47	6.34	6.91	6.43	6.60	6.75	7.60	7.34	7.45	6.90	6.49	6.70	4.40
-1.0	4.65	5.68	4.50	4.30	5.80	7.37	5.65	6.62	5.00	6.51	5.94	4.80	5.26	6.90	6.97	5.10	5.80	4.00
-1.5	3.14	3.04	3.00	2.90	3.50			3.68				3.25	3.70	3.55	3.26	3.06	3.07	
-2.0			1.80	1.65	1.56							1.59	1.32	1.46	1.33	1.24		
-2.5			0.55	0.42	0.24							0.65	0.56	0.68	0.48	0.28		
-3.0			0.35	0.33	0.23							0.45	0.36	0.33	0.26	0.22		
-3.5				0.15	0.18							0.30	0.21	0.22	0.19	0.16		
-4.0												0.10	0.15	0.11	0.14	0.12		

Signa

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	15.603	15.453	15.603	15.753	15.752	15.828	15.902	15.977	16.127	15.865	15.798	16.352	16.127	16.202	17.703	17.777	18.380	18.379
-1.0	15.603	15.528	15.603	15.678	15.752	15.977	16.127	15.977	16.277	15.888	15.880	16.352	16.202	16.277	17.718	18.153	18.905	18.530
-1.5	15.678	15.603	15.752	15.753	15.753			16.127				16.840	16.884	17.516	17.816	18.927		
-2.0			23.275	23.278	23.277							22.871	22.703	22.684	22.737	26.199		
-2.5			28.373	28.333	29.504							29.871	28.422	29.575	29.309			
-3.0			33.753	34.140	34.375							32.269	32.673	32.318	33.481			
-3.5				36.001	35.149							33.681	32.868	33.562	34.526			
-4.0												33.774	35.297	34.661	36.312			

HIDROLOGIA DE LA LAGUNA DE CHACAHUA, OAX

PRIMAVERA '97

Salinidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	30.75	30.42	30.67	31.24	31.56	31.46	31.70	31.55	31.74	31.75	31.72	31.77	31.56	31.22	31.34	30.90	31.31	30.87
-1.0	31.05	31.70	32.70	31.50	34.40	32.50	32.40	32.50	32.50	32.70	32.40	32.40	32.50	32.40	32.50	32.50	32.70	31.30
-1.5				32.55	34.60	33.50		32.50	33.50	33.80	33.70	33.20	33.50	32.50	32.65	32.70		
-2.5				32.80	34.80	34.65						34.65	33.60	33.80	33.05			
-3.0				34.50	35.00	34.85						34.70	34.10	35.00	33.50			
-3.5				42.20	45.00	42.50						43.00	42.50	45.00	43.00			
-4.0				45.80	47.00	45.00						45.00	46.01	47.50	48.60			

Temperatura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	31.40	31.25	31.35	31.10	31.12	31.31	31.62	31.25	31.34	31.34	31.42	31.55	31.51	31.33	31.45	31.36	31.31	31.37
-1.0	31.40	31.25	31.27	31.17	31.26	31.45	31.55	31.28	31.35	31.35	31.43	31.56	31.52	31.33	31.45	31.37	31.42	31.35
-1.5				31.11	31.46	31.35		31.28	31.35	31.36	31.43	31.56	31.50	31.25	31.35	31.37		
-2.0				31.05	31.52	31.28		31.16				31.53	31.48	31.12	31.20			
-2.5				31.00	31.23	31.01						31.20	31.08	30.95	30.95			
-3.0				30.90	30.72	30.73						30.88	30.90	30.88	30.60			
-3.5				30.61	30.71	30.51						30.46	30.65	30.55	30.45			
-4.0				30.38	30.35	30.29						30.30	30.35	30.30	30.22			

Oxígeno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	0.01	0.70	1.15	1.77	2.11	3.49	2.30	2.69	1.80	1.33	1.60	1.90	1.86	1.99	2.30	1.52	2.88	1.24
-1.0			0.88	1.46	1.85	3.47	2.20	2.50	1.65	1.19	1.53	1.59	1.65	1.60	2.15	1.12	2.91	
-1.5				1.12	1.56			1.72	1.60	1.30	1.52	1.36	1.61	1.32	1.46	1.04		
-2.0				0.97	1.14							1.23	1.19	1.05	1.01			
-2.5				0.68	0.81							0.78	0.81	0.66	0.62			
-3.0				0.35	0.28							0.31	0.24	0.38	0.33			
-3.5					0.06							0.14	0.13	0.15	0.14			
-4.0												0.02	0.01	0.03	0.02			

Cloruro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	23.982	23.734	23.922	24.356	24.598	24.520	24.698	24.589	24.732	24.739	24.716	24.752	24.594	24.338	24.428	24.096	24.407	24.067
-1.0	24.209	24.703	24.702	24.552	25.233	25.306	25.229	25.308	25.308	25.459	25.231	25.229	25.305	25.232	25.306	25.307	25.458	24.395
-1.5				25.348	25.382	25.308		26.067	26.066	26.088	26.217	25.836	26.064	25.309	25.383	25.459		
-2.0				25.387	25.975	26.827		26.828				26.899	26.102	25.424	25.409			
-2.5				25.539	26.537	27.706		26.873				26.942	26.906	26.299	25.730			
-3.0				26.832	27.215	27.862		26.920				26.984	26.528	26.452	26.076			
-3.5				32.729	34.890	32.962						33.349	32.960	34.893	33.349			
-4.0				35.505	36.450	34.898						34.898	35.680	36.840	37.699			

HIDROLOGIA DE LA LAGUNA DE CHACAHUA, OAX

OTOÑO '97

Soliridad

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	26.02	25.90	25.80	25.70	25.60	25.50	25.30	26.10	25.50	26.00	25.70	25.50	25.80	26.00	25.80	25.50	26.01	26.06
-1.0	26.12	26.95	26.85	26.50	26.48	26.60	26.40	26.35	26.70	27.01	27.30	26.60	26.70	26.50	26.70	26.80	26.70	26.80
-1.5		27.50	27.45	27.55	28.64	28.50		28.08	29.12	29.60	29.30	27.50	28.06	27.80	28.03	28.02	28.30	
-2.0		28.80	29.30	29.60	29.80	29.70		29.55	29.50			29.80	29.70	29.90	30.00			
-2.5			31.61	31.80	32.90	33.01						33.05	32.81	32.69	33.20			
-3.0			34.90	34.50	36.02	36.06						36.70	36.80	36.00	36.50			
-3.5				36.80	37.08	37.50						38.20	37.80	37.90	37.90			
-4.0				43.60	45.40	44.50						43.70	44.04	45.60				

Temperatura

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	30.70	30.42	30.50	30.36	30.13	29.70	29.60	29.80	30.16	30.36	30.45	30.17	29.97	30.27	30.42	30.55	30.42	30.30
-1.0	30.72	30.40	30.50	30.30	30.12	29.63	29.55	29.76	30.00	30.38	30.55	30.33	29.94	30.18	30.44	30.46	30.36	30.12
-1.5		30.45	30.32	30.15	30.11	29.74		29.93	30.30	30.22	30.40	30.57	30.12	30.13	30.47	30.48	30.25	
-2.0			29.91	30.01	30.15	30.01		30.19	30.35			30.45	30.20	30.18	30.35			
-2.5			29.85	29.95	30.06	30.03						30.36	30.19	30.11	30.28			
-3.0			29.81	29.90	30.05	30.05						30.21	30.18	30.11	30.26			
-3.5				29.80	30.03	30.05						30.20	30.18	30.09	30.21			
-4.0				29.77	30.04	30.04						30.20	30.18	30.08	30.14			

Calor

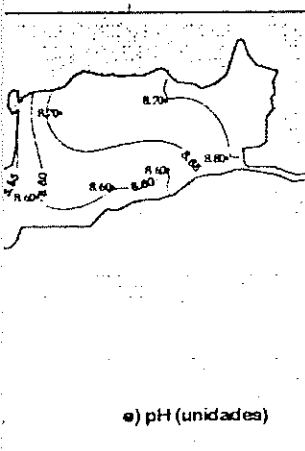
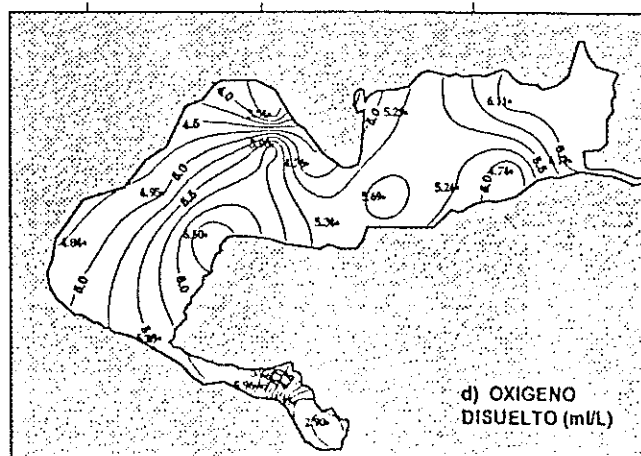
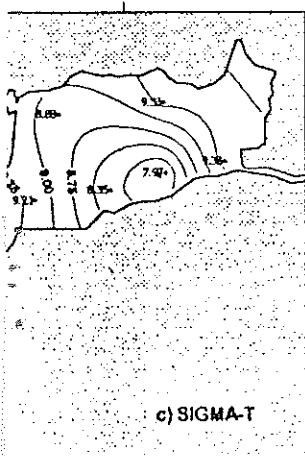
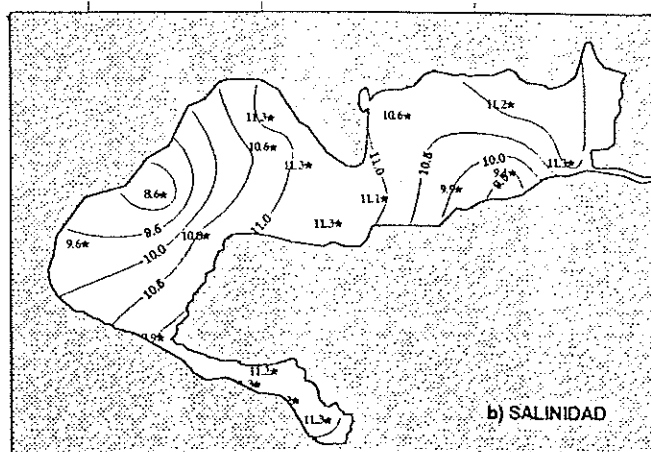
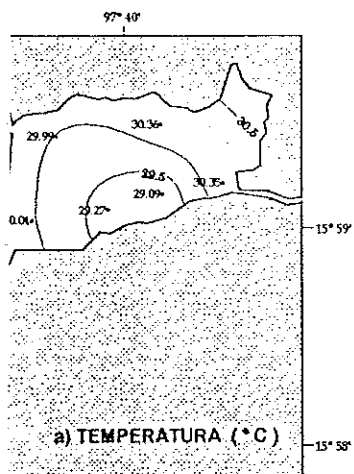
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	2.91	2.84	2.97	3.01	2.90	3.01	2.25	2.45	2.30	2.38	2.61	3.15	2.70	2.67	3.46	3.50	3.10	2.57
-1.0		2.60	2.93	2.90	2.89	1.95	2.02	2.43	2.06	2.03	2.01	2.08	2.45	2.30	2.15	1.50		2.40
-1.5		1.50	1.60	1.40	1.22		1.25	1.61	1.47	1.27	1.14	1.45	1.52	1.60	1.51	0.00		
-2.0		1.10	1.00	1.02	0.89		1.02	1.03	1.02	1.04			1.11	1.15	0.98			
-2.5			0.33	0.28	0.16								0.09	0.08	0.05			
-3.0			0.11	0.14	0.11								0.08	0.06	0.04			
-3.5			0.09	0.07									0.05	0.04	0.03			
-4.0			0.06										0.03	0.03	0.03			

Soliridad

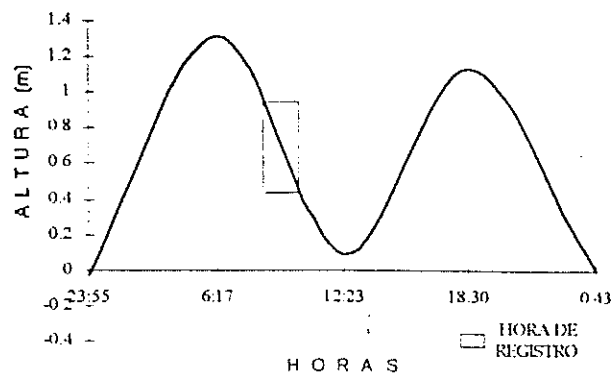
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	20.420	20.332	20.256	20.181	20.108	20.035	19.885	20.486	20.032	20.407	20.181	20.032	20.259	20.408	20.256	20.030	20.414	20.468
-1.0	20.495	21.122	21.047	20.822	20.770	20.865	20.714	20.675	20.937	21.168	21.285	20.859	20.937	20.792	20.941	21.016	20.941	21.018
-1.5		21.536	21.500	21.577	22.4	22.297		21.979	22.761	23.125	22.896	21.536	21.977	21.766	21.937	21.929	22.142	
-2.0		22.518	22.991	23.127	23.276	23.202		23.087	23.048			23.274	23.200	23.352	23.426			
-2.5			24.643	24.793	25.627	25.711						25.737	25.580	25.467	25.093			
-3.0			27.151	26.845	28.001	28.032						28.518	28.595	27.985	28.365			
-3.5				28.600	28.811	29.132						29.665	29.360	29.435	29.435			
-4.0				33.825	35.213	35.291						33.894	34.159	35.366	35.366			

CONFIDENTIAL

[illegible][illegible][illegible][illegible]



MAREA DE HUATULCO, OAX
23 DE AGOSTO DE 1996



líneas de parámetros hidrológicos, Agosto '96 (superficie)

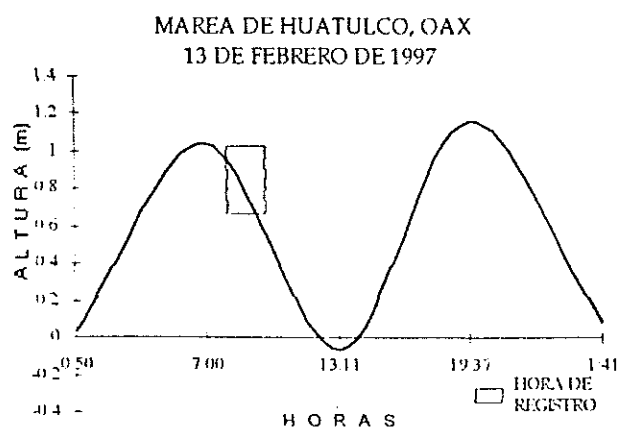
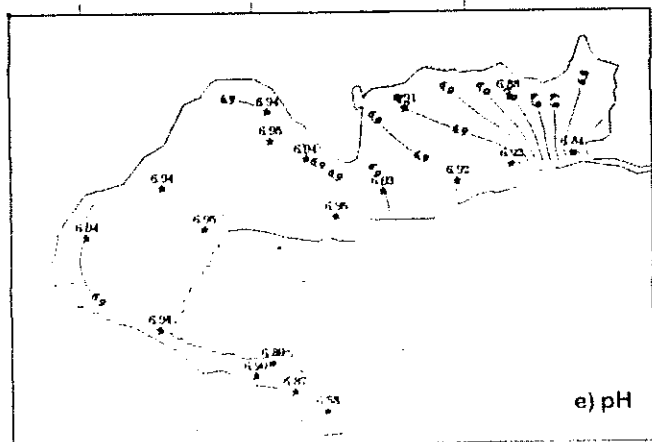
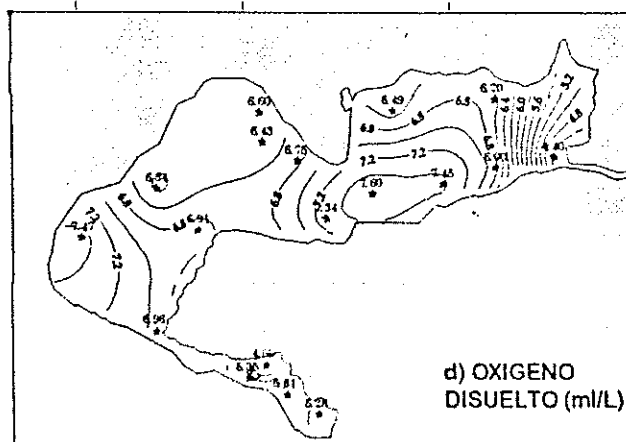
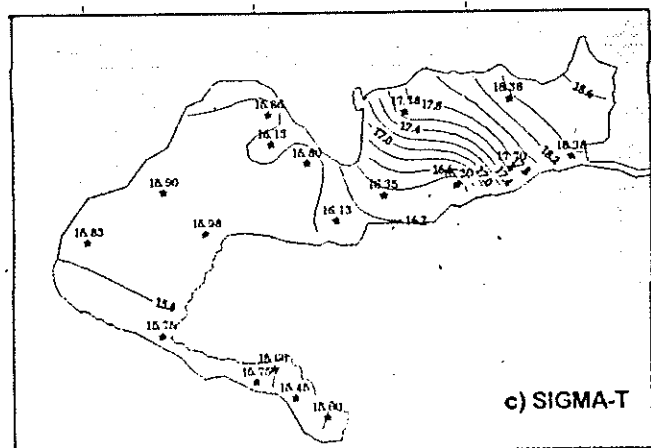
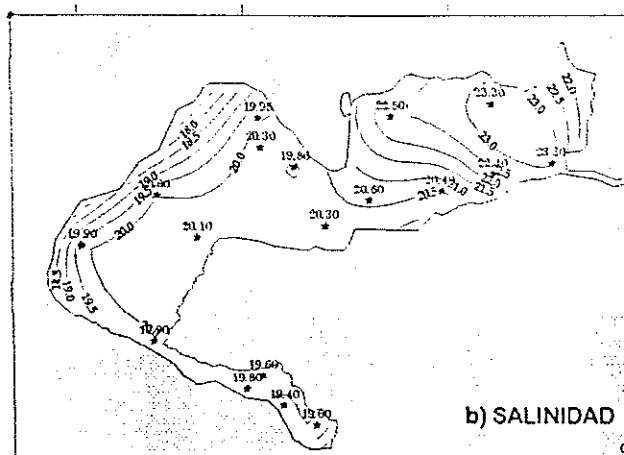


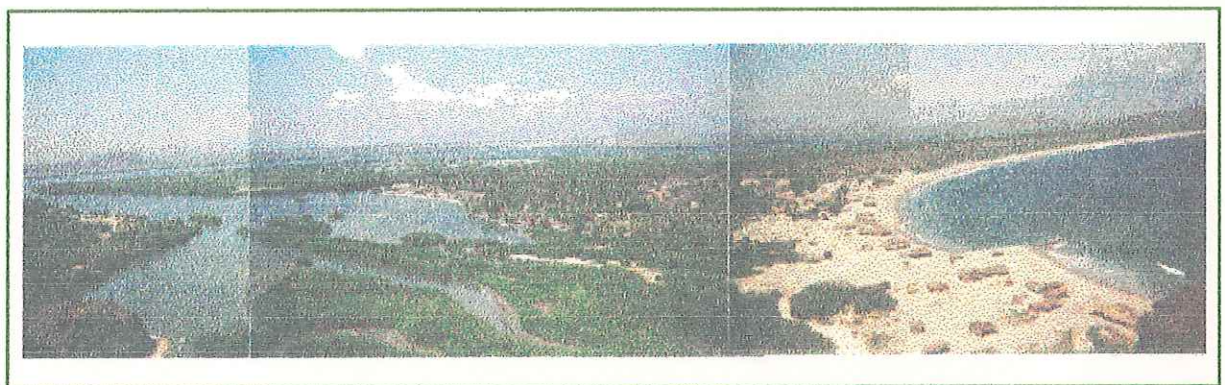
FIGURA No. 1. Isolineas de parámetros hidrológicos, Febrero '97 (superficie)

PANORAMICA DE LA BOCABARRA DE LA LAGUNA DE CHACAHUA

ANTES Y DESPUES DEL PASO DEL HURACAN PAULINE

9 DE OCTUBRE DE 1997

FEBRERO 1997



NOVIEMBRE 1997

