



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
Área de Conocimiento de Ciencias del Mar
Departamento Académico de Geología Marina

Tesis de Licenciatura

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y EVALUACIÓN DEL
IMPACTO ANTROPOGÉNICO EN LOS PRINCIPALES
HUMEDALES DE MANGLAR EN LA BAHÍA DE LA PAZ,
BAJA CALIFORNIA SUR**

Para obtener el título de:

GEÓLOGA

Presenta:

SAMAHRA GABRIELA LÓPEZ LÓPEZ

Director:

Dr. Tobias Schwennicke

La Paz, Baja California Sur, México, noviembre de 2013

	Página
AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- RASGOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
3.- MARCO REGIONAL	5
3.1.- Fisiografía	5
3.2.- Geología	6
3.3.- Clima	12
3.4.- Vegetación	13
3.5.- Hidrología	13
3.6.- Oceanografía	14
4.- Justificación y Objetivos	19
5.- Metodología	20
6.- Resultados	24
6.1.- Extensión de sitios de manglar	24
6.2.- Descripción y evaluación de los sitios	26
6.2.1.- Ensenada Grande	26
6.2.2.- El Cardonal	29
6.2.3.- El Cardoncito	33
6.2.4.- El Mezteño	35
6.2.5.- El Candelero	38
6.2.6.- El Gallo	40
6.2.7.- Ensenada La Gallina	43
6.2.8.- Puerto Ballena	45
6.2.9.- El Erizoso	47
6.2.10.- Bahía San Gabriel	50
6.2.11.- La Dispensa	53
6.2.12.- Las Navajas	55
6.2.13.- Balandra	58
6.2.14.- El Merito	62
6.2.15.- Playa Pichilingue	65
6.2.16.- Unidad Pichilingue	69
6.2.17.- Bahía Falsa	72
6.2.18.- El Tesoro	76
6.2.19.- Estero Puerto Gato	79
6.2.20.- Eréndira	81
6.2.21.- Enfermería Norte	86
6.2.22.- Enfermería	89
6.2.23.- Palmira	92
6.2.24.- El Conchalito	96
6.2.25.- Hotel Crown Plaza	101
6.2.26.- Cola de la Ballena	104
6.2.27.- Chametla-Centenario	107
6.2.28.- El Comitán	110

6.2.29.- La Ardilla	112
6.2.30.- Estero Zacatecas	115
6.2.31.- El Mogote	118
7.- Discusión y Conclusiones	123
7.1.- Impacto antropogénico y medidas de protección	123
7.2.- Medidas de Restauración en humedales degradados	126
7.3.- Posibles sitios para la creación artificial de sitios de manglar	133
8.- Conclusiones	135
9.- Literatura consultada	137

Deseo manifestar mi más sincera y eterna gratitud a la Universidad Autónoma de Baja California Sur y a la carrera de Geología Marina por la formación recibida durante mi estancia en ella.

A mis profesores por su tiempo y dedicación, gracias a todos ellos y en especial a mi director de tesis Dr. Tobias Schwennicke por todo su apoyo y tiempo que invirtió a mi trabajo, por supuesto a los miembros de la comisión revisora conformada por el Dr. Jobst Wurl y M. C. Luis A. Herrera Gil, por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo y por sus valiosas observaciones.

A la Dra. Patricia González Zamorano y CIBNOR por su colaboración en mi visita a los manglares en el Complejo Insular Espíritu Santo-La Partida.

A mi madre Sandra Luz López Castro, porque gracias a ella me convertí en quien soy ahora. A mi esposo José Jesús González Mendoza, por apoyarme en todos mis proyectos y a dar equilibrio en mi vida, por aquellas veces que he querido tirar la toalla y no me has dejado dándome consejos para seguir adelante. A mis hermanas y hermano por toda la historia de vida que hemos compartido juntos y por todos los consejos y apoyo que he tenido de su parte.

A mis amigos y colegas con los cuales pase muchas aventuras en nuestras prácticas, clases y todavía hoy en día siguen pasando tiempo conmigo. A todas esas personas que han estado conmigo siempre muchas gracias.

RESUMEN

El área de estudio del presente trabajo comprende la bahía de La Paz, Baja California Sur. La bahía está limitada hacia el oeste, sur y suroeste por tierra firme y hacia el este y noreste por las aguas del golfo de California y las islas Espíritu Santo y La Partida. Se han identificado 31 humedales de manglar distribuidos en la laguna de La Paz, al norte de La Paz y en el complejo insular Espíritu Santo-La Partida. A pesar de la irrefragable importancia de los hábitats de manglar en las costas, la tendencia mundial a concentrar actividades productivas (desarrollos portuarios, turísticos, urbanización, acuicultura, entre otros) en sus inmediaciones ha generado una serie de tensiones. Estas tendencias mundiales se observan también en la bahía de La Paz donde ya se ha perdido una parte de los manglares. En México, los humedales de manglar están protegidos por ley. Además, desde el 2008, una parte de los manglares en la bahía de La Paz es reconocida como humedal de relevancia mundial bajo la Convención Internacional Ramsar. El objetivo del presente estudio es proporcionar una descripción general de cada uno de los humedales de manglar en la bahía de La Paz y además evaluar el grado de impacto antropogénico en cada sitio, utilizando un catálogo de criterios. El estudio muestra que los humedales de manglar en las islas exhiben muy pocas alteraciones antropogénicas, la visita por personas está limitada debido a su ubicación, además de que existe mayor protección legal que en los otros sitios de la bahía. De modo diferente, los manglares al norte de la ciudad y en la laguna de La Paz muestran alteraciones más severas. La población puede visitar estos sitios con mucha facilidad, no existe una vigilancia efectiva y se registra urbanización en sus alrededores. Debido a estas condiciones, los alrededores de muchos sitios están alterados, es común un alto grado de contaminación y se observan daños a la cobertura vegetal. Por lo tanto, es importante avanzar con estrategias para su conservación; específicamente es indispensable contar con un plan efectivo de manejo y conservación. Se proponen algunas acciones.

ABSTRACT

The study area comprises the Bay of La Paz, Baja California Sur, in the southern part of the Baja California Peninsula. The bay is bounded on the west, south, and southeast by land of the peninsula; toward the east and northeast the bay is bounded by the Gulf of California and Espiritu Santo and La Partida Islands. Around the La Paz Lagoon, north of La Paz, and on the Espiritu Santo-La Partida Islands a total of 31 intertidal wetlands have been identified. Despite the indisputable importance of mangrove habitats on the coasts, the global trend to concentrate human activities (port development, tourism, urbanization, aquaculture, etc.) in these areas has generated a series of tensors, including changes in the flow of seawater and freshwater, increased input of nutrients, pollution, defoliation by herbicides, and others. In extreme cases, the mangroves are destroyed in a "planned" manner in order to use the area for other purposes. These global trends can also be observed in the Bay of La Paz where several mangroves have already been completely lost and many others are damaged. It is therefore important to move forward with strategies for their conservation. Mangroves are protected by Mexican law. In addition, since 2008 part of the coastal wetlands in the Bay of La Paz are formally recognized under the international Ramsar Convention on Wetlands. Any conservation management plan should depart from a unified and detailed inventory of the mangroves to assess their characteristics, performance and status of anthropogenic disturbance, including specific causes of degradation. The aim of the present study is to provide a general description of each of the mangrove wetlands in the Bay of La Paz, and to assess the degree of anthropogenic impact at each site, based upon a list of criteria. The study shows that mangrove wetlands on the islands exhibit little anthropogenic disturbance. In contrast, mangroves north of the city of La Paz and around the La Paz Lagoon are more severe distConvention on Wetlands

1.- INTRODUCCIÓN

Actualmente, los humedales se reconocen como uno de los ecosistemas más importantes de la superficie de la Tierra (Mitsch y Gosselink, 2000) debido a su papel como sitio de maduración de larvas de crustáceos y peces de importancia comercial, como refugio o hábitat de especies protegidas o en peligro de extinción, como fuente de recursos económicos derivados de su explotación y son considerados fuentes, sumideros y transformadores de múltiples materiales químicos, biológicos y genéticos. Estos ecosistemas se forman por arbustos tolerantes a la sal y ocupan la zona entre mareal de ambientes costeros de baja energía en climas tropicales y subtropicales. También son ecosistemas productivos en términos de materia orgánica (biomasa) y especies, y de esa productividad dependen numerosos ecosistemas contiguos (mares, costas y lagunas) los cuáles en ocasiones derivan en importantes actividades comerciales (Constanza et al., 1997). Su ubicación entre los ecosistemas marinos y terrestres requiere la adaptabilidad de su biocenosis a condiciones tanto terrestres como acuáticas, proporcionando protección en ambos medios, razón por la que diversos autores les confieren una importancia suprema en la conservación (Greeson, et al., 1978; Williams, 1990; Kusler et al., 1994). Existe un tratado internacional que pretende fomentar la protección de este ecosistema, la llamada Convención de Ramsar sobre humedales, la cual tiene como misión “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales, gracias a la cooperación internacional como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el Mundo” (Convención Ramsar, 2012). Gran parte de la bahía de La Paz es reconocida como sitio Ramsar desde el año 2008 (Ramsar, 2013).

La fisiografía de los humedales de manglar muestra características ecológicas de gran complejidad estructural y funcional. Son sistemas abiertos con relación al flujo de energía y materia, reaccionando ostensiblemente a cualquier influencia anormal externa y en las que se desarrolla un gran número de procesos físicos, químicos y biológicos que involucran a los mangles como individuos o al sistema como un todo. El producto de la interacción entre elementos bióticos y abióticos no se circunscribe al ámbito del manglar sino que trasciende a los sistemas terrestres y acuáticos (Odum, 1971; Pannier y Pannier, 1977; Tovilla, 1994; Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez, 1999, Breceda-Solís et al., 2008).

Los manglares son importantes por varias razones:

- 1.-Son los ecosistemas de mayor productividad debido a su alta producción de materia orgánica.
- 2.-El manglar proporciona humedad a la atmósfera e incorpora dióxido de carbono y azufre inorgánico del medio ambiente y produce grandes cantidades de oxígeno.

- 3.-Actúan como criadero para muchas especies de crustáceos, moluscos, peces y otros.
- 4.-Sirven de hábitat para una gran variedad de aves y otros organismos marinos.
- 5.-Protegen las costas contra la erosión, las marejadas, tormentas y huracanes.
- 6.-Son usados para la recreación pasiva; deportes acuáticos y actividades turísticas.
- 7.-Son importantes para la educación y la investigación científica.

El tema de humedales costeros es muy amplio, debido a su variedad, ya que entre ellos se encuentran llanuras de aluvión, praderas de pasto marino, marismas y pantanos de manglar entre otros (Contreras-Espinosa, 1993; Tovilla, 1994). La importancia de los mangles como ecosistema tiene gran valor por la diversidad de recursos acuáticos y terrestres, porque han sido más y más destruidos en las últimas décadas, se han establecido pautas para el uso y la conservación de los manglares, y las actividades realizadas en los mismos sin la debida planificación y sin tomar en cuenta el valor ecológico pueden poner los manglares en peligro de desaparecer.

Al encontrar que estos ecosistemas son tan importantes para el buen funcionamiento natural de las costas, se ha realizado el presente estudio para describir sus rasgos generales y evaluar el impacto antropogénico en cada uno de estos humedales en la región de la bahía de La Paz, donde la actividad humana ha contribuido a la degradación y destrucción de estos ecosistemas.

2.- RASGOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio está ubicada en la bahía de La Paz en la costa sur occidental del golfo de California, en Baja California Sur (figura 1). La bahía de La Paz presenta una forma semielíptica con su eje mayor orientado en dirección nor-noroeste y sur-suroeste y cuenta con un área aproximada de 1972 km² (Álvarez-Arellano y Murillo-Jiménez 1989). Está limitada hacia el oeste, Sur y Sureste por tierra firme y hacia el Este y Noreste por las aguas del golfo de California y las islas Espíritu Santo y La Partida. El complejo insular de Espíritu Santo se encuentra separado de la península de Pichilingue por un canal de navegación de aproximadamente 8 km de ancho denominado canal de San Lorenzo. En línea recta el complejo insular se localiza a 25 km de la ciudad de La Paz, que es el puerto principal de embarque por usuarios de la zona (CONANP, 2006). El acceso al área de estudio a partir de la ciudad de La Paz se puede realizar por tierra o bien por vía marítima. Se han identificado 31 humedales de manglar distribuidos principalmente en la bahía de La Paz y en el complejo insular Espíritu Santo - La Partida. El clima de la región es semiárido.

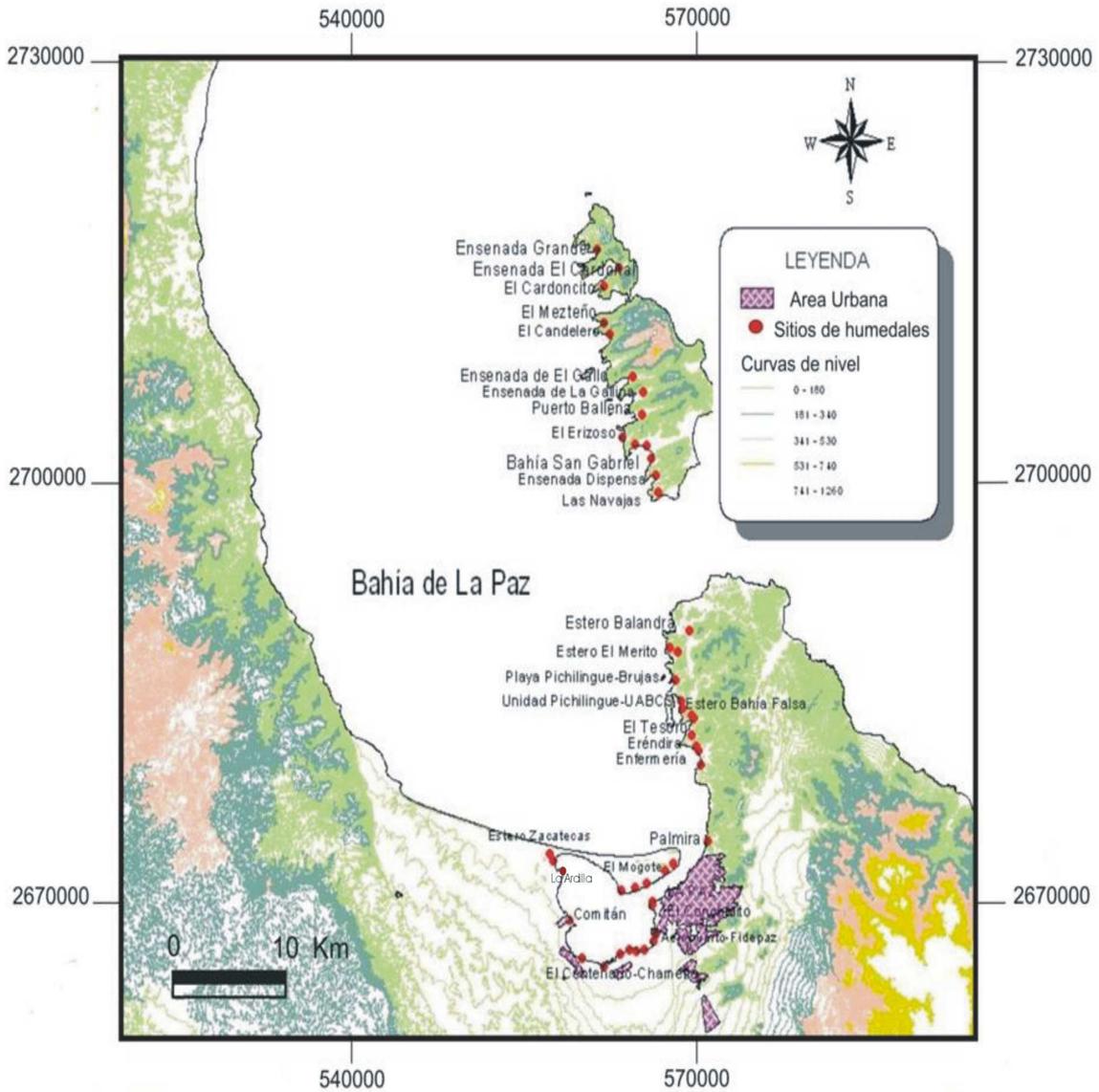


Fig. 1.- Mapa de distribución de humedales de manglar en la bahía de La Paz.

3.-MARCO REGIONAL

3.1 Fisiografía

La bahía de La Paz es una depresión marina y es la más grande y más profunda sobre la costa del golfo de California. Alcanza su profundidad máxima de más de 400 m en la parte norte de la bahía entre la isla Espíritu Santo y la región de Las Ánimas. Su línea de costa es de 166 km aproximadamente (Álvarez-Arellano y Murillo-Jiménez, 1989). El límite oriental lo fijan de manera natural las islas Espíritu Santo y La Partida, ambas con litologías volcánicas y volcanoclásticas de la Formación Comondú, de edad miocénica (Hausback, 1984; Nava-Sánchez y Cruz-Orozco, 1989). Existen múltiples bahías en el lado occidental de las islas. El sur de la bahía de La Paz se limita por la barrera arenosa El Mogote (de origen marino) y por depósitos aluviales. El Mogote separa la ensenada (laguna) de La Paz de la bahía y además protege los manglares dentro de la laguna. En el margen occidental de la bahía de La Paz, al sur de San Juan de la Costa, existe una costa montañosa con escarpes costeros, producidos por el sistema de fallas El Carrizal que limita el medio graben del valle de La Paz en su lado oeste (Fletcher et al., 2000). En esta parte afloran rocas volcanoclásticas y volcánicas miocénicas de la Formación Comondú (Hausback, 1984). Al norte de San Juan de la Costa hasta Punta Coyote los acantilados costeros se alternan con partes planas conformadas por sedimentos aluviales del Cuaternario y playas (figura 2). Los acantilados pueden exhibir bancos de abrasión o bien playas. Existen numerosas bocas de arroyo a lo largo de la costa occidental, que han originadas la formación de abanico deltas (Wright et al., 1973). En general, la costa occidental es relativamente recta, sin presentar bahías o ensenadas. Entre La Paz y El Tecolote la costa está caracterizada por una morfología montañosa y la existencia de varias bahías. Las rocas volcanoclásticas y volcánicas aflorantes pertenecen a la Formación Comondú.

En general, el relieve alrededor de la bahía de La Paz es diverso; no obstante, se caracteriza por el predominio de montañas medias y planicies aluviales. El área de estudio abarca una serie de pequeñas cuencas de drenaje de superficies reducidas; la drenan corrientes de régimen intermitente, de baja densidad y desintegradas. El patrón de drenaje es dendrítico y subparalelo (IPN, 2002). La disección a lo largo del área es típica de desierto, es decir, hay cañones con paredes escarpadas y amplios valles aluviales, con intensa ramificación de tributarios (Green-Ruiz y Larrinaga-Cunningham, 1986).

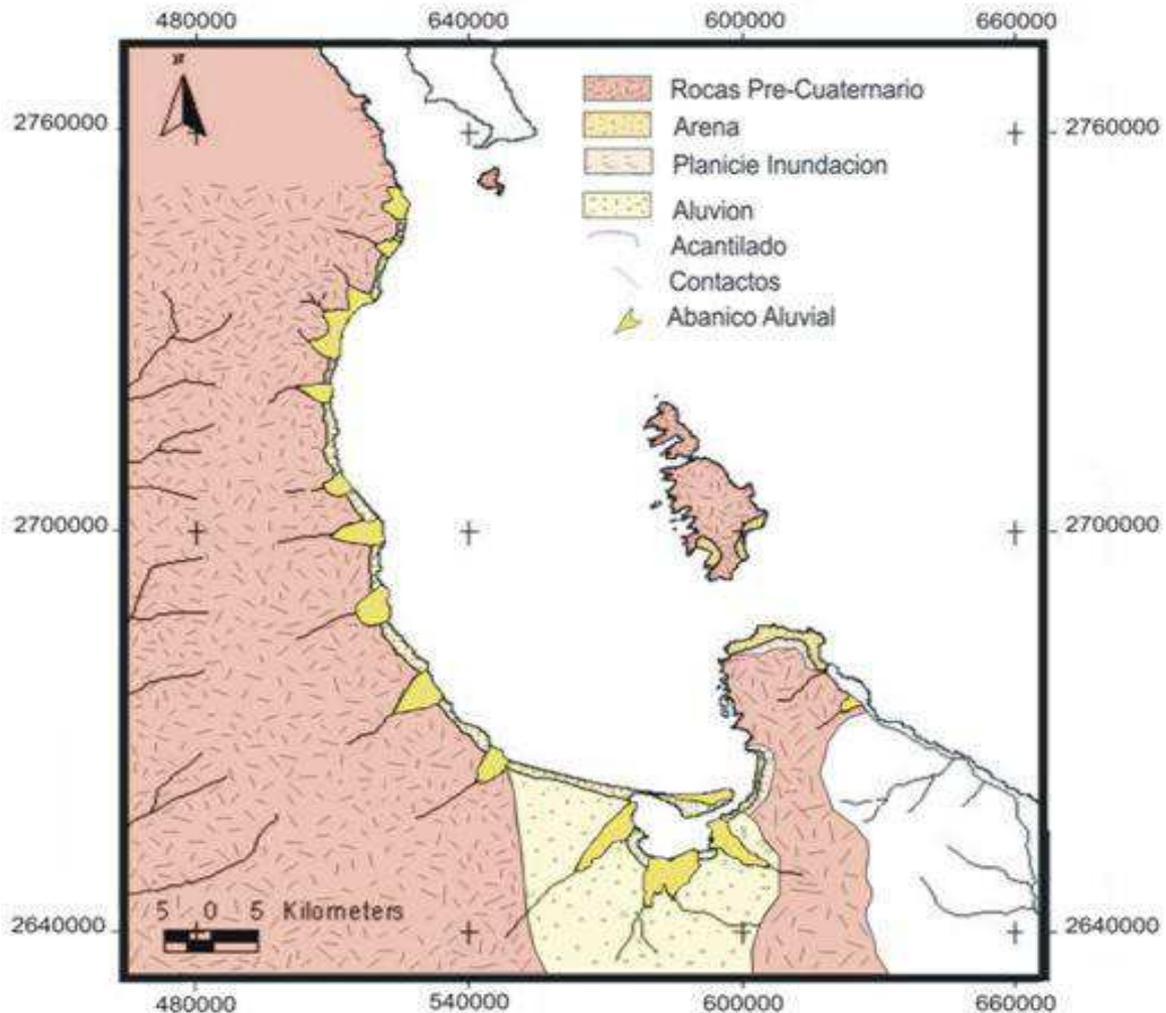


Fig. 2.- Mapa geomorfológico de la bahía de La Paz (modificado de Wright, 1984).

3.2 Geología

La región que comprende el área de estudio, tectónicamente se puede clasificar como un *continental borderland* (Nava-Sánchez et al., 2001); su origen está relacionado con la formación del golfo de California. Un *borderland* se caracteriza por fosas y pilares y la ausencia de una plataforma continental.

La existencia de la bahía de La Paz está asociada a un medio graben cuya continuación en tierra firme da lugar al valle de La Paz-El Carrizal. Dicha fosa está limitada por la falla El Carrizal en su lado oeste (Álvarez-Arellano et al., 1997; Fletcher et al., 2000). Otra falla importante con rumbo norte sur se ubica al este de la isla Espíritu Santo, la cual ha causado la rotación tectónica de la isla hasta tiempos recientes, causando su levantamiento en el lado este y subsidencia en su porción oeste (Halfar et al., 2004). Además, dentro del complejo insular Espíritu Santo-La Partida existen varias

fallas con direcciones noreste-suroeste, las cuales han influidas en el origen de las bahías y salientes en el lado oeste de las islas.

En la región afloran predominantemente rocas sedimentarias y volcanoclásticas del Mioceno. Además, se encuentran algunas rocas intrusivas del Cretácico, rocas sedimentarias oligocénicas y sedimentos no consolidados jóvenes hasta recientes. A continuación se describen estas unidades.

Basamento.-

El basamento cristalino es la unidad más antigua del área y aflora en Punta Coyote y la isla Espíritu Santo. No existen fechamientos radiométricos del basamento granítico; sin embargo, se supone que forma parte del basamento cristalino de La Paz (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1988), con una edad cretácica (Schaaf et al., 2000).

El color general de la unidad es gris claro, la roca es de grano medio a grueso y los minerales característicos son cuarzo y plagioclasa y en menor proporción alcalifeldespato, biotita y hornblenda; por lo tanto, se clasifica como roca holocristalina de composición granodiorítica. La distribución de los minerales máficos, en muestra de mano, es irregular (Alvarado-Gastelum, 2007).

Formación Salto.-

Esta unidad se distribuye a lo largo del valle Coyote. Se compone de dos miembros estratigráficos (figura 3).

Miembro Coyote

Este miembro está en contacto discordante con el basamento granítico. Morfológicamente las rocas forman lomeríos a manera de cuevas, generalmente con pendientes suaves. La unidad consiste en conglomerado grueso a fino y arenisca. Petrológicamente, el conglomerado del miembro Coyote contiene una gran abundancia de clastos, principalmente de rocas volcánicas, intrusivas y sedimentarias, por lo que se clasifica como un conglomerado polimíctico (Boggs, 1992). El color varía de café-rojizo a gris y por lo general es oscuro (Alvarado-Gastelum, 2007).

Dentro del miembro Coyote se encuentran dos facies litológicas: facies de conglomerado y facies de arenisca. En general, la unidad está dominada por conglomerado donde no se observan fósiles ni bioturbación. Las características dejan ver que en general el depósito es producto de un abanico aluvial. La edad del miembro Coyote es Oligoceno Superior (Alvarado-Gastelum, 2007).

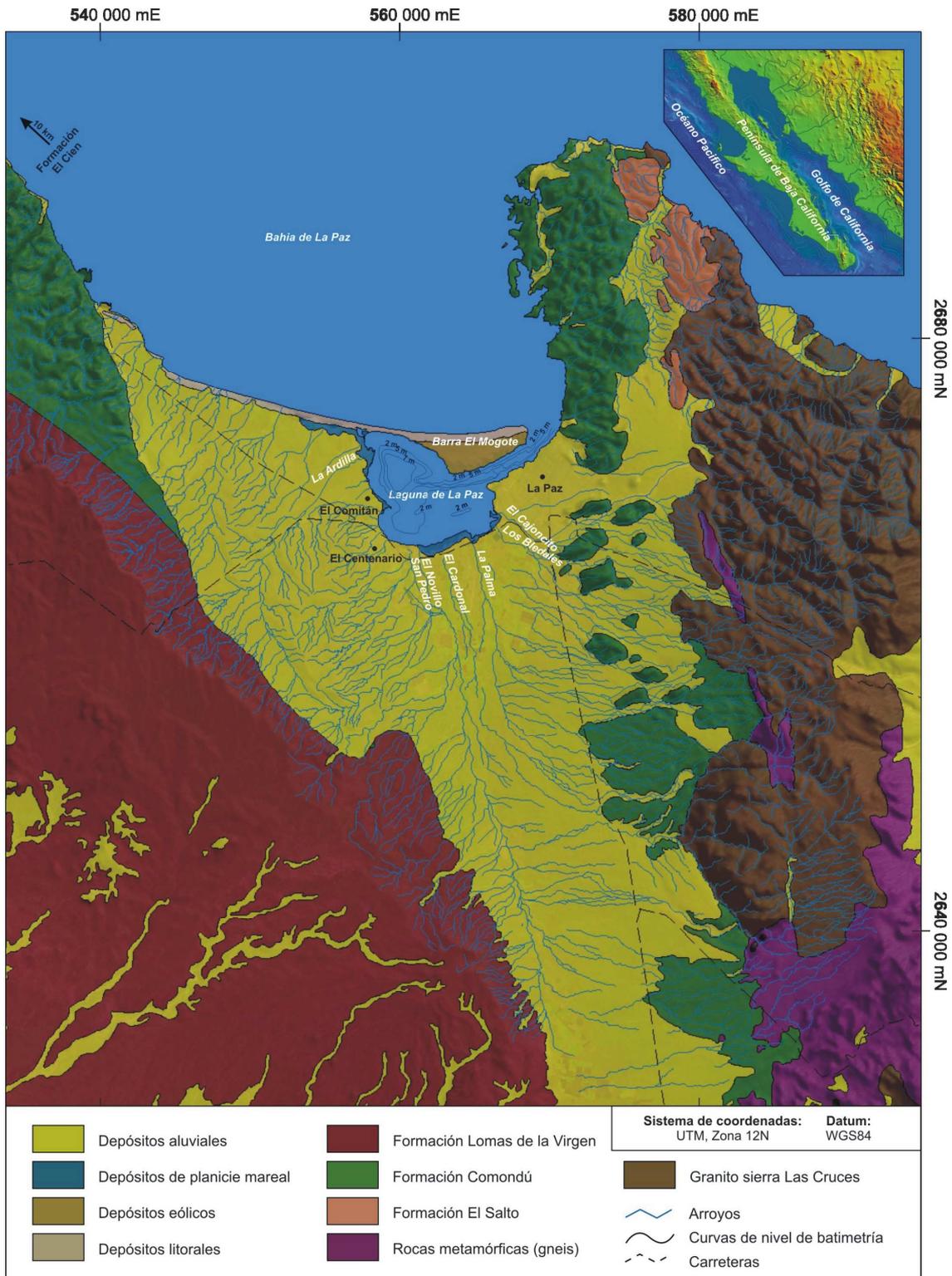


Fig. 3.- Mapa de las localidades aledañas a los sitios de manglar (tomado de Choumiline, 2009).

Miembro Los Hornos

Esta unidad está compuesta predominantemente por arenisca roja y beige con estratificación cruzada de origen eólico y fluvial. También se intercalan algunos lentes de conglomerado y tobas (Alvarado-Gastelum, 2007).

La presencia de capas de toba en el miembro Los Hornos demuestra vulcanismo contemporáneo (Hausback, 1984). El miembro Los Hornos tiene una edad de Oligoceno Superior tardío hasta posiblemente Mioceno Inferior temprano (Alvarado-Gastelum, 2007).

Formación El Cien.-

Está expuesta al norte de San Juan de la Costa (ver figura 3), donde alcanza un espesor de 175 m (Fischer et al., 1995). La formación se compone de rocas sedimentarias marinas y está integrada por dos miembros estratigráficos:

Miembro San Juan

Esta unidad es el miembro inferior de la formación y exhibe principalmente una composición de arenisca fosfática, limolita, fangolita tobácea y porcelanita fosfática, toba, fosforita granular y conglomerado. Estas capas se formaron sobre la plataforma continental interna a externa y su edad es Oligoceno Superior. Una capa de fosforita es explotada en una mina extensa al norte de San Juan de la Costa (Fischer et al., 1995).

Miembro Cerro Colorado

Esta unidad es el miembro superior de la formación y se compone de arenisca, arenisca tobácea, coquina y conglomerado. Esta secuencia fue depositada en una zona costera y la sedimentación fue controlada por el balance entre un aumento relativo del nivel del mar y la alta proliferación terrígena. La edad es Mioceno Inferior temprano (Fischer et al., 1995).

Formación Comondú.-

En la región del valle Coyote la unidad sobreyace la Formación Salto, en la isla Espíritu Santo aflora el basamento y en San Juan de la Costa la Formación El Cien. En general, la Formación Comondú se compone de rocas volcanoclásticas (piroclásticas y epiclásticas), relacionadas con el arco volcánico del Mioceno Temprano en el noroeste de México (Hausback, 1984). Fechamientos radiométricos en la Formación Comondú indican una edad de Mioceno Inferior (Drake, 2005). Recientemente, Drake (2005) propuso elevar la unidad al rango de un grupo estratigráfico. Los depósitos pueden ser agrupados en una facies proximal y de núcleo, media y distal (Hausback 1984).

La facies proximal aflora en la región de Pichilingue y la isla Espíritu Santo y se compone principalmente de brecha volcánica, toba, conglomerado y arenisca. Hacia el sur estos depósitos se encuentran interdigitados con conglomerado, arenisca y toba

(Hausback, 1984). En la región de San Juan de la Costa aflora la facies media, dominada por arenisca volcanoclástica con intercalaciones de toba, conglomerado y brecha.

Depósitos jóvenes y recientes.-

En la costa de Las Ánimas (figura 3) se encuentran depósitos de terraza marina de edad Pleistoceno. Estas terrazas están parcialmente cubiertas por abanicos aluviales. Los depósitos marinos varían en espesor de 0.5 a 10 m; estas variaciones en el espesor reflejan su depósito principalmente en canales pre-existentes erosionables (De Diego-Forbis et al., 2004).

Los depósitos sedimentarios más jóvenes corresponden a los sedimentos actuales en los arroyos, planicies de inundación, dunas costeras y playas, abanico deltas y depósitos marinos en ambientes marinos someros costeros de alta a baja energía. Los sedimentos varían de siliciclásticos a mixtos y depósitos dominados por carbonatos (Halfar et al., 2004).

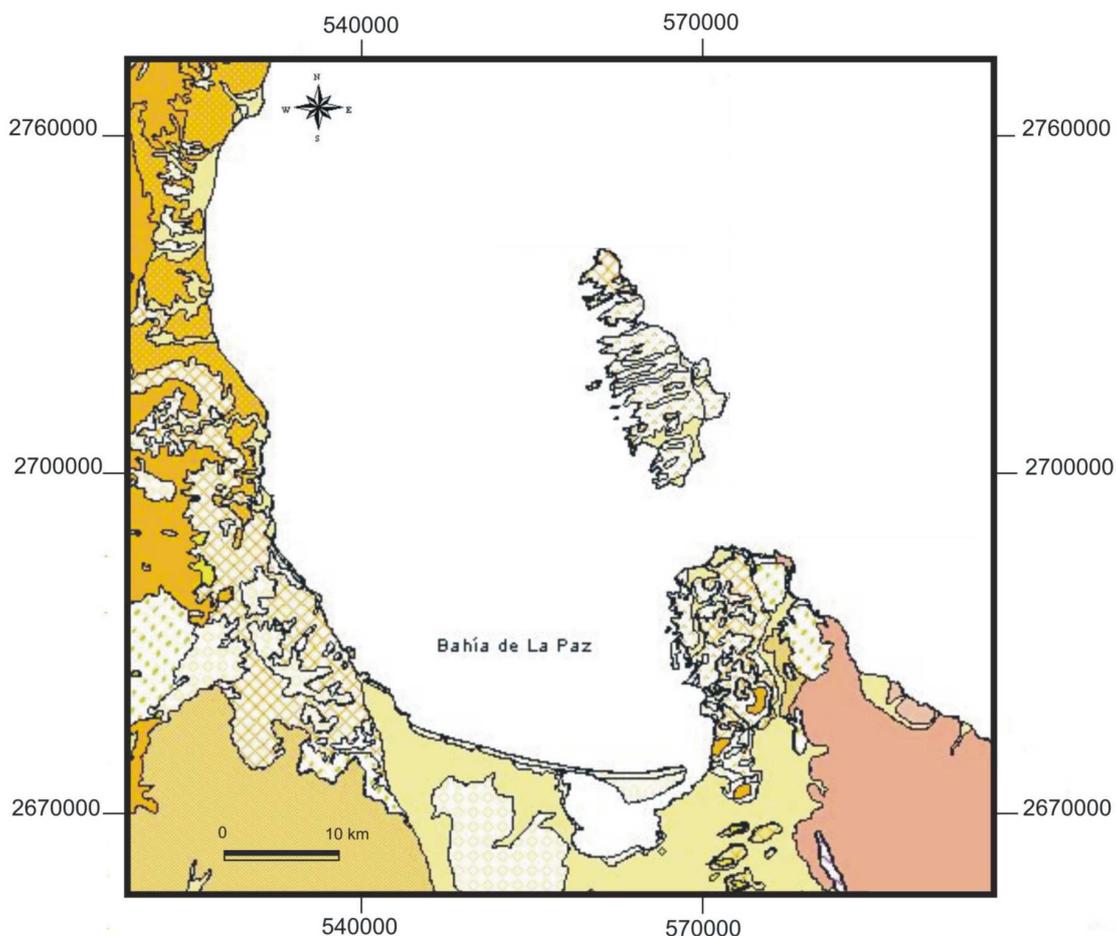
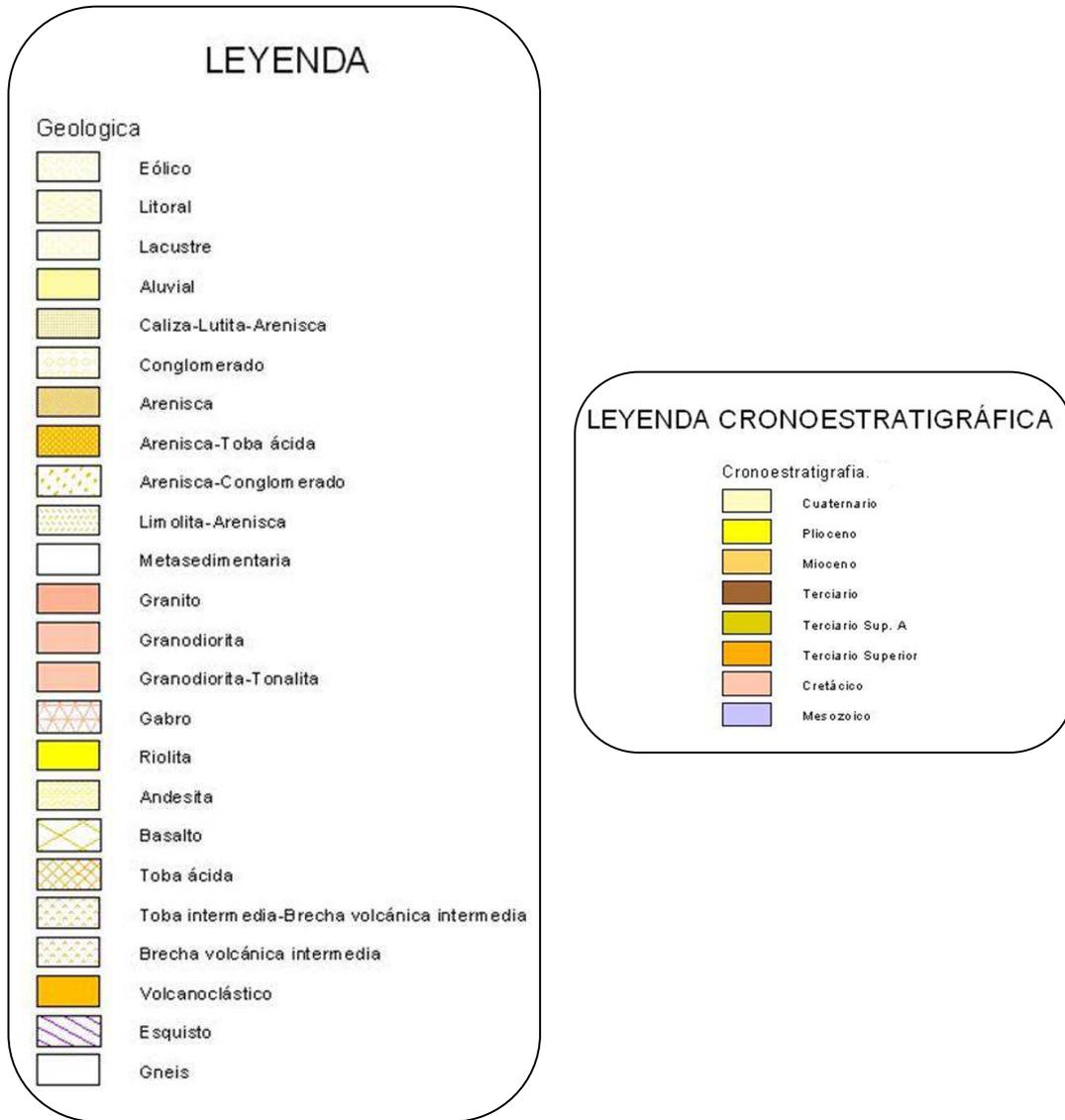


Fig. 4.- Mapa geológico de la bahía de La Paz (Modificado de INEGI, 1984). (Leyenda ver en la siguiente página).

Continuación de figura 4:



Sedimentología costera.-

En las playas de la bahía los sedimentos son principalmente de tipo arenoso, con un grado de clasificación que varía desde bien seleccionados hasta muy mal clasificados (Nava-Sánchez y Cruz-Orozco, 1989). La materia orgánica contenida en los sedimentos es de 1 a 5%, con los valores más bajos en las arenas de la porción sur y los más altos en la parte protegida de la isla Espíritu Santo, estos últimos asociados con el limo. Las concentraciones de carbonatos van de 20 y 25%, distribuidas en forma de cuñas, desde el canal de San Lorenzo y hacia el norte de la bahía. Este modo de distribución probablemente obedezca a la acción de las corrientes de marea de flujo que introducen el

sedimento y lo distribuyen en esa forma o también a la relativa abundancia de organismos bentónicos de composición calcárea (Nava-Sánchez y Cruz-Orozco, 1989). Halfar et al. (2004) encontraron que la proporción más alta de material calcáreo se encuentra en algunas bahías como Balandra al norte de Pichilingue y San Gabriel en la isla Espíritu Santo y además en el canal de San Lorenzo.

Dentro de la bahía de La Paz se localiza la laguna de La Paz, donde los procesos de sedimentación son más evidentes en la porción sur y oeste de la laguna. En esta zona existe una serie de arroyos con corrientes torrenciales intermitentes que aportan material terrígeno, siendo los más importantes los arroyos La Palma y el Cajoncito. También existe aporte eólico de arena fina de las dunas presentes en la porción más estrecha de la barrera y suministro de sedimentos provenientes de la margen suroeste de la bahía, por el flujo de la marea (Nava-Sánchez y Cruz-Orozco, 1989). Los sedimentos en la laguna están compuestos principalmente por arena de origen aluvial proveniente de las sierras La Giganta y La Pintada, excepto en la parte norte, la cuál está constituida por arena eólica y transporte litoral, que proviene sólo de la sierra La Giganta. Alrededor de la laguna existen varias zonas de manglar que atrapan sedimentos finos (limo/arcilla), formando así áreas pantanosas (Green-Ruiz y Larrinaga-Cunningham, 1986).

3.3 Clima

La región de la bahía se ha clasificado climáticamente como un subtipo de la provincia del suroeste de la península, denominado por la clave Bw (h') hw (e) de acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen y modificado por García (1973). La zona costera de la bahía presenta un clima seco o desértico cálido. En general, el clima de Baja California Sur es caliente y seco con lluvias irregulares (Wright et al., 1973).

La temperatura media anual es de 19.7° C, la mínima se sitúa entre 2 y 8° C (diciembre-febrero) y la máxima entre 40 y 43 ° C entre agosto y septiembre. La media mensual más alta oscila entre 27 y 30° C y se presenta en los meses de agosto y septiembre. El mes más frío es enero, donde la media es de aproximadamente 17° C (González-Zamorano, 2002).

Precipitación.-

La bahía de La Paz se ubica en su mayor parte en la zona de calmas subtropicales, de ahí que la precipitación sea escasa y asociada a fenómenos meteorológicos de tipo ciclónico. La temporada de lluvias (agosto-octubre) capta aproximadamente 85% de la precipitación total anual. En general, las lluvias son escasas, de corta duración y torrenciales, en tiempos de huracanes los manglares contribuyen a disminuir los efectos de los huracanes evitando la erosión del suelo. La precipitación ocurre de manera irregular en la entidad. En la cuenca de La Paz desde 1980 al 2004 se estimó una precipitación de 410 Mm³ año y una evapotranspiración de 330 Mm³ año y una

recarga potencial por lluvias de 65 Mm³ año. La recarga por lluvias ocurre principalmente en las elevaciones montañosas ubicadas al este y sureste de la cuenca (sierra Las Cruces y El Novillo) y es equivalente al 15.9 % de la precipitación (INEGI, 2008 y Cruz-Falcón et al., 2011).

Vientos.-

En el estado de Baja California Sur, la circulación de los vientos en la superficie es un fiel reflejo de los vientos que se registran a gran altura (a más de 5,000 m, correspondiendo a menos de 600 mb (Z. Flores, 1998).

En invierno, estos vientos superiores son vientos huracanados del oeste o corrientes de chorro (hasta de 300 km/hora). Estos vientos superiores guardan una estrecha relación con el tiempo y el clima; usualmente soplan de oeste a este y son más rápidos durante el invierno, debido a que entonces los contrastes en temperatura son mayores. En general, los giros y vueltas de la corriente de chorro siguen las fronteras entre aire caliente y frío; además están localizados más al norte en julio que en enero, lo cual confirma la regla de que los sistemas de vientos siguen al sol (Z. Flores, 1998).

3.4 Vegetación

En términos generales, la vegetación costera que ocurre en la bahía de La Paz se clasifica en cuatro tipos (IPN, 2002); de acuerdo con los criterios propuestos por (Rzedowski, 2006) el matorral xerófilo abarca la mayor parte de la superficie de la región de estudio. Las comunidades halófilas incluyen la vegetación de dunas costeras salitrales y manglares, los cuales tienen una distribución discontinua y puntual sobre el borde de la línea de costa (IPN, 2002). Los manglares están compuestos por dos estratos bien diferenciados: el arbóreo por *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*; el herbáceo se compone por diversas especies de los géneros *Salicornia*, *Allenrolfea*, *Batis*, *Sessuvium*, *Suaeda* y *Heliotropium* principalmente (González-Zamorano, 2002).

3.5 Hidrología

Escorrentamiento superficial.-

El escurrimiento superficial está conformado en su totalidad por corrientes de tipo intermitente, ya que solo transportan agua después de una tormenta y el nivel freático está por debajo del lecho del cauce. Las características geológicas de los sedimentos y la baja pendiente de la zona tienen como resultado que muchos de los escurrimientos superficiales se infiltren y estos se pierdan antes de llegar al mar (IPN, 2002). Los arroyos en los alrededores de la parte norte de la bahía tienen una vertiente hacia la misma y son generalmente de fuerte pendiente. Su mayor profundidad la presenta en los límites del parteaguas pero en el resto de su trayectoria tienen poca profundidad y moderada

amplitud. En la zona de las cuencas La Paz y El Datilar, los arroyos fluyen en sentidos opuestos, es decir en la cuenca La Paz los arroyos tienen una dirección hacia el oeste, mientras que en la cuenca El Datilar lo hacen en dirección este. En ambas cuencas existe un colector principal que en el caso de la cuenca La Paz es el arroyo La Palma y en el caso de la cuenca El Datilar se trata del arroyo El Novillo, los cuales captan los escurrimientos y los conducen en dirección a la bahía de La Paz, particularmente hacia la laguna (figura 4). El arroyo El Cajoncito, ubicado dentro de la cuenca La Paz, es uno de los más importantes por las dimensiones de su red de drenaje. Los patrones de drenaje dominantes son el paralelo, el subparalelo, el dendrítico y el subdendrítico (IPN, 2002).

Agua superficial.-

La irregularidad de las precipitaciones, así como su reducida fluidez dentro de la zona de estudio, ocasiona la inexistencia de escurrimientos superficiales permanentes. A esto se debe también la escasa infraestructura de obras hidráulicas que ayuden a su aprovechamiento (IPN, 2002). Debido a las características climatológicas y edafológicas de la bahía, el aporte de agua dulce a la laguna es muy reducido y primordialmente se limita a las lluvias de verano; estos aportes se dan mediante los arroyos La Ardilla, San Pedro, El Novillo, La Palma y El Cajoncito (figura 4) (Green-Ruiz y Larrinaga-Cunningham, 1986).

3.6 Oceanografía

Batimetría.-

La bahía se caracteriza por ser una depresión marina somera a profunda, que aumenta progresivamente de profundidad de sur a norte, con pendientes de aproximadamente 1° hasta alcanzar la curva de 500 metros en su límite norte, en lo que se puede denominar la boca principal de la bahía. El canal de San Lorenzo tiene una profundidad aproximada de 200 metros, el cuál permite un intercambio de aguas entre el golfo y la bahía (Álvarez-Arellano y Murillo-Jiménez, 1989).

El complejo insular Espíritu Santo es una prolongación natural de la península de Pichilingue, separado de ésta por el canal de San Lorenzo que es una vía de comunicación marítima. En su costa oriental se observan perfiles más pronunciados. Los perfiles del litoral occidental son en general de pendientes más suaves y la terraza es mucho más larga (CONANP, 2006).

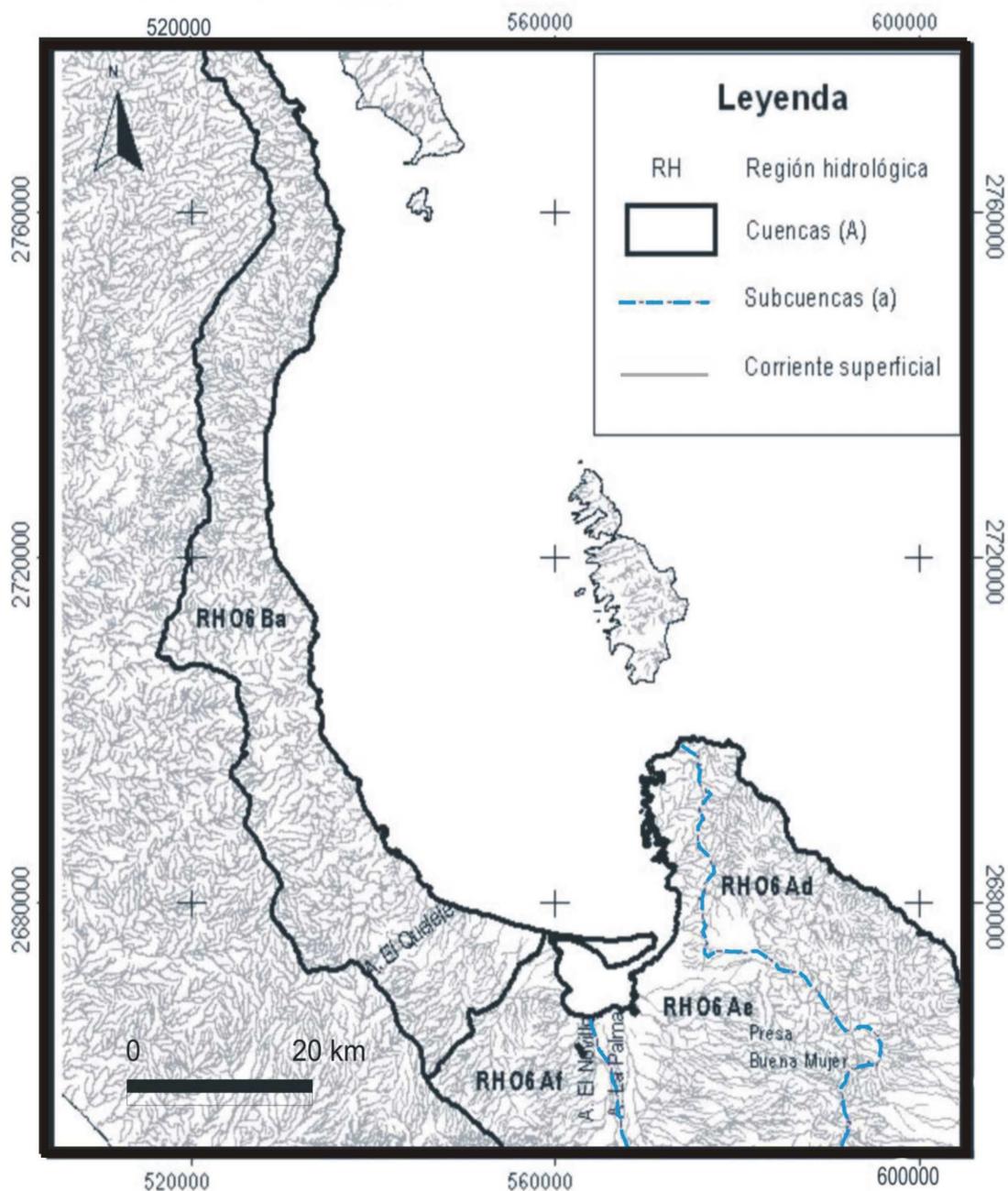


Fig. 5.- Mapa hidrológico de cuencas y subcuencas en la bahía de La Paz (Modificado de INEGI 2004).

Corrientes y Mareas.-

Las velocidades de las corrientes significativamente mayores son registradas durante tormentas. En la boca norte de la bahía de La Paz el comportamiento es inverso, las velocidades son menores, pero el volumen de agua que se transporta es importante.

Las masas de agua dentro de la bahía se impulsan por medio de dos mecanismos: la marea y el viento. La marea genera un máximo de transporte al norte de los islotes cuando la marea cambia de dirección; se producen giros en la Boca Grande. El otro mecanismo, el viento, puede llegar a provocar corrientes más intensas que las de marea y dominar el patrón de circulación en el interior de la bahía (CONANP, 2006).

La circulación superficial está ligada al patrón de vientos estacionales y a un sistema relativamente estable de corrientes costeras generado por mareas. Regionalmente, se reconoce un sistema de vientos provenientes del Sur que se intensifican durante el verano-otoño, los cuales introducen al golfo de California aguas cálidas del Pacífico tropical oriental. Durante el invierno-primavera los vientos dominantes provienen del Norte y aumentan la influencia de las aguas de la corriente de California al interior del golfo (Álvarez-Arellano y Murillo-Jiménez, 1989).

En la época de verano y otoño, se observa la presencia, si bien mínima, de aguas de origen transicional originadas por la mezcla de agua de la corriente de California, agua subtropical-superficial y agua tropical superficial (Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez, 1988).

La bahía exhibe un régimen de mareas de tipo mixto semidiurno y las corrientes alcanzan velocidades máximas en el canal de mareas de la Ensenada de La Paz (100cm/s) y en el canal de San Lorenzo (25 cm/s) (Álvarez-Arellano y Murillo Jiménez, 1989).

Existen tres cuerpos de agua. Uno se encuentra en el canal San Lorenzo y es caracterizado por una gran variabilidad anual de los parámetros fisicoquímicos (salinidad, temperatura y oxígeno disuelto) y por una intensa mezcla producida por las corrientes de marea en dicho canal. Otro cuerpo de agua se localiza en el noroeste de la bahía con condiciones más estables de los parámetros hidrológicos, sugiriendo una gran influencia de las aguas del golfo de California que se introducen por la amplia boca del norte de la bahía. El tercer cuerpo de agua transicional se genera en el contacto de los dos anteriores (Álvarez-Arellano y Murillo Jiménez, 1989).

En la laguna de La Paz el oleaje y la marea son mínimos, aunque ejercen una gran influencia en sus márgenes. Debido principalmente a la suave pendiente, este fenómeno se presenta con mayor intensidad en la parte sur de la laguna de marisma aproximadamente (González-Zamorano, 2002). La marea es uno de los dos mecanismos de forzamiento más importantes que impulsan la dinámica de la bahía, lo cual se ha corroborado al medir las corrientes de marea y al simularlas en el modelo numérico (Jiménez-Illescas, 1997).

Oleaje.-

El oleaje en la bahía de La Paz, generado por los vientos, comúnmente alcanza hasta 60 cm de alto. La propagación del oleaje es muy similar al comportamiento de los

vientos locales. Condiciones extremas de vientos durante el invierno han generado olas de hasta 170 cm (CONANP, 2006).

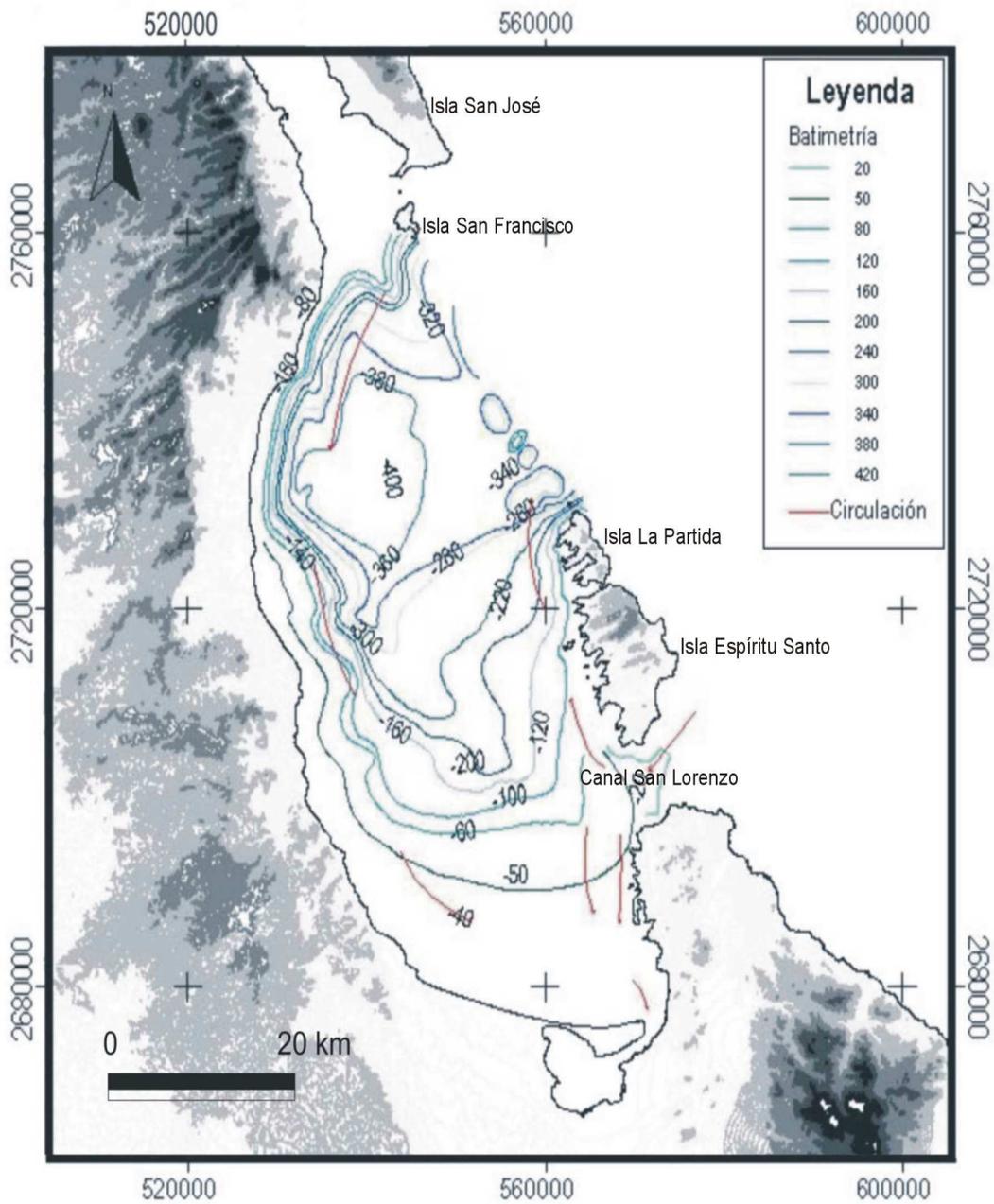


Fig. 6.- Mapa de batimetría y circulación de la bahía de La Paz (Tomado y modificado de INEGI, 2004).

Temperatura del mar.-

En primavera y verano la temperatura aumenta regularmente hacia el interior del cuerpo de agua, con valores que van de 20 a 30° C y de 26 a 29° C, respectivamente. Se observa, por lo general, una diferenciación de zonas con temperaturas mayores hacia el sur donde existen amplias áreas someras, y menores el norte donde hay mayor profundidad (IPN, 2002). La temperatura es prácticamente igual; verticalmente varía desde 20° C en la superficie hasta 10° C en el fondo (Jiménez-Illescas, 1997).

4.- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

A pesar de la irrefutable importancia de los hábitats de manglar en la zona costera, la tendencia a concentrar actividades productivas (desarrollos portuarios, turísticos, urbanización, acuicultura, entre otros) en sus inmediaciones ha generado una serie de tensiones. Algunos de los más severos son: reducción de las superficies naturales cubiertas por manglares, disminución del flujo de agua dulce, cambios en el régimen mareal, incremento de nutrientes, contaminación, defoliación por herbicidas, deforestación e incendios forestales, entre otros (Yáñez-Arancibia, 1986; Loa, 1994; Tovilla, 1994).

En casos extremos los manglares son destruidos de manera “planeada” para utilizar su superficie para otros fines. Reconociendo tal situación de deterioro y la relevancia de dichos ecosistemas, la estrategia a nivel internacional y nacional se ha dirigido a conservar además de las especies al hábitat, buscando con ello, proteger la integridad de estos sistemas y en su caso restaurando sus funciones hidrológicas y de continuidad (SEMARNAT, 2003).

Para avanzar en dicha estrategia, es indispensable contar con un plan de manejo y conservación el cual debe iniciarse con un inventario unificado y detallado de dichos recursos que permitan valorar sus características, funcionamiento y causas específicas de la degradación (Mitchell, 1999). Sin ello, el riesgo e incertidumbre, a que se enfrenta en la toma de decisiones, complica la estructuración, desajusta la inversión e incluso invierte los resultados esperados en materia de ordenamiento, conservación o restauración de los ecosistemas (Calder, 1999).

Por otro lado, este tipo de trabajos son escasos en México y en particular en las costas de Baja California Sur, en donde actualmente existen dos problemáticas: por un lado, la escasez de estudios específicos sobre los humedales (geomorfológicos, hidrológicos y ecológicos) y por otro la inexistencia de estudios multidisciplinarios que integren la realidad de éstos ecosistemas costeros y de las alternativas de manejo a corto, mediano y largo plazo. En este sentido, el presente trabajo pretende contribuir a establecer las bases para la identificación, delimitación y caracterización física de los hábitats de manglar de la bahía de La Paz, Baja California Sur, y además evaluar el impacto antropogénico en cada sitio.

En resumen los objetivos del presente trabajo son:

- 1.-Identificar la distribución de los humedales de manglar en la bahía de La Paz.
- 2.-Realizar la caracterización física de cada uno de los hábitats de manglar identificados en el área de estudio.
- 3.-Identificar alteraciones antropogénicas físicas.
- 4.-Evaluar el grado de impacto antropogénico.
- 5.- Proponer algunas medidas de mitigación.
- 6.- Sugerir medidas de mitigación y de impacto.

5.- METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló realizando trabajo alternado de gabinete y campo para finalmente concluir con un análisis integral de la información recopilada.

Revisión y análisis documental.-

Se integró un marco teórico, considerando las características fisiográficas y ecológicas predominantes del área de estudio. Para ello se hizo una revisión, análisis e integración de información disponible empleando material bibliográfico y cartográfico.

Asimismo, se realizó una revisión y análisis documental para la clasificación, caracterización y cartografía de hábitats costeros (en particular humedales de manglar) de distinto entorno con el fin de adaptar los aspectos teóricos-metodológicos para el área de estudio.

Identificación de hábitats de manglar.-

La identificación inicial de hábitats de manglar se basó en una interpretación de imágenes de satélite de alta resolución e imágenes disponibles en el servidor de imágenes del Google Earth, empleando las foto-características de textura, tono, patrón y ubicación conforme al proceso sugerido por Van Zuidam (1986). Bojórquez Pérez (1997) realizó un análisis de los usos de suelo en cada sitio del archipiélago Espíritu Santo (figura 7). Una vez identificado todos los hábitats, se integraron las imágenes para generar el mapa de distribución inicial. Asimismo, se realizó un recorrido piloto para validar la fotointerpretación y hacer un reconocimiento general de las áreas de trabajo.

Análisis físico y evaluación del impacto antropogénico.-

La interpretación de gabinete fue validada y complementada con observaciones en campo, para lo cual se realizaron reconocimientos (marítimo y terrestre) en cada uno de los sitios.

Para el análisis físico y la evaluación del impacto antropogénico en cada uno de los sitios de manglar se aplicó un método de valoración, el cual consiste en efectuar determinaciones físicas del sitio en cuestión, empleando visitas y analizando cada uno de los criterios que se determinaron para las descripciones de cada sitio de humedal. Cabe mencionar que no hay una metodología bien establecida en la bibliografía y por lo tanto se utilizaron criterios aplicables en el área de estudio.

Para la descripción y evaluación del impacto antropogénico se realizaron interpretaciones de los elementos y criterios principales de cada uno de los hábitats identificados y en el estudio se aplicaron varios criterios los cuáles se explican a continuación:

Fisiografía y geomorfología del humedal: Se tomó en cuenta este criterio por posibles/eventuales cambios a las formas del relieve en el sitio de humedal o sus alrededores cercanos tales como: cambios del cauce original de los arroyos, construcciones urbanas que afectan en forma física al humedal, canales de marea, lagunas, dunas, planicies de inundación, cerros o lomeríos y escarpes.

Hidrología marina: Se tomó en cuenta este criterio para las posibles modificaciones que se hayan realizado en el sitio por las construcciones urbanas que afectan directamente al canal de marea de los humedales.

Biológico: Esté criterio se enfoca al grado de salud biológica que tienen los humedales, basándose en el color de las hojas de los árboles de mangle: (ver tabla 2). Se eligió este criterio ya que ha sido utilizado exitosamente en otros estudios (González-Zamorano, 2002). Además es un criterio fácil de aplicar a pesar que no considera toda la fauna y flora del sitio.

Escurrimientos: Este criterio corresponde a la modificación que puede haber en las corrientes fluviales superficiales, intermitentes o efímeras, que desembocan en la zona de manglar. Es el grado de perturbación que tiene los escurrimientos superficiales que hayan sido afectados por obras artificiales hechas por el hombre, sin importar la distancia del humedal.

Residuos sólidos urbanos (basura doméstica): Este criterio corresponde a la acumulación de escombros, basura del tipo de vidrio, papel, plásticos, acero, aluminio, materia orgánica, entre otros. Se considera también los alrededores del humedal hasta una distancia de 20 m desde la orilla de la vegetación de manglar.

Contaminación química: Se entiende por contaminación química a compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos o dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Incluye también desechos humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural, como aceites, grasas, breas y tinturas, pinturas, herbicidas, insecticidas, entre otros. Se considera también los alrededores hasta una distancia 20 m desde la orilla de la vegetación de manglar.

Con base en estos criterios se establece una escala de grados de afectación y se explican los diversos grados de cada criterio para evaluar el grado de impacto antropogénico de cada sitio de humedal en la bahía de La Paz (tabla 3).

Grado de impacto	Color de las hojas
Impacto Alto	gris/blanco
Impacto medio	Amarillo
Impacto bajo	verde/amarillento
Impacto nulo	Verde fuerte

Tabla 2.- Con basé en el estado de las hojas de los árboles de mangle se clasifica el grado de impacto.

Tabla 3.- Criterios para evaluar los grados de afectación en los diferentes humedales de la bahía de La Paz.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
<p><u>1. Geomorfología</u> Valorar los cambios de cauces de arroyos, construcciones, escombros y basura cerca ó dentro de los humedales.</p>	Grandes cambios en la morfología original del humedal y sus alrededores.	Cambios en la morfología original del humedal y sus alrededores.	Pocos cambios en la morfología original del humedal y sus alrededores.	No existen cambios en la morfología original del lugar del humedal y sus alrededores.
<p><u>2. Hidrología Marina</u> Valorar posibles modificaciones en el régimen hidrológico (canales de marea) del humedal.</p>	60-100% del régimen hidrológico ha sido modificado.	30-60% del régimen hidrológico ha sido modificado.	10-30% del régimen hidrológico ha sido modificado.	0-10% del régimen hidrológico ha sido modificado.
<p><u>3. Biológico color de las hojas</u> Criterio para evaluar la salud de los árboles.</p>	La mayoría de las hojas son gris-blanco (árboles enfermos hasta muertos).	La mayoría de las hojas son de color amarillo (árboles enfermos).	La mayoría de las hojas son de color verde-amarillo (árboles poco enfermos y sanos).	La mayoría de las hojas son de color verde (árboles sanos).

<p><u>4. Esgurrimientos</u> Modificación de los escurrimientos superficiales hacia el manglar.</p>	<p>Reducción de escurrimientos en >50% del volumen original.</p>	<p>Reducción de escurrimientos < 75-50% del volumen original.</p>	<p>Poca reducción >75% del volumen original.</p>	<p>Sin modificación o reducción de escurrimientos o cambios insignificantes.</p>
<p><u>5. Residuos sólidos urbanos (basura)</u> Evaluación de la presencia de basura en el humedal incluyendo alrededores.</p>	<p>Presencia de basura en >70% de la superficie del humedal.</p>	<p>Presencia de basura en >30-70% de la superficie del humedal.</p>	<p>Presencia de basura en >5-30% de la superficie del humedal.</p>	<p>Presencia de basura en hasta un 5% de la superficie del humedal.</p>
<p><u>6. Contaminación Química</u> Evaluar y valorar la presencia de material tóxico que puede llegar a contaminar el humedal, el agua del humedal y sedimentos.</p>	<p>Se observan abundantes manchas de aceite, otros materiales tóxicos y sus envases. La contaminación química en el humedal es muy alta.</p>	<p>Se observa poco material tóxico. La contaminación del humedal es notable.</p>	<p>Se observa escaso material tóxico. La contaminación del humedal es poca.</p>	<p>No se observa contaminación en el humedal.</p>

Trabajo final de gabinete.-

En esta última etapa se analizaron los datos recopilados y se elaboró el presente documento.

6.- RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados obtenidos de los diversos sitios.

6.1 Extensión de sitios de manglar

Las Figuras 7 y 8 muestran los sitios evaluados en la bahía de La Paz. En total son 31 sitios de los cuáles 12 se localizan en las islas La Partida y Espíritu Santo y los sitios restantes se distribuyen al norte de La Paz y en la laguna de La Paz. La extensión de los manglares en los diferentes sitios es muy variable. En la tabla 4 se observa una clasificación de los sitios según la extensión de la cobertura de manglar.

Tabla 4.- Clasificación de los sitios según su extensión (cobertura de manglar).

REMANENTES ≤ 1000 m ²	PEQUEÑO 1000m ² -20,000m ²	REGULAR 20,000m ² - 200,000m ²	MUY GRANDE 200,000m ² -1,000,000m ²
3.- El Cardonal	1.- Ensenada Grande	2.- El Cardonal	13.- Balandra
4.- El Mezteño	12.- Las Navajas	6.- El Gallo	31.- El Mogote
5.- El Candelero	15.- Playa Pichilingue	7.- La Gallina	
18.- El Tesoro	16.- Unidad Pichilingue	8.- Puerto Ballena	
	21.- Enfermería Norte	9.- El Erisozo	
	23.- Palmira	10.- Bahía San Gabriel	
	25.- Hotel Crown Plaza	11.- La Dispensa	
	27.-Chametla Centenario	14.- El Merito	
		17.- Bahía Falsa	
		19.- Puerto Gato	
		20.- Eréndira	
		22.- Enfermería	
		24.- El Conchalito	
		26.- Cola de la Ballena	
		28.- El Comitán	
		29.- La Ardilla	
		30.- Estero Zacatecas	



Fig. 7.- Sitios de manglar en la isla La Partida y Espíritu Santo. Modificado de Google Earth (2012).



Fig. 8.- Sitios de manglar en la bahía de La Paz. Modificado de Google Earth (2012).

6.2 Descripción y evaluación de los sitios

6.2.1 Ensenada Grande

Localización.-

Ensenada Grande se encuentra en el extremo norte de la isla La Partida. La ensenada se divide en dos bahías, separadas por un promontorio rocoso (ver figura 10). En cada una de estas se encuentra un área con manglares, denominados informalmente zona A y zona B (figura 7 y 9).

Usos.-

El programa de Manejo del Complejo Insular de Espíritu Santo (Ordenamiento ecológico, 2004) define a las islas en general como área recreativa (Bojórquez-Pérez, 1997). Los usos reportados para el complejo insular son: buceo libre y autónomo, filmación, kayakismo, fotografía, campismo, fondeo de embarcaciones, pesca recreativa (consumo), excursiones, pesca comercial y deportiva, voleo, observación de flora y fauna, caminata y captura de peces de arrecife (Ordenamiento ecológico, 2004).

Zona A

Geomorfología y distribución de manglares.-

El manglar se ubica separado de la bahía por una barra arenosa que a su vez también representa la playa de este sitio (figura 9). En general, Ensenada Grande se constituye por varias unidades geomorfológicas:

- ❖ En los alrededores de la zona A se encuentran lomeríos con altitudes que van de los 20 a los 100 m.
- ❖ La barra arenosa tiene una playa amplia en su lado externo, con una longitud de 250 m y un ancho promedio de 24 m, separa una pequeña laguna de la bahía.
- ❖ El canal de mareas mide aproximadamente 90 m de largo desde la línea de playa al humedal hasta el límite de la barra arenosa, no se observó obstrucción alguna.
- ❖ Existen pequeñas dunas estabilizadas con poca vegetación con una altura de 1 m aproximadamente.
- ❖ La zona supratidal mide escasos 50 m de longitud y 20 de ancho, alimentada por un arroyo.
- ❖ El arroyo tiene una dirección noreste-suroeste, desemboca en la laguna, donde se localiza el humedal de manglar.

Los manglares se encuentran en la zona mareal de la laguna, la cual durante la marea alta mide aproximadamente 100 m de largo. Además, hay manglar a lo largo de la orilla sur de la bahía (figura 9 y 10).

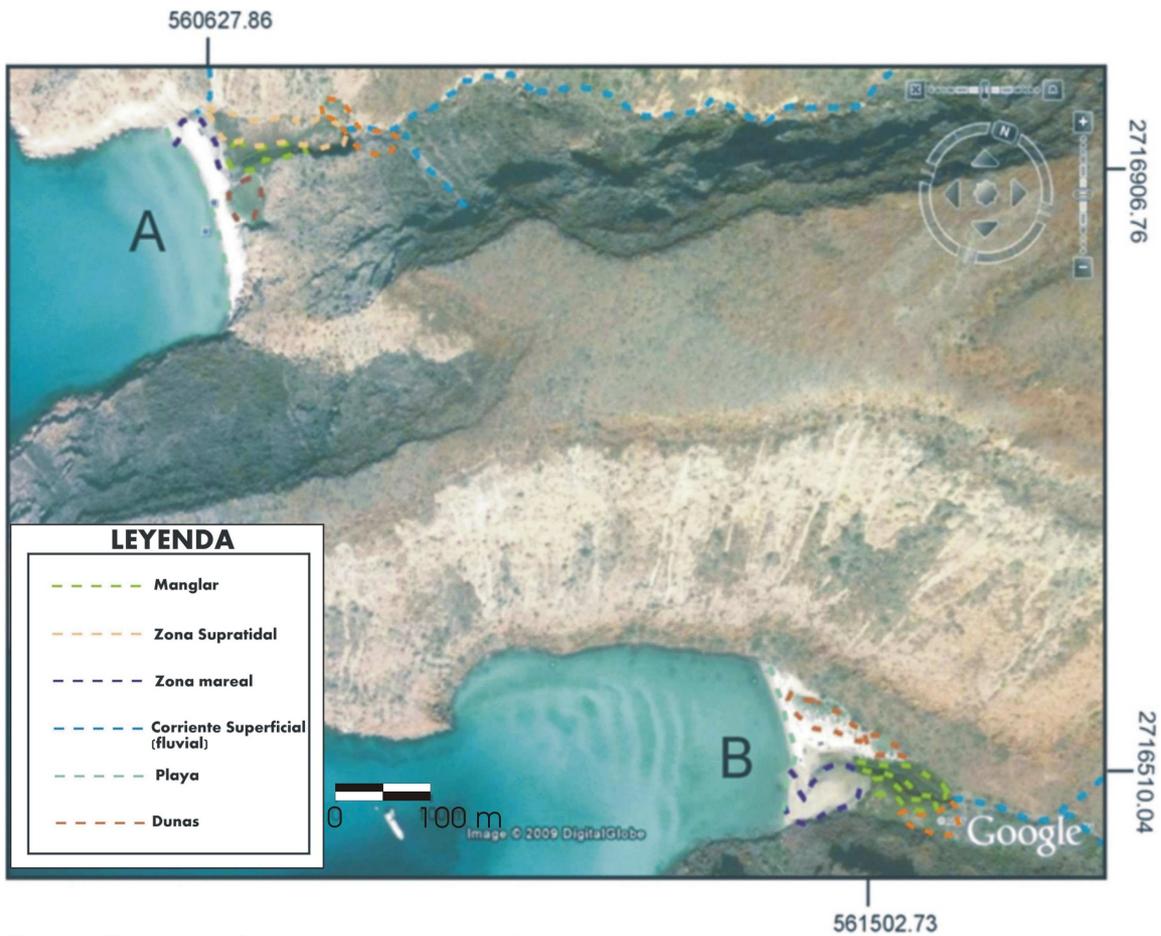


Fig. 9.- Ensenada Grande. Las letras A y B marcan las dos pequeñas bahías separadas por un promontorio rocoso que luego en el texto se explican cada una de ellas. Tomado y modificado de Google Earth (2009).



Fig. 10.- Ensenada Grande en el noroeste de la isla La Partida. Vista panorámica hacia los manglares en la zona A.

Geología.-

De acuerdo con las observaciones propias en campo y de Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1986), la zona está conformada por varias unidades geológicas. Las rocas más antiguas constituyen los cerros que están en los alrededores de la bahía (figura 9), correspondiendo a Ignimbrita riodacítica y basalto El Gallo. Estas rocas forman parte de la Formación Comondú del Mioceno Inferior (Hausback 1984). Los depósitos cuaternarios se distribuyen en las partes bajas donde se observa una playa arenosa compuesta de materiales siliciclásticos y carbonatos, dunas de arena bien seleccionada, una planicie de inundación donde se depositó arena lodosa y depósitos arenosos a gravosos. El material de los arroyos es arena media a gruesa con clastos de tamaño variable.

Características hidrológicas.-

Aunque el humedal está separado de la bahía, el canal de marea mantiene el intercambio hidrológico con el mar abierto. Por lo tanto, las condiciones prevalentes favorecen la presencia de agua marina de salinidad normal en el humedal. Solamente durante los eventos esporádicos de lluvia la mezcla de aguas resulta en la presencia de agua salobre.

Se observan diversas cárcavas de corrientes intermitentes que bajan por los lomeríos alrededor de este sitio, aunque es muy escaso el escurrimiento superficial. De mayor importancia es un arroyo que lleva agua dulce al humedal durante eventos de lluvia.

Zona B**Geomorfología y distribución de manglares.-**

En la zona B se definen las siguientes unidades geomorfológicas:

- ❖ En los alrededores se encuentran lomeríos con altitudes aproximadas entre 20 y 100 m.
- ❖ La barra tiene una playa arenosa a lo largo de su lado externo, mide de largo de 215 m y su ancho es de 43 m aproximadamente. Esta barra separa una pequeña laguna de la bahía.
- ❖ Existen dos canales de marea que proporcionan agua marina al humedal, uno de 76 m y el otro de 110 m de largo.
- ❖ En la postplaya se encuentran las dunas las cuales miden 1 m de altura y tienen poca vegetación.
- ❖ La zona supratidal mide 155 m de largo y 45 m de ancho.
- ❖ El arroyo tiene dirección noreste-suroeste y desemboca en la laguna donde se encuentra el humedal.

Los humedales se localizan detrás de la barra (figura 10), cubriendo la zona entre mareal en la laguna.

Características hidrológicas.-

Dos canales de marea cortan la barra arenosa y mantienen el flujo de agua salada hacia los manglares. Por lo tanto, prevalecen condiciones de agua marina de salinidad normal en el humedal, interrumpidas esporádicamente por la mezcla salada y dulce durante eventos de lluvia.

Aunque en contadas ocasiones llueve, las formas del relieve que resultan son cárcavas las cuales son producto del escurrimiento superficial en los lomeríos. También existe un pequeño arroyo que le lleva agua dulce al humedal durante las lluvias.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio es nulo ya que en este sitio no se observó ningún cambio hecho por el hombre (tabla 5).

Tabla 5.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Ensenada Grande.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

6.2.2 El Cardonal

Localización.-

Los humedales de la ensenada El Cardonal se localizan en el interior de la bahía en el centro-oeste de la isla La Partida (figura 7). Este sitio cuenta con dos áreas con humedales de manglar denominadas zona A y zona B, separadas por un lomerío rocoso (figura 11).

Usos.-

Los usos reportados en general son: kayakismo, veleo, observación de flora y fauna, campamento pesquero y fondeo de embarcaciones (Ordenamiento ecológico, 2004).

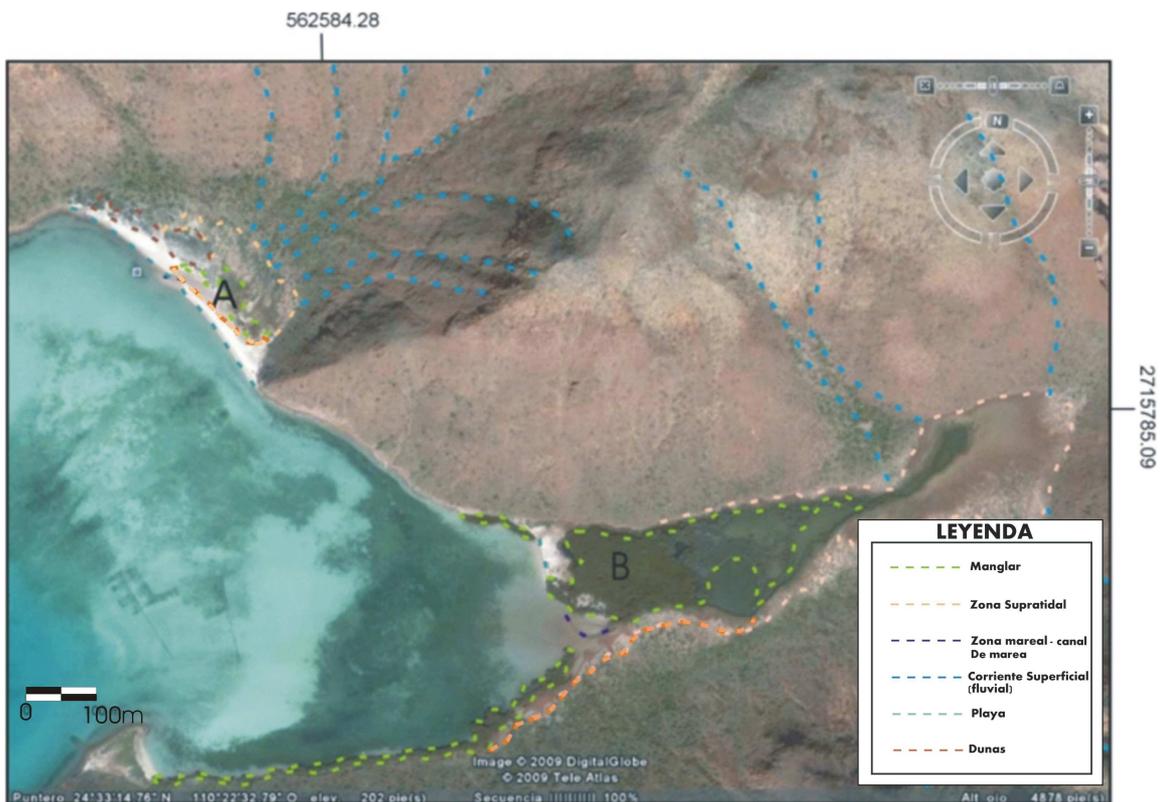


Fig. 11.- El Cardonal. Existen dos zonas con manglar (A y B). Tomado y modificado de *Google Earth* (2009).

Zona A

Geomorfología y distribución de manglares.-

En la zona A se observan los siguientes elementos geomorfológicos:

- ❖ En los alrededores hay lomeríos los cuales alcanzan una altitud aproximada entre 100 y 160 m.
- ❖ La zona de playa tiene una berma y una barra arenosa que mide 385 m de longitud y 25 m ancho.
- ❖ El canal de marea el cual mide de largo 50 m y corta la barra, proporcionando agua marina a una pequeña laguna detrás de la barra.
- ❖ Existe una pequeña laguna con un largo de aproximadamente 150 m donde se ubican los humedales.

- ❖ Se observan algunas dunas pequeñas de menos 1.5 m de altura con poca vegetación, se distribuyen en la parte norte del sitio.
- ❖ La zona mareal que se extiende alrededor de la laguna.
- ❖ Al Noreste de los humedales se observó la desembocadura del arroyo, además existen cárcavas en las laderas de los cerros alrededor del sitio, donde escurre agua ocasionalmente (temporadas de lluvia).

Los humedales se encuentran en la zona entre mareal dentro de la laguna. En total, tienen con poca cobertura.



Fig. 12.- El Cardonal. Vista sobre la zona supratidal y el manglar en la laguna del sitio en la isla La Partida (zona B).



Fig. 13.- El Cardonal. Manglares sanos ubicados en el noreste del sitio (zona B).

Zona B

En la zona B se observan los siguientes elementos geomorfológicos y distribución de manglares:

- ❖ Existe una zona de playa con berma, que mide 255 m de longitud y 35 m de ancho aproximadamente, separando la bahía y una laguna.
- ❖ El canal de marea mide 120 m de longitud.
- ❖ En la laguna se encuentra la zona mareal cubierta por manglar esta zona mide, 250 m de largo y 180 m de ancho aproximadamente.

- ❖ Al lado sur a lo largo de la orilla de la bahía existe otra zona estrecha de manglar que en su totalidad se encuentra sano (figura 12 y 13).
- ❖ Al lado sur y al noreste de la laguna se distribuye la zona supratidal.
- ❖ En el lado norte del sitio y en las zonas bajas de los lomeríos, se localiza un pequeño abanico aluvial, que tiene una longitud de 140 m y 90 m de ancho. Adicionalmente existen otros pequeños arroyos en los alrededores.

Los manglares cubren aproximadamente la mitad de la laguna, cubriendo la zona entre mareal. Además, se distribuye manglar en una franja estrecha a lo largo de la orilla sur de la bahía (figura 11).

Geología.-

La roca aflorante en los cerros alrededor del sitio es ignimbrita riolítica con una edad miocénica, la unidad más vieja en esta área (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1986). Además, se encuentran depósitos cuaternarios de playa, lagunares, de talud y fluviales. La arena de playa está compuesta principalmente de granos siliciclásticos y carbonatos. El sedimento en la laguna está formado por arena lodosa rica en material orgánico y la zona supratidal se compone de arena lodosa que fue depositada durante las lluvias recurrentes. En los arroyos se observan sedimentos arenosos y gravosos.

Tabla 6.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio El Cardonal.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Esguimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

Caracterización hidrológica.-

Los humedales cuentan con el intercambio de agua salada por el canal de marea; por lo tanto, prevalecen condiciones de agua marina en los humedales. En este sitio el escurrimiento superficial esporádico se manifiesta por la presencia de cárcavas marcadas en los lomeríos; durante estos eventos agua dulce llega a la zona de los humedales.

Grado de disturbio.-

El grado de disturbio es nulo porque no existe ninguna alteración antropogénica que afecte el sitio (tabla 6).

6.2.3 El Cardoncito**Localización.-**

El sitio El Cardoncito se localiza en la parte suroeste de la isla La Partida (figura 7 y 14).

Usos.-

Los usos reportados en general para el complejo insular son los siguientes: Kayakismo, observación de flora y fauna, campamento pesquero y fondeo de embarcaciones (Ordenamiento ecológico, 2004).

Geomorfología y distribución de manglares.-

Las unidades geomorfológicas que se identifican en El Cardoncito son:

- ❖ Los lomeríos alrededor del sitio los cuales miden desde 20 a 100 m de altitud.
- ❖ La playa que tiene una longitud de 70 m de largo.
- ❖ El canal de marea el cual mide 60 m de largo.
- ❖ El arroyo el cual tiene una dirección noreste-suroeste.

Los manglares se encuentran en la zona mareal de la laguna en forma de remanentes pequeños (figura 14).

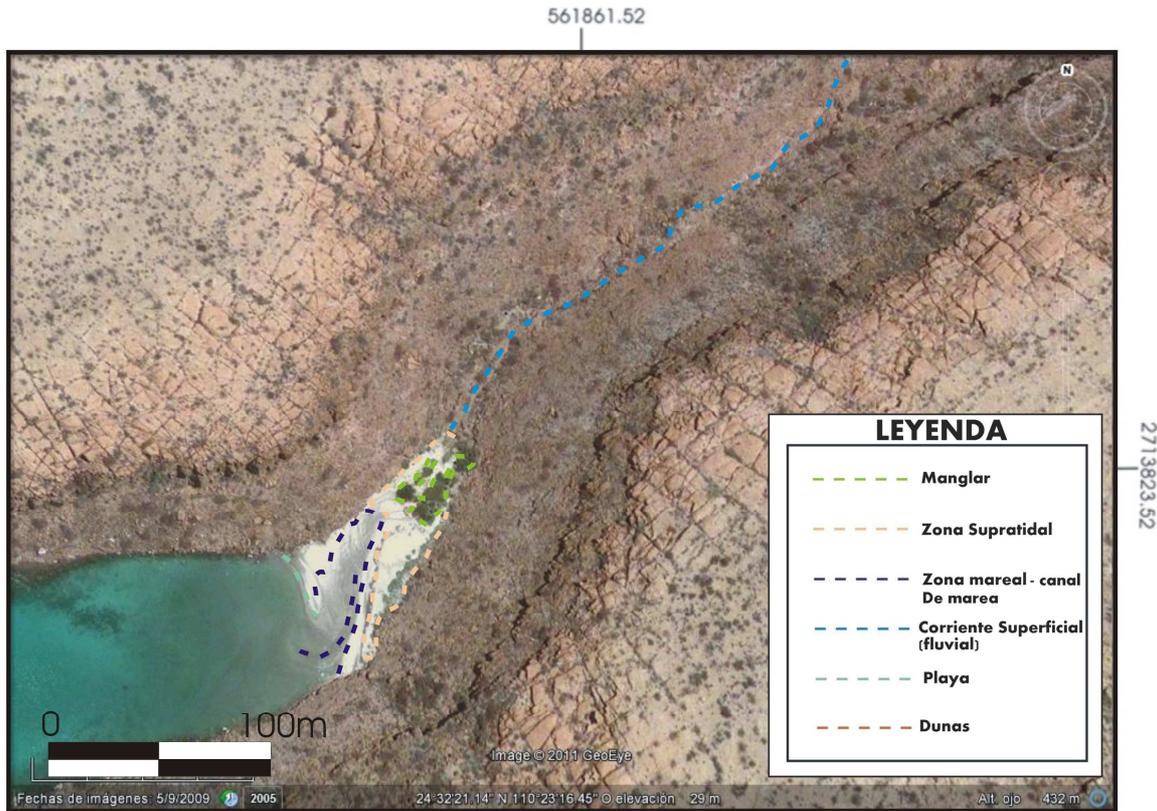


Fig. 14.- El Cardoncito. Tomado y modificado de Google Earth (2011).

Geología.-

En el suroeste de la isla La Partida se distribuyen dos unidades de rocas importantes. La más antigua en este lugar es la Ignimbrita riolítica El Gallo, formando acantilados, la cual se describe como producto de flujos de ceniza con un espesor de 195 m. La otra unidad de roca es la Ignimbrita riodacítica La Ballena que sobreyace discordantemente a la Ignimbrita riolítica El Gallo, con un espesor de 25 m. Ambas unidades pertenecen a la Formación Comondú del Mioceno Inferior (Hausback, 1984; Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1986). Los depósitos cuaternarios no están consolidados. La playa está compuesta de sedimento arenoso siliciclástico y los sedimentos en la zona mareal son arenosos-lodosos. En los arroyos hay material arenoso y gravoso.

Caracterización hidrológica.-

El canal de mareas mantiene el intercambio hidrológico con la bahía y proporciona agua marina al humedal. En tiempos de lluvias fuertes la salinidad del agua probablemente es muy reducida. Se observan dos pequeños arroyos los cuales, durante eventos de lluvia, transportan agua hasta el humedal. Las cárcavas en los lomeríos no son muy marcadas, señalando un aporte adicional de agua dulce.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio es nulo porque no existe ningún tipo de cambio por el hombre que afecte el sitio (tabla 7).

Tabla 7.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio El Cardoncito.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

6.2.4 El Mezteño

Localización.-

El Mezteño se encuentra localizado en el noroeste de la isla Espíritu Santo (figura 7 y 15).

Usos.-

En la localidad de El Mezteño no se han reportado usos específicos, pero en general para las islas son los siguientes: Kayakismo, pesca recreativa, observación de flora y fauna (Ordenamiento ecológico, 2004).

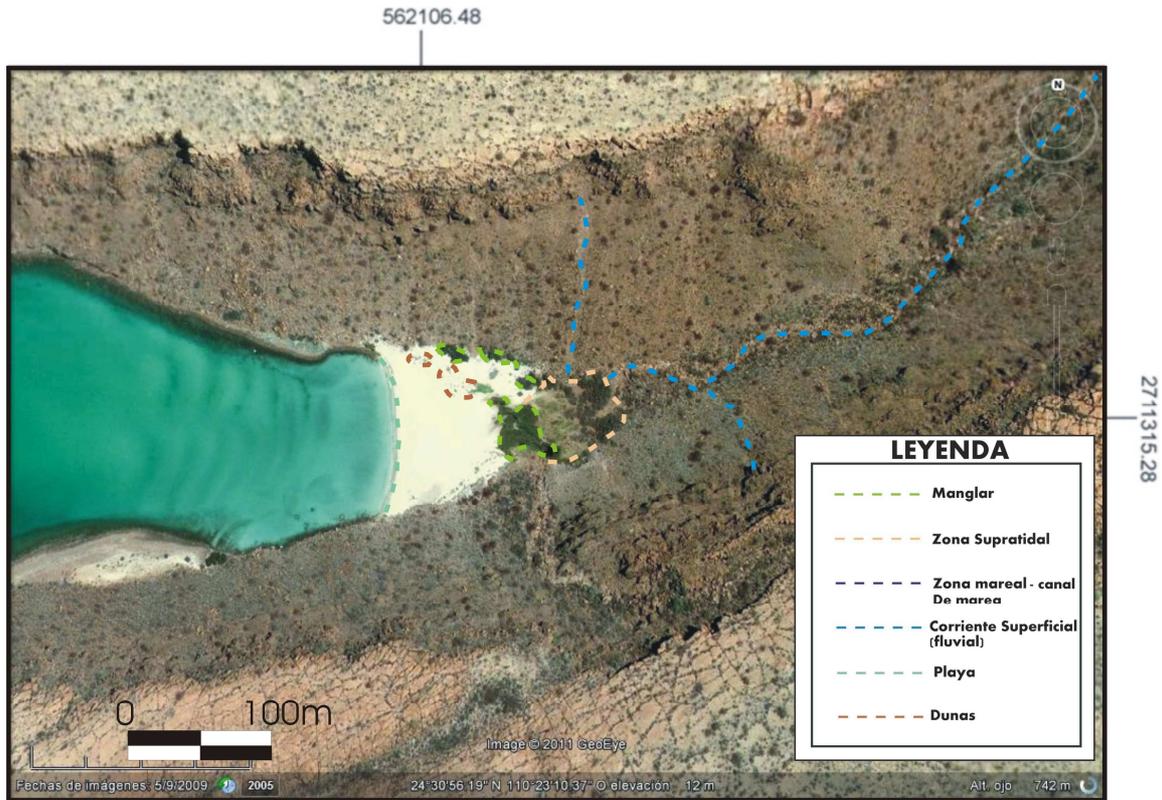


Fig. 15.- El Mezteño. Tomado y modificado del *Google Earth* (2011).

Geomorfología y distribución de manglares.-

La geomorfología del Mezteño se describe de la siguiente manera:

- ❖ Los lomeríos alrededor de la bahía son pronunciados, con altitudes que van desde los 80 hasta 140 m.
- ❖ La playa tiene una longitud de 110 m de largo y 80 m de ancho, formando una barra, la cual está compuesta de arena de color claro.
- ❖ El canal de marea el cual mide 90 m de largo y mantiene el intercambio hidrológico entre la bahía y la laguna.
- ❖ Se observan dunas (máximo 1.10 m de altura), con dimensiones no mayores a 30 m de largo y 10 de ancho se encuentran ubicadas en la parte noroeste del sitio.
- ❖ Se observa un arroyo al este de la zona supratidal, el cual desemboca en la laguna y existen cárcavas en los lomeríos.

Los manglares se localizan en la zona intertidal entre la zona mareal y supratidal, cubriendo un área de aproximadamente 50 m de largo y 40 m de ancho (ver figura 15).

Tabla 8.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio El Mezteño.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

Geología.-

De acuerdo a las observaciones propias en el campo y Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1986), las rocas que afloran en los alrededores de este sitio son ignimbrita riolítica la cual fue formada por un flujo de ceniza; la Ignimbrita riolítica La Ballena se compone de vitrófido. Los depósitos jóvenes del Cuaternario no son consolidados y se componen principalmente de arena siliciclástica y carbonatos. En la zona supratidal predomina arena lodosa, en la zona mareal hay arena lodosa y lodo rico en material orgánico. La composición textural de los sedimentos jóvenes varía según el ambiente de depósito. En los arroyos se observa material arenoso y gravoso.

Caracterización hidrológica.-

El humedal está conectado por un canal de marea con la bahía, el cual provee constantemente agua marina al humedal (figura 15). Los aportes de agua dulce al humedal se dan por las corrientes intermitentes que bajan por los cerros y arroyos que llevan agua en tiempos de lluvia.

Grado de impacto.-

El grado de afectación es nulo porque no existe ningún tipo de cambio que haya realizado el hombre (tabla 8).

6.2.5 El Candelero

Localización.-

La bahía El Candelero se ubica en la parte noroeste de la isla Espíritu Santo (figura 7 y 16).

Usos.-

Los usos reportados en general para las islas son los siguientes: kayakismo, buceo, campismo, excursiones, caminata, filmación, fotografía, pesca recreativa, veleo, observación de flora y fauna, campamento pesquero, fondeo de embarcaciones, pesca comercial y deportiva, captura de peces de arrecife (Ordenamiento ecológico, 2004). Por temporadas se pueden observar algunas lanchas y toldos en la orilla de la playa, como evidencia del uso turístico.

Geología.-

Las rocas más antiguas que afloran en este sitio es la Ignimbrita riolítica El Gallo, con un espesor de 20 m, la cual forma parte de la Formación Comondú (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1986). Los depósitos más jóvenes son del Cuaternario. Se conforman en la playa por arena fina a media con minerales de cuarzos y feldespatos. La zona supratidal presenta limo y arcilla además, la zona mareal se compone de arena lodosa rica en material orgánico, el sedimento en la laguna es lodo arcilloso-limoso hasta arenoso y el material de los arroyos es arenoso mal seleccionado con grava.

Geomorfología y distribución de manglares.-

Las unidades geomorfológicas en y alrededor de la bahía El Candelero son las siguientes (figura 17):

- ❖ Los lomeríos que se encuentran alrededor de esta bahía tienen una morfología pronunciada y su altitud alcanza hasta los 200 m.
- ❖ La playa tiene una longitud de 145 m y un ancho de 40 m aproximadamente y forma la parte externa de una barra arenosa, la cual separa la laguna de la bahía
- ❖ La laguna presenta un largo de aproximadamente 100 m. Los árboles de manglar de este sitio se encuentran solamente en dos franjas estrechas en el margen norte de la zona mareal.
- ❖ Al noroeste de la laguna se localiza un área con dunas estabilizadas las cuales alcanzan alturas de hasta 1 m y se observa poca vegetación.
- ❖ La zona supratidal la cual mide 190 m de largo y 105 m de ancho.
- ❖ El arroyo tiene una dirección noreste-suroeste y desemboca en la laguna.

Los manglares están distribuidos en la zona entre mareal y hasta supratidal en forma de remanentes pequeños.

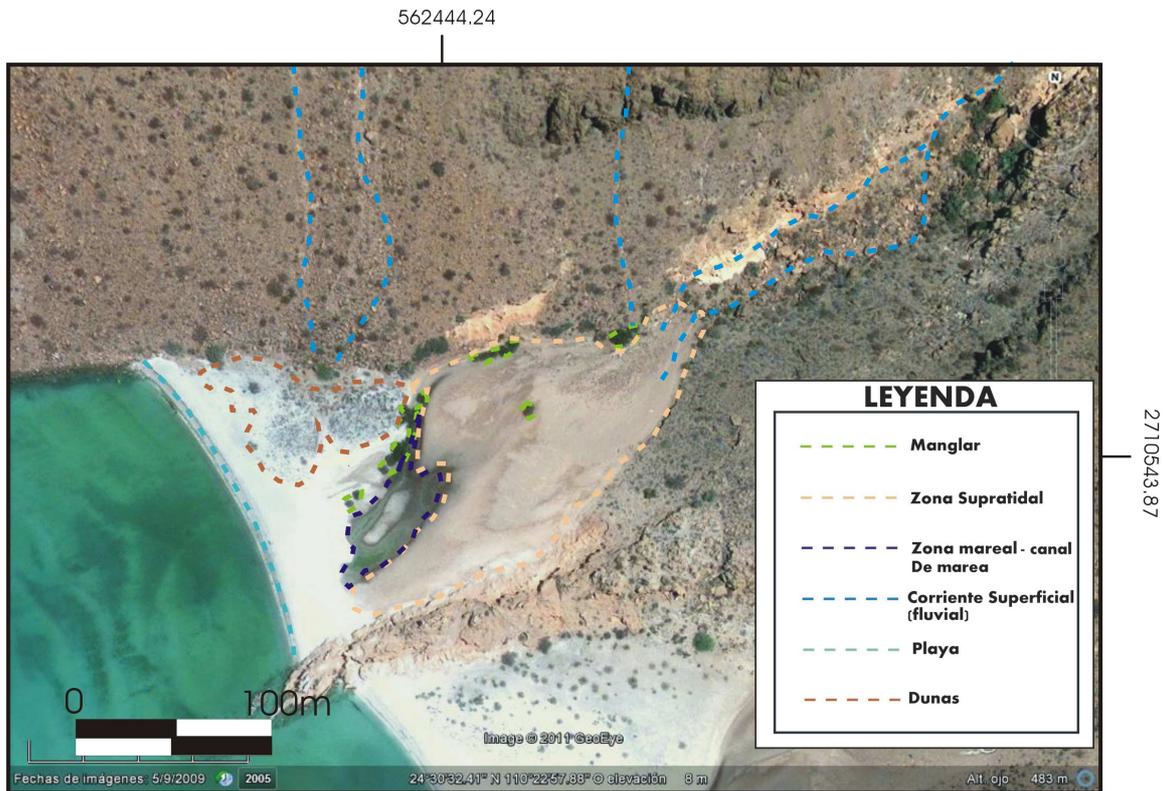


Fig. 16.- El Candelero. Tomado y modificado de *Google Earth* (2009).



Fig. 17.- El Candelero. Canal de marea. Se observó el movimiento del agua junto con la interacción entre la corriente mareal y la acción del oleaje.

Caracterización hidrológica.-

El canal de mareas mantiene la circulación de agua marina a los manglares y por lo tanto prevalecen estas condiciones con una salinidad normal. En este sitio las cárcavas en los lomeríos no son muy evidentes. Sin embargo, en tiempo de lluvia temporalmente el arroyo aporta agua dulce al humedal.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio es nulo, porque no existe ninguna alteración antropogénica que afecte el sitio (tabla 9).

Tabla 9.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio El Candelero.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

6.2.6 El Gallo

Localización.-

La ensenada El Gallo se ubica en la parte noroeste de la isla Espíritu Santo (figura 7 y 18).

Usos.-

No se han reportado usos específicos de este sitio; en general para las islas son: buceo, pesca recreativa, veleo, observación de flora y fauna, pesca comercial y recreativa, captura de peces de arrecife (Ordenamiento ecológico, 2004).

Caracterización hidrológica.-

Hidrológicamente, el sitio es dominado por la presencia de agua marina, ya que es una bahía abierta. Solamente en tiempos de lluvias los arroyos aportan agua dulce; no obstante, ésta se mezcla rápidamente con agua marina, debido a la circulación abierta en la bahía ya que los manglares se encuentran en la zona mareal.

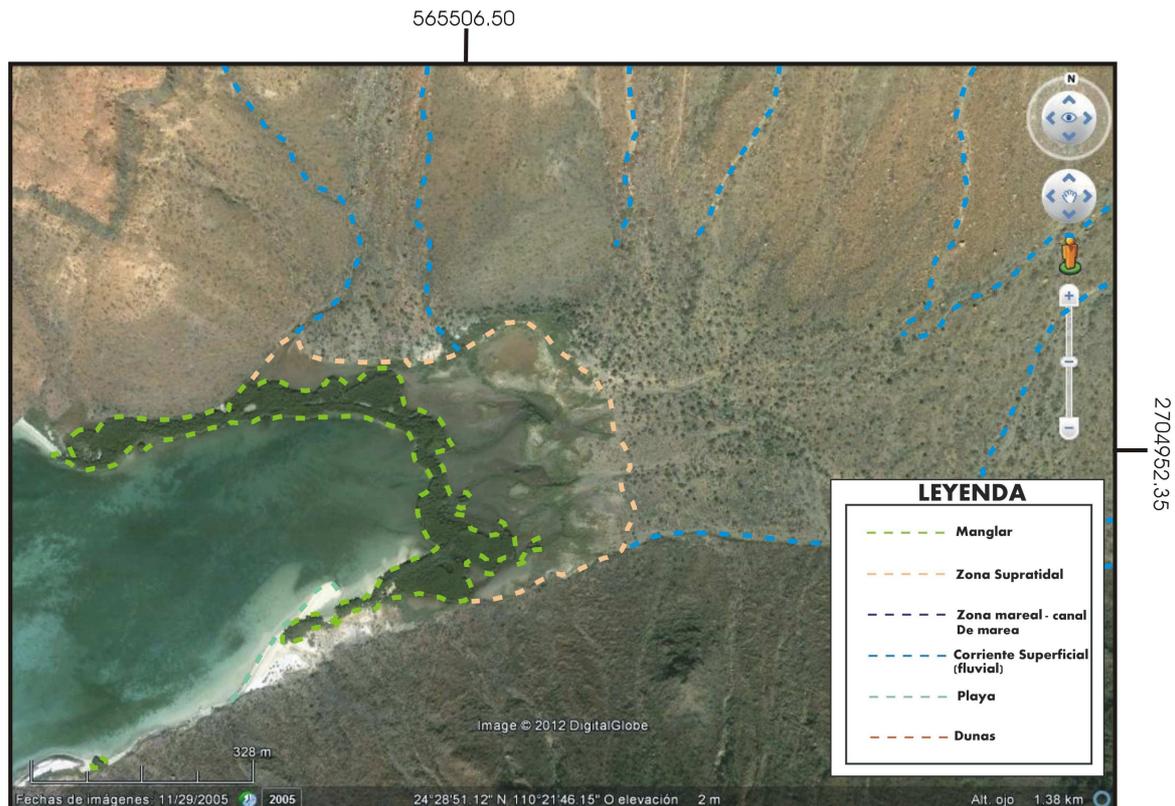


Fig. 18.- El Gallo. Tomado y modificado de *Google Earth* (2010).

Geomorfología y distribución de manglares.-

En el área El Gallo se pueden distinguir las siguientes unidades geomorfológicas:

- ❖ Los lomeríos rodean la ensenada del sitio y tienen aproximadamente 100-250 m de altitud.
- ❖ La playa mide aproximadamente 830 m de largo y en su parte interior tiene un ancho de 650 m. En su orilla sur se está formando un pequeño gancho arenoso, con un largo de aproximadamente 50 m (figura 18).
- ❖ Se observa una barra arenosa poco desarrollada que separa la bahía de una laguna.
- ❖ Los canales de marea mantienen la comunicación entre la bahía y laguna.

- ❖ Los manglares tienen una gran extensión, cubriendo casi toda la laguna, midiendo de largo 650 m y 430 m de ancho.
- ❖ Al este de los manglares se extiende una zona supratidal amplia con 220 m de longitud y 340 m de ancho.
- ❖ Los arroyos atrás de la zona supratidal tienen dirección noreste-suroeste, que en tiempo de lluvias aportan agua dulce a la zona supratidal y a los de manglares.

El manglar cubre la mayor parte de la laguna (figura 18). Además, forma una franja estrecha a lo largo de la línea de costa en la orilla sur de la bahía.

Tabla 10.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en la localidad de El Gallo.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

Geología.-

En los lomeríos alrededor de este sitio aflora, según Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1986), el Conglomerado volcánoclastico Espíritu Santo. Esta unidad alcanza un espesor de 25 m y se compone de paraconglomerado de composición basáltica, que alterna con arenisca y arenisca conglomerádica. Además, según propias observaciones de campo, en las partes bajas se distribuyen varias unidades recientes: La playa y la barra se compone de arena media-fina de material siliciclástico principalmente, la zona mareal se presenta arena lodosa y lodo, el cual es rico en material orgánico. La zona supratidal se encuentra formada de arena lodosa con escasa grava. Los arroyos transportan sedimentos arenosos hasta gravosos.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio es nulo, porque no existe ningún tipo de cambio realizado por el hombre que afecte el sitio (tabla 10).

6.2.7 Ensenada La Gallina

Localización.-

Ensenada La Gallina (figura 7 y 19) se localiza en el centro-oeste de la isla Espíritu Santo.

Usos.-

En general para las islas se han reportado algunas actividades, las cuales son kayakismo, buceo, pesca recreativa, veleo, observación de flora y fauna, pesca comercial y recreativa, captura de peces de arrecife, fotografía y filmación (Ordenamiento ecológico, 2004).

Geomorfología y distribución de manglares.-

Se distinguen las siguientes unidades geomorfológicas en la ensenada La Gallina (figura 19):

- ❖ En los alrededores de la bahía y del humedal existen lomeríos que alcanzan 100 m de altitud.
- ❖ En la parte noroeste del sitio hay algunas pequeñas dunas eólicas con poca vegetación (80 cm - 1 m de altura).
- ❖ La zona supratidal se localiza atrás de la zona de manglares, la cual mide 266 m de longitud y tiene un ancho de 233.5 m, la cual se localiza atrás de los manglares.
- ❖ Se observan varios arroyos al Norte y Este de la zona de manglar.

La zona de manglares es bastante extensa, bordeando la orilla de la bahía.

Caracterización hidrológica.-

Las mareas mantienen el intercambio de agua marina entre la bahía y el humedal. Además, se observa un patrón de drenaje ramificado en las laderas y un arroyo, el cual señala el escurrimiento superficial durante lluvias, aportando temporalmente agua dulce al humedal. Sin embargo, debido a la geomorfología del sitio es probable que esta agua dulce se mezcle rápidamente con agua marina.

Geología.-

Las rocas más antiguas de la ensenada La Gallina, según Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1986), constituyen la unidad conglomerado volcanoclástico Espíritu Santo que alcanza un espesor de 195 m. Los clastos son de composición basáltica. Además, en las partes bajas se distinguen varias unidades de edad reciente. En la playa se encuentra arena siliciclástica, es de grano fino a medio y es de buena selección. En la zona mareal

predomina la arena lodosa con un alto contenido de materia orgánica. En la zona supratidal se observa arena lodosa. El arroyo transporta material arenoso-gravoso, los clastos son de tamaños variables (aproximadamente hasta 15 cm de diámetro).

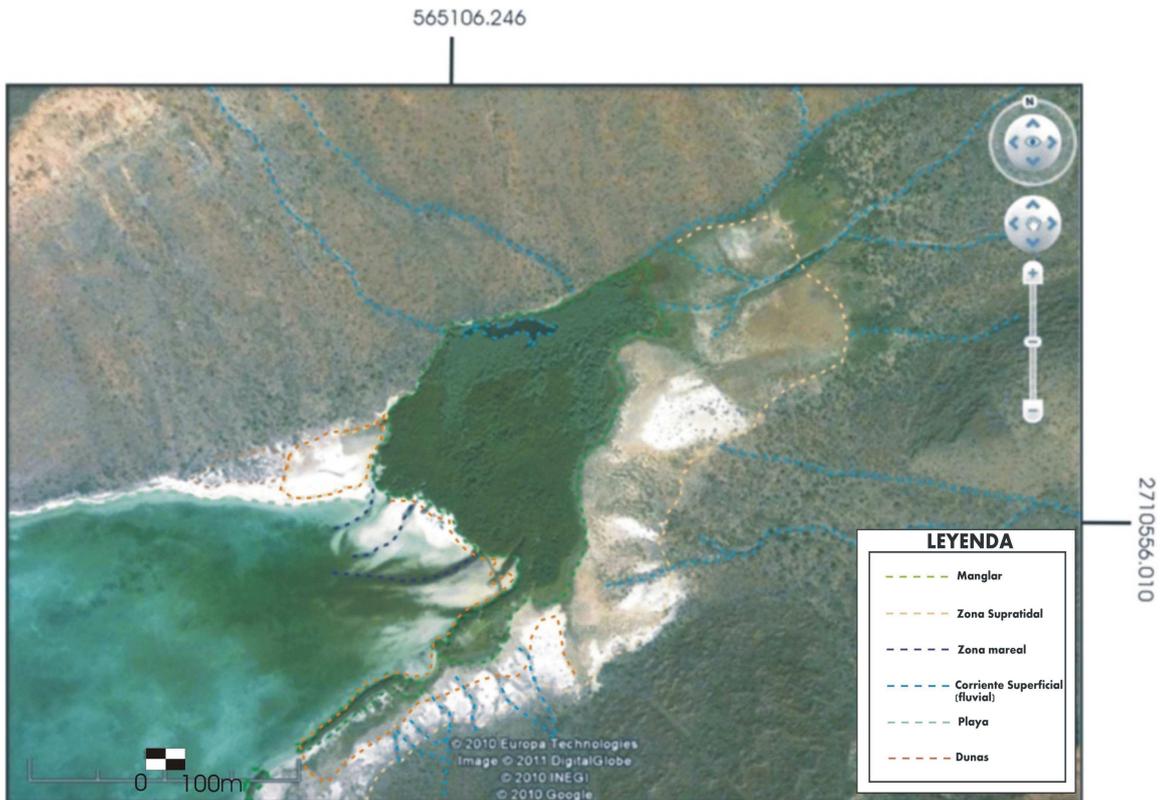


Fig. 19.- La Gallina. Tomado y modificado de *Google Earth* (2012).

Tabla 11.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio La Gallina.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

Grado de impacto.-

El grado de disturbio es nulo, no se observó ninguna alteración o cambio realizado por el hombre que afecte el sitio (tabla 11).

6.2.8 Puerto Ballena

Localización.-

La bahía Puerto Ballena se encuentra ubicada en el centro-oeste de la isla Espíritu Santo (figura 7 y 20).

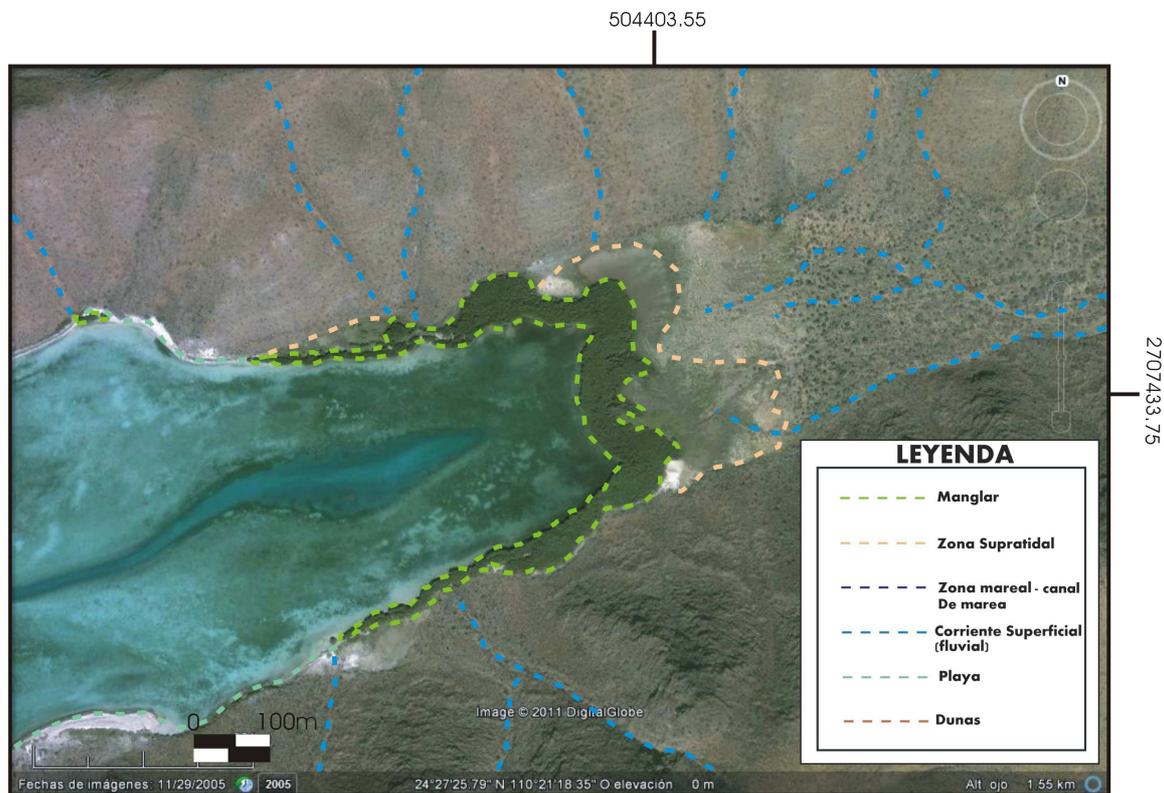


Fig. 20.- Puerto Ballena. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).

Usos.-

De esta bahía no se han reportado usos específicos; en general para el complejo insular se indican diversos tipos de actividades humanas incluyendo: buceo, pesca recreativa, veleo, observación de flora y fauna, pesca recreativa, captura de peces, fotografía y filmación (Ordenamiento ecológico, 2004).

Geomorfología y distribución de manglares.-

En la bahía Puerto Ballena y sus alrededores existen los siguientes elementos geomorfológicos (figura 20):

- ❖ Alrededor de Puerto Ballena se encuentran lomeríos escarpados, su altitud sobrepasa los 200 m.
- ❖ La zona supratidal alcanza a medir 240 m de largo en dirección este-oeste y 230 m de ancho en dirección norte-sur.
- ❖ Se presentan algunos arroyos pequeños los cuales desembocan en la orilla de la zona supratidal.

Los manglares forman una franja a lo largo de la línea de costa en la porción más protegida de la bahía, cubriendo la zona mareal (figura 20). El ancho máximo de la franja de manglar es aproximadamente 50 m. No existe una separación entre la bahía y la zona de manglar, solamente en el extremo suroeste se ha formado un pequeño gancho arenoso.

Geología.-

De acuerdo a las observaciones de campo y Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1986), la roca más antigua que aflora es la unidad de Ignimbrita riolítica El Gallo, la cual está en contacto con el Conglomerado volcanoclástico Espíritu Santo. Este último está compuesto por material basáltico epiclástico y exhibe rasgos como relleno de canales, estratificación gradada y cruzada. Además, en las partes bajas del área se distribuyen diversos depósitos cuaternarios. La playa está compuesta de sedimentos arenosos, predominando granos de siliciclásticos y fragmentos de moluscos y otros bioclastos. En la zona mareal se presenta sedimento arenoso-lodoso con contenidos variables de material orgánico. En la zona supratidal se observa arena lodosa y lodo arenoso. El arroyo se compone de sedimento arenoso y gravoso.

Caracterización hidrológica.-

El manglar se distribuye en la zona mareal y se encuentra en contacto directo con la bahía; debido a la ausencia de una barrera o barra, el flujo y reflujo circulan libremente por el manglar.

Las cárcavas de corrientes intermitentes son medianamente marcadas en los lomeríos. Atravesando la zona supratidal se observa un arroyo, el cual en temporada de lluvias proporciona agua dulce a una parte del humedal. No obstante, se considera la proliferación de agua dulce de poco impacto al humedal ya que su estructura abierta hacia la bahía probablemente resulta en una rápida mezcla de aguas.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio en este sitio es prácticamente nulo, porque no existe ninguna alteración antropogénica que afecte el sitio (tabla 12).

Tabla 12.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio La Ballena.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

6.2.9 El Erisozo

Localización.-

El Erisozo se ubica en el suroeste de la isla Espíritu Santo (figura 7 y 21).

Usos.-

En general este sitio, en tiempos pasados, ha sido utilizado como un campamento pesquero. En la actualidad sólo se registran visitas turísticas, incluyendo actividades tales como la observación de flora y fauna en la bahía y sus alrededores, la pesca recreativa, fotografía y filmación (Ordenamiento ecológico 2004).

Geomorfología y distribución de manglares.-

En el sitio de El Erisozo existe una barra artificial (construcción de finales del siglo XIX) la cual separa la laguna de la bahía (figura 21). En el sitio se distinguen varios elementos geomorfológicos:

- ❖ Los lomeríos en los alrededores tienen una altitud de hasta 100 m.
- ❖ La barra o dique artificial separa la laguna de la bahía, este dique mide 410 m de largo y 32 m de ancho.

- ❖ Se observa un canal de mareas, que tiene 30 m de largo y aproximadamente 9 m de ancho, mantiene la comunicación entre la bahía y la laguna.
- ❖ La laguna mide 620 m de largo y 310 m de ancho.
- ❖ Al noreste de la laguna existe una zona supratidal, la cual mide 110 m de largo y 69 m de ancho.
- ❖ Se observan dos arroyos que desembocan en la zona supratidal con dirección noreste-sureste. Adicionalmente se presentan algunas cárcavas en los cerros al sur y norte de la laguna.

Los manglares son sanos y se distribuyen a lo largo de la laguna en la parte sureste-suroeste de la misma (figura 21).

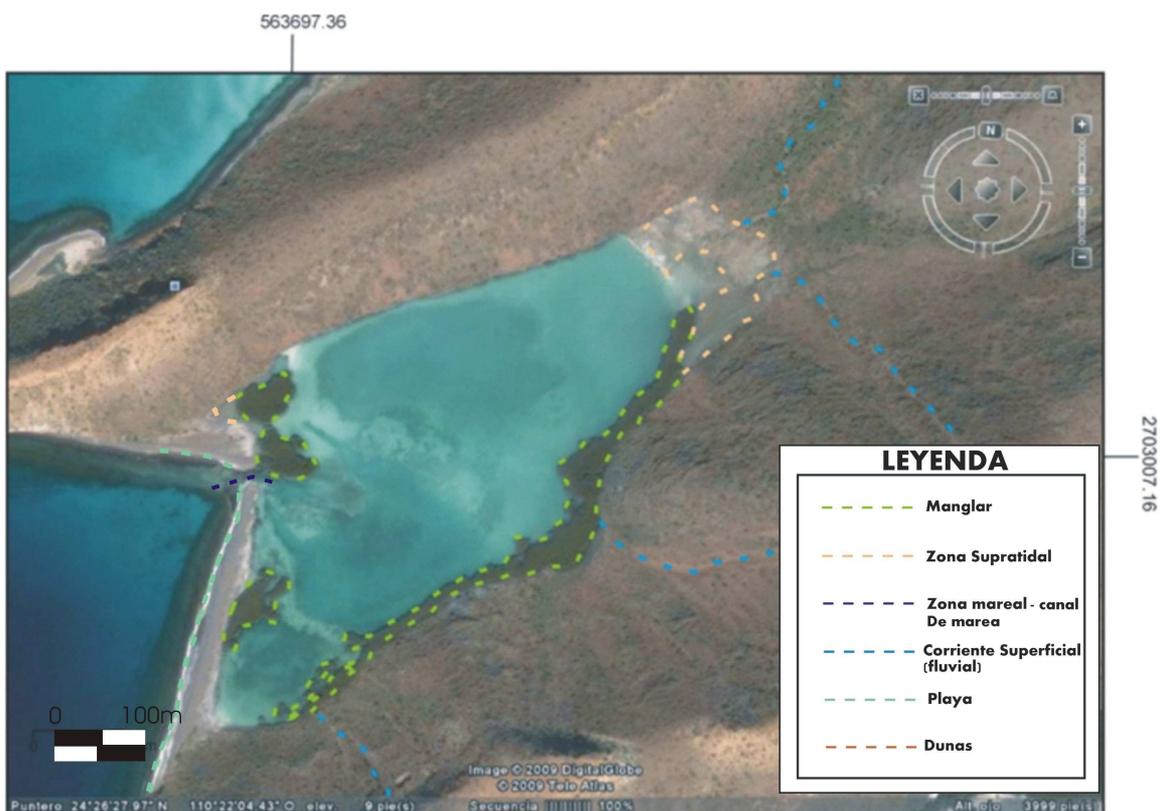


Fig. 21.- El Erisozo. Tomado y modificado de Google Earth (2009).

Geología.-

Según Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1986) y propias observaciones, las unidades expuestas en los cerros son la unidad de Ignimbrita riolítica El Gallo y el Conglomerado volcanoclástico Espíritu Santo. En las partes bajas se distribuyen depósitos cuaternarios no consolidados. En la laguna predomina sedimento arenoso siliciclástico-calcáreo y arena lodosa. En los manglares el sedimento arcilloso, es rico en

material orgánico. En la zona supratidal hay sedimentos arenosos lodosos y en partes marginales arena lodosa conglomerádica. En los arroyos el material es arenoso y gravoso. La barra artificial se compone de bloques rocosos. En su lado oeste se encuentran abundantes fragmentos de coral y otros bioclastos.

Caracterización hidrológica.-

El canal de marea mantiene la comunicación entre bahía y laguna y por lo tanto el agua en la laguna tiene una salinidad normal. Por otro lado, durante eventos de lluvia el escurrimiento superficial proporciona temporalmente agua dulce a la laguna y a los manglares. Se observan pequeñas cárcavas en los lomeríos, cuándo hay lluvias fuertes, el agua baja hacia la laguna, haciendo el intercambio entre el agua marina y el agua dulce.

Grado de impacto.-

El sitio ha experimentado cambios geomorfológicos importantes por la construcción de la barra artificial. Esto creó la laguna donde se ubican los manglares. Es uno de los pocos sitios en el complejo insular que presenta importantes modificaciones antropogénicas. En el pasado se utilizó la bahía para la crianza de peces (Ordenamiento ecológico, 2004) y para tal fin se construyó con bloques rocosos una espiga, creando artificialmente una laguna casi cerrada.

No es posible evaluar el efecto del cambio geomorfológico para los manglares, ya que no se sabe si ya había manglares antes de la construcción de la barra o si bien estos manglares colonizaron la orilla de la laguna posteriormente. La barra modificó también el régimen hidrológico. No se observan otras modificaciones antropogénicas (tabla 13).

Tabla 13.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio El Erisozo.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología	X			
2. Hidrología marina	X			
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

6.2.10 Bahía San Gabriel

Localización.-

La bahía San Gabriel se localiza en el suroeste de la isla Espíritu Santo y es el sitio más extenso de esta isla ya que tiene cuatro zonas cubiertas por humedal de manglar (figura 7 y 22). El área más pequeña (A) se ubica en el lado noroeste de la bahía, protegida por una punta rocosa y tiene una extensión de 60 m. Dos áreas más (B y C) se encuentran en pequeñas lagunas en el margen noreste de la bahía, separadas de la bahía por barras arenosas. Por último, otra área de manglar (D) se localiza en una pequeña laguna en el lado sureste de la bahía, separada de ésta por un dique artificial (construcción de finales del siglo XIX, (Ordenamiento ecológico, 2004)).

Usos.-

No se han reportado usos específicos de esta localidad, pero en general para el complejo insular se mencionan: kayakismo, buceo, campismo, excursiones, caminata, filmación, fotografía, pesca recreativa, recreación (día de playa), veleo, observación de flora y fauna, fondeo de embarcaciones, pesca comercial y deportiva, y captura de peces de arrecife (Ordenamiento ecológico, 2004).

Geomorfología y distribución de manglares.-

Los manglares de esta bahía se separan en cuatro zonas A, B, C y D. En general, en la bahía y sus alrededores se pueden distinguir varios elementos geomorfológicos (figura 22):

- ❖ La bahía San Gabriel la cual está rodeada por lomeríos que alcanzan una altitud de 200 m.
- ❖ La playa que es amplia y tiene una extensión de aproximadamente 2300 m, es la playa más extensa de los sitios en el complejo Espíritu Santo.
- ❖ La zona A que se ubica detrás de un pequeño promontorio rocoso.
- ❖ Las zonas B y C que están separadas de la bahía por una barra arenosa con una playa en su lado hacia la bahía y dunas, esta zona mide 1200 m de largo.
- ❖ No se observan canales de marea.
- ❖ En la zona B la laguna mide 270 m de largo y 90 m de ancho, en la zona C la laguna tiene 290 m de largo y 80 m de ancho. En la zona D la laguna es artificial, la cual mide de largo 360 m y de ancho 320 m.
- ❖ Existen dunas eólicas entre las zonas B y C y al norte de la zona D. En la zona D la duna alcanza aproximadamente 200 m de largo, son dunas estabilizadas con poca vegetación.

- ❖ En la zona A se observó la zona supratidal. Al norte de la zona B y al NE de la zona C existen la zona supratidal, específicamente la última tiene una extensión de más de 500 m hacia el NE y se conecta por el arroyo (figura 23).
- ❖ Detrás de la zona C se observa un arroyo con dirección noreste-suroeste, que en tiempos de lluvias lleva agua dulce y sedimentos al manglar.

Existen cuatro zonas de manglar, denominadas A, B, C y D. La zona A está conformada por un pequeño remanente de manglar, en las zonas B, C y D el manglar se distribuye más extensamente.

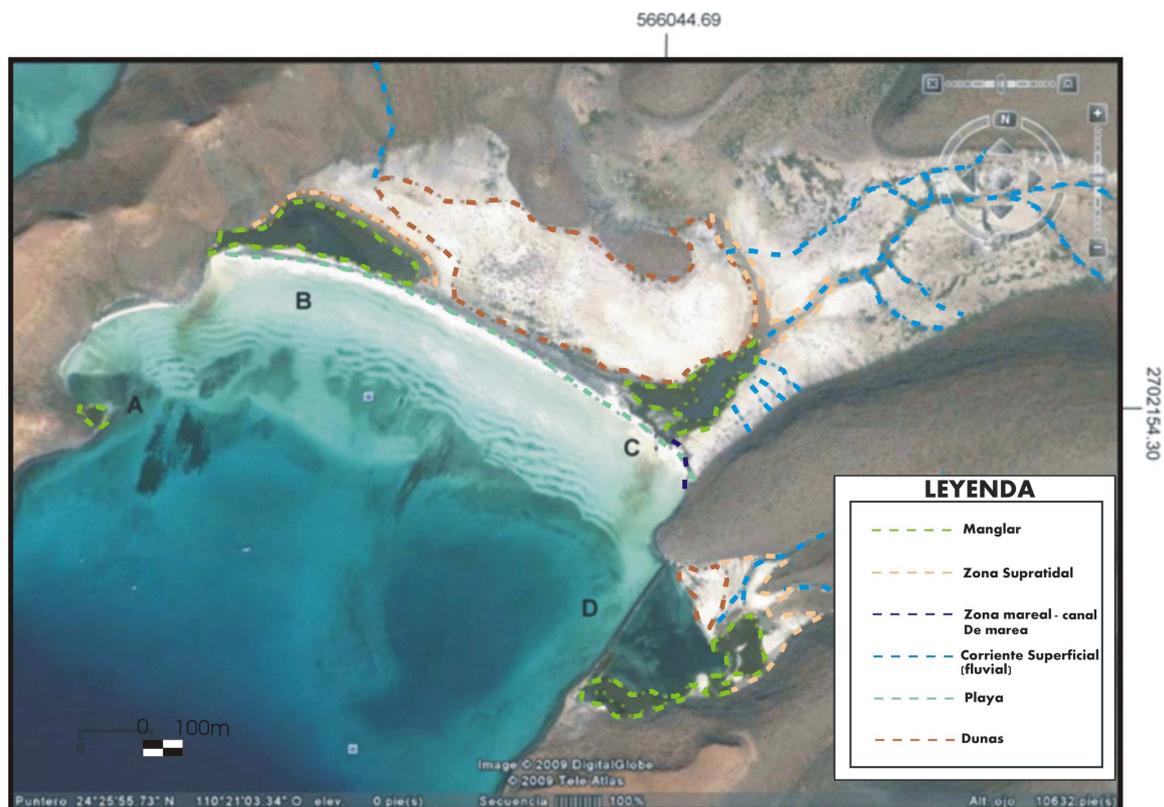


Fig. 22.- Bahía San Gabriel. Las letras A, B, C y D señalan cuatro áreas con manglares. Tomado y modificado de *Google Earth* (2009).

Geología.-

La bahía de San Gabriel está rodeada por rocas miocénicas de la Formación Comondú (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1986). De acuerdo a estos autores y propias observaciones en el campo las rocas más antiguas en los alrededores de esta bahía son la Ignimbrita riolítica El Gallo y el Conglomerado volcanoclástico Espíritu Santo. Los demás depósitos son recientes: Los depósitos de playa es arena bien seleccionada de

composición mixta calcárea-siliciclástica. Las dunas en la postplaya se componen de arena de buena selección. En las dos lagunas predomina un sedimento arenoso-lodoso y parcialmente rico en material orgánico. En la zona supratidal se observa lodo y arena lodosa. En los arroyos, el sedimento se presenta material arenoso y gravoso, proveniente de la erosión de los cerros circundantes.



Fig. 23.- Bahía San Gabriel. Vista desde la parte suroeste del sitio hacia el interior de la bahía con manglares.

Caracterización hidrológica.-

La influencia marina es variable. El humedal en la zona A experimenta influencia libre y constante de las mareas. En caso de las zonas B, C y D, esta influencia marina es más reducida debido a su ubicación separada de la bahía. Sin embargo, las barras arenosas y la barra artificial en la zona D permiten la percolación de agua marina, a pesar que no existen canales de marea. Considerando la presencia de algunas cárcavas en los cerros alrededor de la bahía, aparentemente se da un escurrimiento superficial en los lomeríos durante eventos de lluvia, proporcionando así que temporalmente llegue agua dulce, principalmente a los humedales de manglar B, C y D (figura 22). Además, en dirección noreste del sitio hay un arroyo que le aporta agua y sedimentos a la zona supratidal y los manglares en la zona B y C.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio en general es bajo en este sitio. Geomorfológicamente e hidrológicamente el cambio principal ha sido la construcción de la barra artificial en la zona D. Sin embargo, probablemente esta barra favoreció el crecimiento de manglar en esta zona ya que creó una laguna artificial. En la actualidad se observa una incipiente contaminación del sitio en general por los frecuentes visitantes, principalmente afectando la zona de playa (tabla 14).

Tabla 14.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio San Gabriel.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología		X		
2. Hidrología marina			X	
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)			X	
6. Contaminación química				X

6.2.11 La Dispensa

Localización.-

La ensenada La Dispensa se ubica en el suroeste de la isla Espíritu Santo (figura 7 y 24).

Usos.-

En general se han reportado diversos tipos de actividad humana en el complejo insular, incluyendo kayakismo, excursiones, campismo, filmación, fotografía, pesca recreativa, recreación (día de playa), veleo, observación de flora y fauna; además el sitio ha sido utilizado como campamento pesquero para la pesca comercial y deportiva (Ordenamiento ecológico, 2004).

Geomorfología y distribución de manglares.-

La geomorfología de este sitio y sus alrededores incluye los siguientes elementos principales (figura 24):

- ❖ En los alrededores del sitio hay lomeríos que miden de 20-150 m de altitud.
- ❖ La playa la cual mide 325 m de largo y 15 m de ancho en la parte norte y en la parte sur 110 m aproximadamente, formando una barra arenosa que separa la laguna de la bahía.
- ❖ El canal de marea el cual corta la barra, su largo total sobrepasa los 80 m.
- ❖ Al suroeste del sitio se observa un área cubierto por pequeñas dunas, las cuales miden 30-60 m de largo.

- ❖ Hay una laguna formada en el centro de los manglares, la cual tiene 330 m de largo y 65 m de ancho aproximadamente.
- ❖ Al este y noreste de la laguna existe una zona supratidal con una extensión de 350 metros de largo y 90 metros de ancho aproximadamente.
- ❖ Se observa un solo arroyo, el cual desemboca en la zona supratidal.

Los manglares cubren la zona intertidal rodeando la parte central de la laguna (figura 24). El ancho de esta zona llega a tener más de 100 m de ancho en la porción occidental.

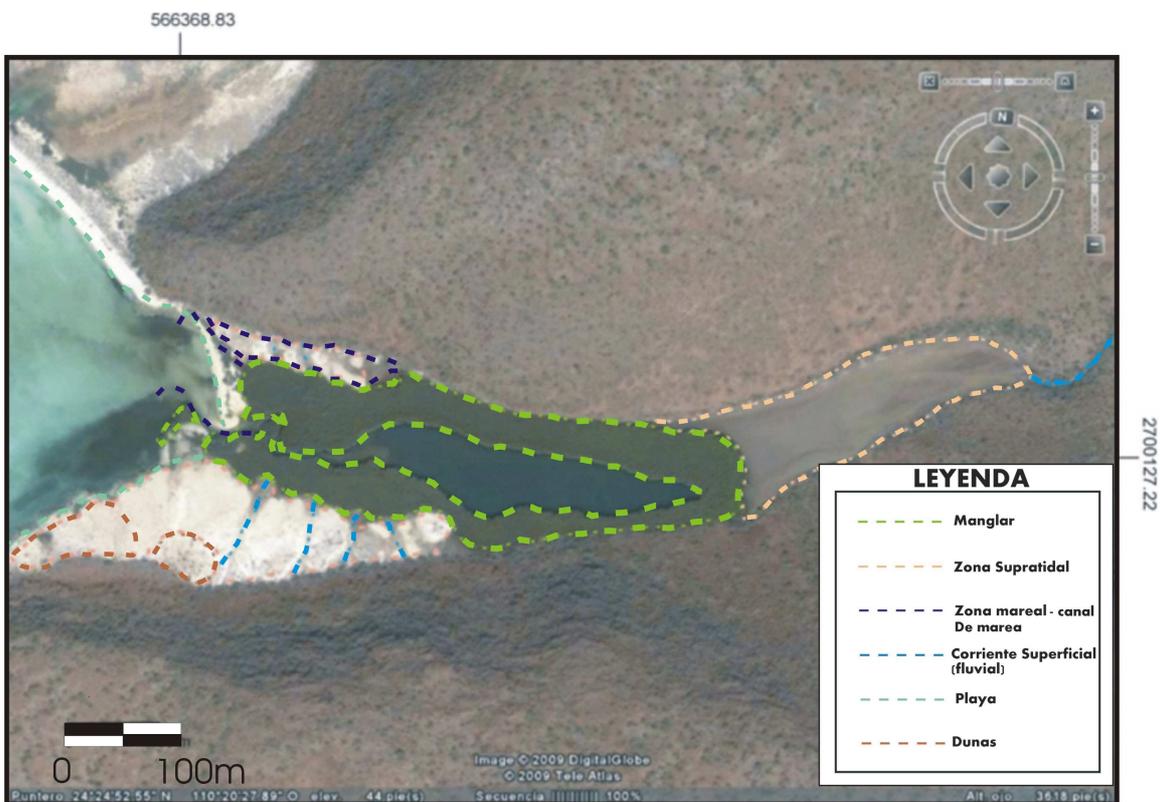


Fig. 24.- La Dispensa. Tomado y modificado de Google Earth (2009).

Geología.-

Las rocas más antiguas del sitio la Dispensa es la unidad Ignimbrita riolítica El Gallo (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1986. Los demás depósitos son jóvenes y de edad cuaternaria. La playa se compone de arenas carbonatadas de buena-media selección, la zona supramareal en los manglares y la zona supratidal es arena lodosa hasta lodo arenoso depositado durante los eventos esporádicos de escurrimiento de poca energía. El arroyo está compuesto de arena y grava de mala selección.

Caracterización hidrológica.-

La conexión con la bahía se da a través del canal de marea. Por lo tanto, la salinidad en la laguna corresponde a la normal.

En los lomeríos alrededor del sitio no se observan cárcavas y se cree que el escurrimiento sea poco durante eventos de precipitación. No obstante, el arroyo al noreste de la laguna aporta agua dulce a la laguna y a los manglares. Debido al alto grado de separación entre bahía y laguna es probable que se originen temporalmente condiciones de agua salobre durante estos eventos de lluvias.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio es nulo porque no existe ningún tipo de cambio antropogénico que afecte el sitio (tabla 15).

Tabla 15.- Resultado de la evaluación de impacto antropogénico en el sitio La Dispensa.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

6.2.12 Las Navajas

Localización.-

La ensenada Las Navajas se encuentra localizada en el suroeste de la isla Espíritu Santo (figura 7 y 25).

Usos.-

Algunos de los usos en general que se realizan en el complejo insular son los que se mencionan a continuación: Campismo, excursiones, filmación, fotografía, pesca recreativa, recreación (día de playa), veleo, observación de flora y fauna (Ordenamiento ecológico, 2004).

Caracterización hidrológica.-

Este humedal tiene regularmente aporte de agua marina por el canal de marea que al subir el nivel mareal lleva esta agua salada hasta los humedales. La red de drenaje superficial es muy débil en este sitio, es decir no existen arroyos o cárcavas en los cerros circundantes. Por lo tanto, se estima que el aporte de agua dulce durante los tiempos de lluvias es mínimo.

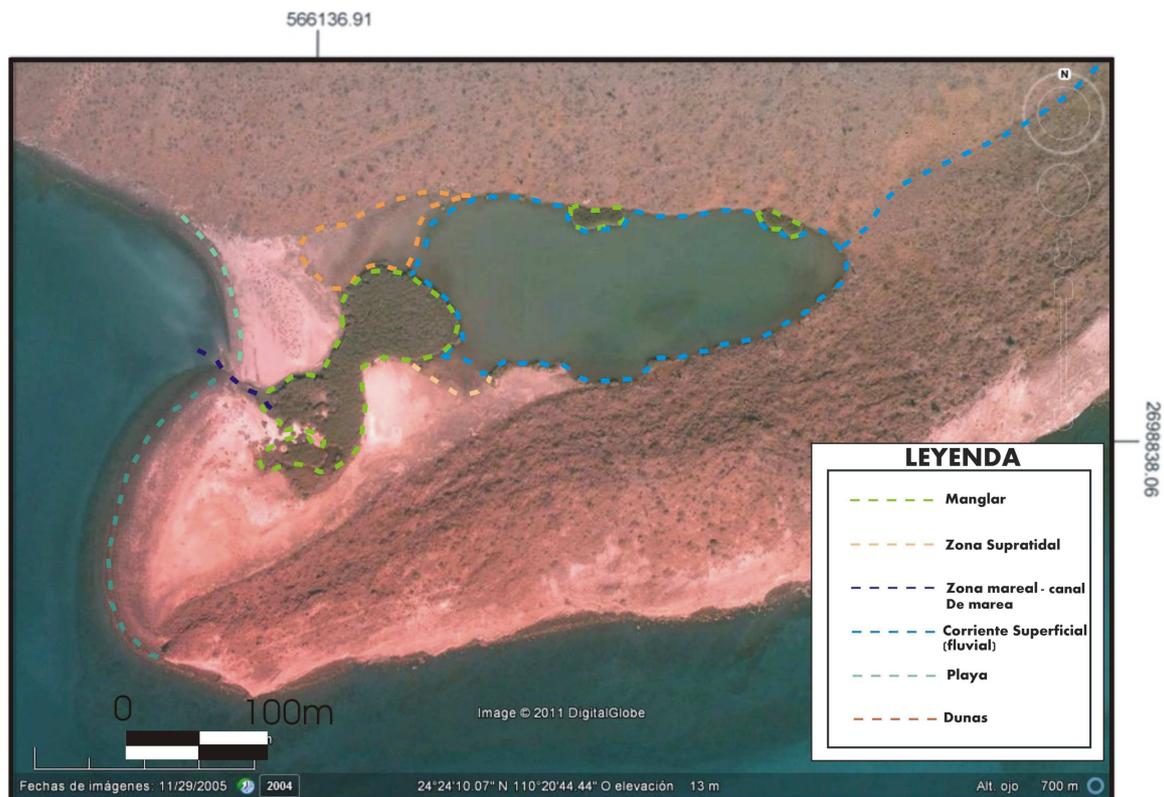


Fig. 25.- Las Navajas. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).

Geomorfología y distribución de manglares.-

El humedal se encuentra dentro de una pequeña laguna que mide 240 m de largo, originada por una barra arenosa la cual cerró la bahía original, creando la laguna actual (figura 25). En el sitio y sus alrededores se observan los siguientes elementos geomorfológicos principales:

- ❖ Los lomeríos los cuales tienen una altitud de hasta 100 m.
- ❖ La playa, la cual mide de largo 290 m y 25 m de ancho, la playa forma parte de la barra que separa la bahía y la laguna.
- ❖ Se observa un cordón de dunas que miden con 70 m de largo y 50 m de ancho aproximadamente y tienen una altura de 1.5 m, formando parte de la barra.

- ❖ El canal de marea, el cual mide 70 m de largo y 5 m de ancho, mantiene la comunicación entre la laguna y el mar abierto.
- ❖ La zona supratidal, que tiene una extensión mayor de 110 m de largo y 45 m de ancho.
- ❖ La laguna, la cual mide 190 m de largo y 95 m de ancho.
- ❖ Detrás de la laguna hay un arroyo con dirección noreste-suroeste que aporta agua en tiempos de lluvia al manglar.

Los manglares se encuentran al suroeste y norte de la laguna. El manglar principal se distribuye en la parte oeste de la laguna entre el campo de dunas y la zona supratidal.

Geología.-

De acuerdo a Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1986), las rocas más antiguas que se encuentran en el sitio Las Navajas, es la unidad de conglomerado volcanoclástico llamado Espíritu Santo. Estas rocas afloran en los cerros alrededor del sitio. Además, en las partes bajas se presentan depósitos jóvenes: El material de la playa se compone de arena mixta bioclástica con fragmentos finos hasta gruesos de corales, bivalvos y gasterópodos. Al parecer una parte de las conchas fue desechada por pescadores. El material de las dunas es arena fina a media bien seleccionada, las dunas exhiben una cobertura escasa por vegetación. En la zona supratidal el sedimento es arenoso-arcilloso con presencia de sales, en la laguna el material es lodoso hasta gravoso en las orillas y en la zona de manglar el sedimento es arcilloso y rico en material orgánico (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1986).

Tabla 16.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Las Navajas.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

Grado de impacto.-

El grado de disturbio es prácticamente nulo porque no existe ninguna alteración antropogénica relevante que afecte el sitio de manglar (tabla 16).

6.2.13 Balandra

Localización.-

La bahía-laguna Balandra se encuentra ubicada en la costa al norte de la ciudad de La Paz y es accesible por la carretera La Paz-Pichilingue (figura 8 y 26).

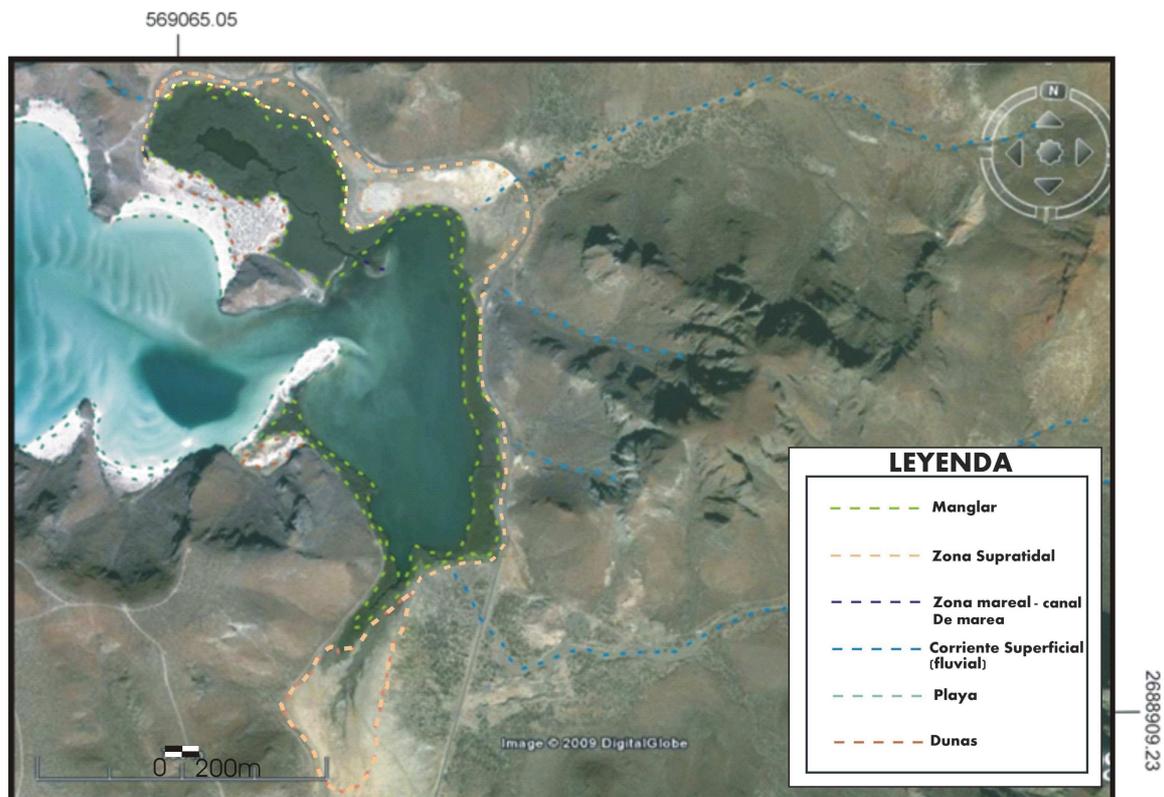


Fig. 26.- Balandra. Tomado y modificado de *Google Earth* (2009).

Usos.-

Balandra es uno de los sitios turísticos más populares en la región de La Paz donde las personas disfrutan el ambiente de playa rodeado por un paisaje atractivo. Los usos que generalmente se realizan en Balandra se limitan a la bahía y sus playas que son recreativas por lo general, entre las cuáles se mencionan: recreación (día de playa), fotografía, filmación, observación de flora y fauna, campismo, caminatas. Existe una infraestructura turística básica, incluyendo un estacionamiento y algunas palapas en la

playa. En fines de semana el número de visitantes puede alcanzar hasta cientos de personas.

Geomorfología y distribución de manglares.-

Los alrededores de Balandra y la bahía en conjunto representan un paisaje muy atractivo. En general, se pueden distinguir varios elementos geomorfológicos y a continuación se mencionan algunas de estas características del lugar:

- ❖ En los alrededores se observan lomeríos con una altitud de hasta de 150 m.
- ❖ Existe una bahía la cual tiene un ancho de aproximadamente 500 m en su parte este. Esta bahía es muy somera y gran parte del fondo se encuentra en la zona entre mareal.
- ❖ A lo largo de la bahía existe una alternancia entre playas y acantilados de los lomeríos. La playa más extensa tiene aproximadamente 450 m de largo. También se observan algunas pequeñas dunas en la playa con dimensiones de 1 m.
- ❖ El canal de marea tiene un ancho de 375 m y se conecta a la bahía con la parte lagunar del sitio.
- ❖ Existe una laguna la cual se divide en dos partes, la primera con un largo de 950 m y un ancho de 850 m, y la segunda de extensión menor, la cual tiene de largo 410 m.
- ❖ El canal de marea mide 100 m de largo, se extiende hacia el interior de la porción lagunar pequeña.
- ❖ La zona supratidal se observa al sur de la laguna, tiene una extensión de 400 m de largo y 90 de ancho.
- ❖ Se observan varios arroyos los cuales en tiempo de lluvias aportan agua dulce y sedimentos hacia la laguna.

Los manglares se ubican en la parte lagunar. Se encuentran a lo largo de la orilla de la laguna grande y cubren casi por completo la laguna pequeña (figura 27).

Geología.-

La litología en los alrededores de Balandra es bastante uniforme y consiste en una unidad potente de brechas volcánicas, llamada Brecha y Conglomerado Balandra (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1986). La composición de estas rocas es basáltica y andesítica, su edad es Mioceno Inferior y forman parte de la Formación Comondú (Hausback, 1984). Las demás unidades son de edad reciente. A pesar del material oscuro en las rocas circundantes, el sedimento en la bahía es de color claro y se compone de arena fina a gruesa de composición mixta siliciclástica-calcárea. Predomina arena fina bien seleccionada. En la laguna el sedimento se vuelve más lodoso, reflejando la reducida

influencia de corrientes marinas. En la zona del manglar el material es arenoso lodoso y rico en materia orgánica. En la zona supratidal el sedimento es arena lodosa (figura 28), en los arroyos se presentan sedimentos arenosos y gravosos.



Fig. 27.- Balandra. A.- Manglares Balandra. Vista de los manglares en la parte norte, sobre la parte lagunar del sitio. Ecosistema relativamente sano. B.- Manglares Balandra, en el extremo norte de la laguna. Se observa el límite de la zona supratidal con la carretera.



Fig. 28.- Balandra. En la zona supratidal se observan evidencias de precipitación de sales.

Características hidrológicas.-

El intercambio hidrológico entre la bahía y la laguna a causa de las mareas proporciona a los humedales de manglar agua salada. Este intercambio es mayor en la parte lagunar del sitio y menor en la porción norte, ya que en esta zona el intercambio se da solamente por medio de un canal de marea.

En los lomeríos se pueden observar pequeñas cárcavas producidas por corrientes intermitentes que se forman en consecuencia de las escasas lluvias. Además, existen algunos arroyos los cuales se desembocan en la laguna. Estas corrientes intermitentes aportan temporalmente agua dulce a los manglares, especialmente a la porción norte de la laguna tiene una morfología más cerrada que la parte sur, lo que retrasa la mezcla de aguas.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio, según los criterios utilizados en este trabajo, varía de nulo a medio. En la geomorfología e hidrología se califican los cambios existentes como de grado bajo. Principalmente se refiere a la construcción de la carretera lo que conlleva la obstrucción de algunos arroyos, modificando un poco el régimen hidrológico (tabla 17). Los daños causados por la intrusión esporádica de personas hacia los manglares y la circulación de vehículos en los alrededores se califican como de grado bajo. Se observa puntualmente una contaminación por basura doméstica y escombros, especialmente en áreas cercanas a la carretera y al estacionamiento. Esta contaminación incluye también botes de aceite y pilas (los cuáles se consideran como residuos peligrosos).

Tabla 17.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Balandra.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología			X	
2. Hidrología marina				X
3. Biológico			X	
4. Escurrimientos			X	
5. Residuos sólidos urbanos (basura)		X		
6. Contaminación química			X	

6.2.14 El Merito

Localización.-

El Merito es una bahía que se encuentra localizada al norte de la ciudad de La Paz (figura 8 y 29).

Usos.-

Los usos en general pudieran realizarse en este sitio, según el Ordenamiento ecológico (2004), son de tipo recreativo (día de playa), incluyendo campismo y excursiones. Sin embargo, debido al acceso restringido (el camino de acceso está cerrado) su uso real es casi nulo.

Geomorfología y distribución de manglares.-

El sitio de estudio se caracteriza por tener manglares en dos pequeñas bahías separadas por un promontorio rocoso (figura 29). A continuación se explicarán las unidades geomorfológicas principales de las zonas A y B:

ZONA A

- ❖ En los alrededores de la bahía se observan lomeríos con una morfología pronunciada y con altitudes de hasta 100 m.
- ❖ La bahía mide de ancho aproximadamente 200 m. En su extremo noreste se observa una barra arenosa que separa una pequeña laguna de la bahía.
- ❖ Esta barra mide 80 m de largo y 50 m de ancho aproximadamente. En su lado externo la playa tiene material arenoso, detrás se encuentran las dunas.
- ❖ No existe propiamente un canal de marea que cruce por la barra arenosa. No obstante, se observa una parte más baja cubierta por manglares donde se mantiene la comunicación hidrológica entre la bahía y la laguna.
- ❖ La laguna mide aproximadamente 150 m de largo y 100 m de ancho. Solamente una pequeña porción está cubierta por el humedal de manglar, principalmente a lo largo de la orilla.
- ❖ Existe una segunda área cubierta por manglar en el lado norte de la bahía, con una extensión de aproximadamente 200 m de largo y 150 m de ancho. Este manglar cubre la zona mareal, esta se deslinda directamente con la bahía (ver figura 30).
- ❖ Al noreste de la laguna se distribuye la zona supratidal, la cual mide 160 m de largo y 140 m de ancho.
- ❖ Existe con un arroyo que dirección Noreste-Suroeste el cual termina en la zona supratidal.

ZONA B

- ❖ Alrededor de la zona B se localizan cerros con elevaciones de hasta 100 m aproximadamente.
- ❖ La bahía en su extremo noreste mide 150 m ancho estimado a la escala de la imagen. Superficies pequeñas en la orilla de la bahía se encuentran cubiertas por manglares, correspondiendo a la zona mareal.
- ❖ La barra arenosa separa la laguna de la bahía. La barra mide aproximadamente 180 m de largo y 100 m de ancho. La playa está formada por material arenoso en su lado suroeste y duna eólicas en su mayor parte.
- ❖ El canal de marea mide de largo 90 m.
- ❖ La laguna mide de largo 400 m y 180 m de ancho.
- ❖ La zona supratidal al noreste de la laguna mide 180 m de largo y 70 m de ancho.
- ❖ Se observan dos arroyos que en tiempos de lluvia desembocan en la zona supratidal.

La laguna es somera, su mayor parte corresponde a planicie de marea. Por lo tanto, los manglares cubren casi por completo la laguna (figura 30).

Geología.-

De acuerdo a lo que se observó en campo y Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1986), las rocas expuestas en esta zona corresponden a la unidad Brecha y Conglomerado Balandra, con una edad de Mioceno, la cual se compone de clastos de origen ígneo extrusivo de composición basáltica y andesítica. En las partes bajas se distribuyen diferentes depósitos jóvenes: Los sedimentos en la playa están constituidos por arena y en las dunas se encuentra arena siliciclástica fina bien seleccionada. En las planicies de marea, donde se ubican los humedales de manglar, el sedimento es arena lodosa rica en material orgánico. Las lagunas exhiben un sedimento similar. En las zonas supratidales se encuentra sedimento arenoso-lodoso con presencia de algunos clastos de tamaño mayor. Los arroyos se caracterizan por tener material arenoso y gravoso, en proporciones variables.

Características hidrológicas.-

En ambas zonas A y B se tiene la zona mareal, esto permite el intercambio hidrológico libre entre bahía y humedal. En la zona A el humedal es mucho más extenso que en la zona B. Además, se observan manglares dentro de las lagunas, donde el intercambio hidrológico es más limitado en la zona B. Sin embargo, el canal de mareas asegura la entrada y salida de agua salada a la laguna.

En las temporadas de lluvia se registra un aporte de agua dulce hacia las lagunas. Durante eventos muy fuertes de precipitación, el aporte de agua dulce por los arroyos puede ser importante y logra modificar temporalmente la salinidad en las lagunas. Sin embargo, las corrientes de marea probablemente limitan este efecto.

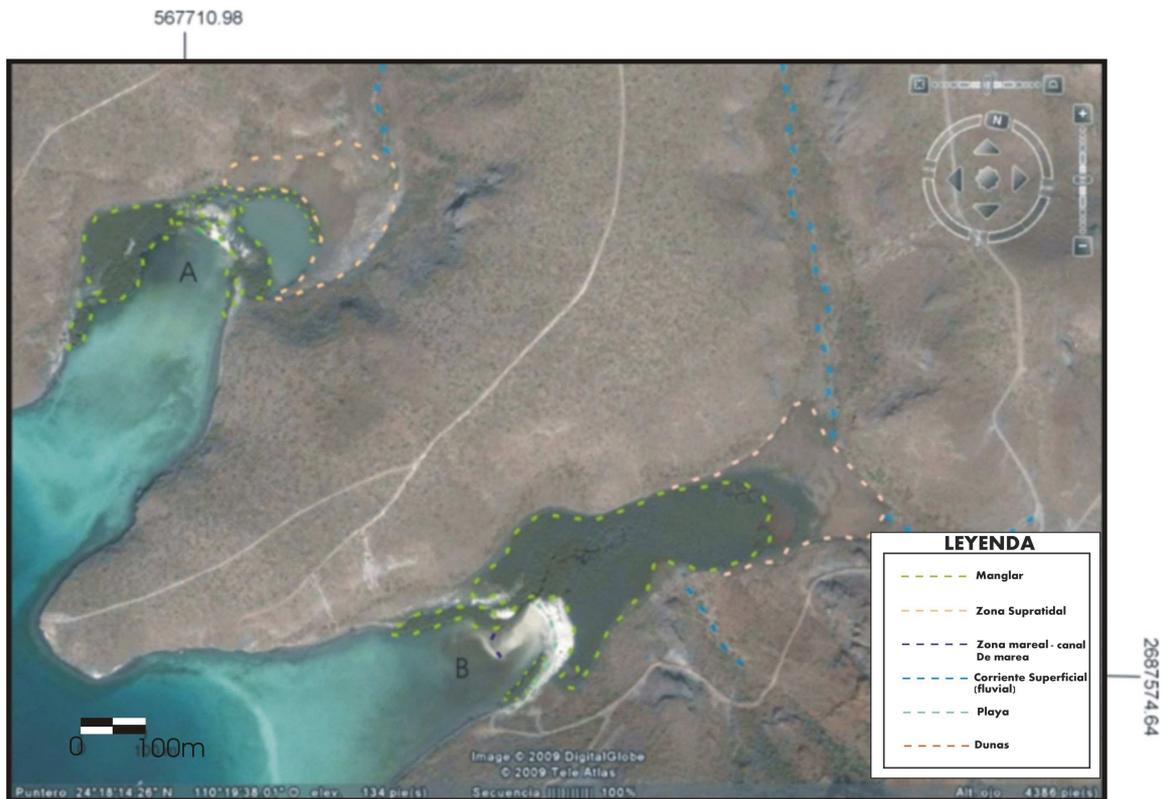


Fig. 29.- El Merito. La bahía El Merito se divide en dos pequeñas bahías denominadas A y B. Tomado y modificado de *Google Earth* (2009).



Fig. 30.- Paisaje del área B de El Merito, durante la marea alta. Se observa un ecosistema sano sin alteraciones antropogénicas.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio es nulo porque no existe ningún tipo de cambio por el hombre que afecte el sitio (tabla 18).

Tabla 18.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio El Merito.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)				X
6. Contaminación química				X

6.2.15 Playa Pichilingue

Localización.-

El sitio de playa Pichilingue se localiza al norte de la ciudad de La Paz y deslinda con el puerto de Pichilingue, es accesible a través de la carretera La Paz-Pichilingue (figura 8 y 31).

Usos.-

Específicamente el sitio de playa Pichilingue se le da un uso variado, incluyendo recreativo (día de playa), filmación, fotografía, campismo, pesca recreativa (consumo), caminata, pesca comercial. Además, existe una infraestructura náutica sencilla en forma de un pequeño muelle.

Geomorfología y distribución de manglares.-

El lugar se caracteriza por varias unidades geomorfológicas que a continuación se describen:

- ❖ En los alrededores de esta playa se encuentran los lomeríos con altitudes de hasta 80 m.

- ❖ La playa es amplia y presenta una longitud de 500 m y 30 m de ancho. La playa en su porción norte es parte de una barra la cual separa una laguna de la bahía.
- ❖ La parte correspondiente a la postplaya es marcadamente modificada. Ya no existen dunas sino la mayor parte de esta superficie es ocupada por estacionamientos y construcciones. Al parecer la porción este de la barra es artificial.
- ❖ El canal de mareas de 1 m aproximadamente de ancho y 8.5 m de largo conecta la bahía y la laguna. Este canal muestra modificaciones de su estado original, hasta hace poco por su uso como vado y ahora es entubado (figura 32).
- ❖ La zona supratidal de 65 m de largo y 85 m de ancho.
- ❖ La laguna mide 350 m de largo y 120 m de ancho aproximadamente.
- ❖ El arroyo desemboca en la planicie supratidal.

Algunos manglares, creciendo originalmente atrás de la barra, ahora ocupan una depresión dentro de la misma, ya que hace varias décadas se amplió el ancho de la barra por relleno en el lado de la laguna. En total, las superficies cubiertas por manglares son de poca extensión y se encuentran distribuidas en el centro de la barra y hacia el lado este de la laguna (figura 32 y 33).

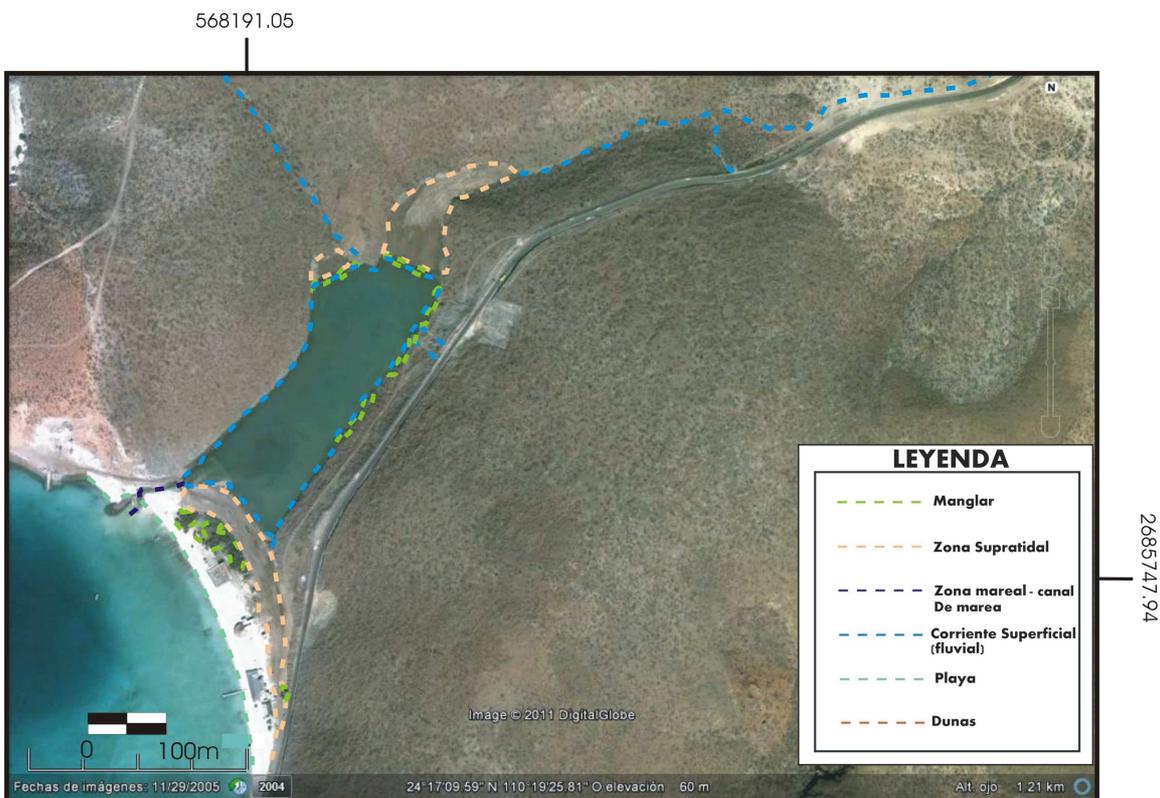


Fig. 31.- Playa Pichilingue. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).

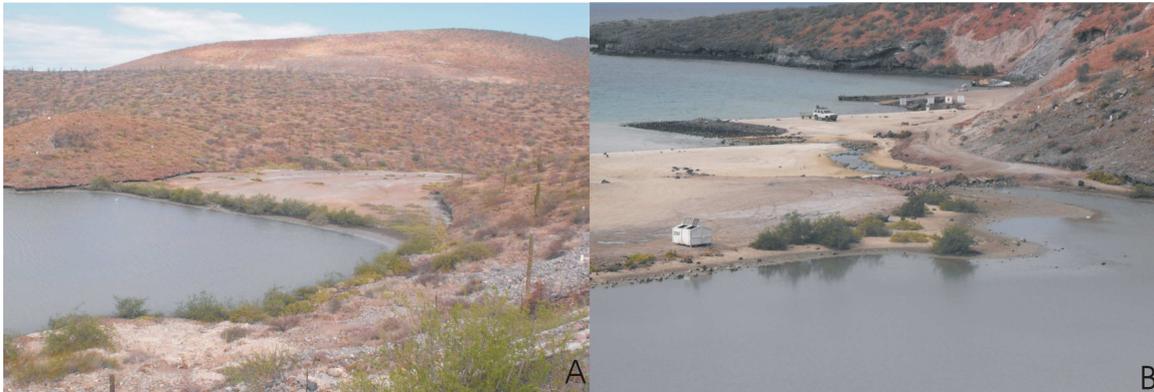


Fig. 32.- Playa Pichilingue. A.- Vista panorámica de la parte norte de la laguna y de la zona supratidal. B.- Canal de marea y manglares en la orilla de la laguna.



Fig. 33.- Playa Pichilingue. Vista panorámica de los manglares en el centro de la barra arenosa.

Geología.-

De acuerdo a lo que se observó en campo y Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1988), en este sitio se distribuyen varias unidades geológicas. La unidad más antigua es la Brecha y Conglomerado Balandra del Mioceno, la cual son rocas compuestas por clastos de origen ígneo extrusivo, en su mayoría de composición basáltica y clastos andesíticos. También se observan algunos clastos muy grandes de toba. Las demás unidades son depósitos jóvenes hasta recientes. La playa se compone de arena predominantemente siliciclástica, en algunas partes es gravosa. En la laguna predomina arena lodosa y en la planicie supratidal es arena lodosa y parcialmente gravosa.

Características hidrológicas.-

El canal de marea aporta agua salada a la laguna donde se localiza una parte de los pocos manglares en este sitio. El flujo no es abundante pero si importante ya que el canal aporta agua a los pocos manglares que existen en la barra.

La laguna tiene poca influencia de agua por escurrimientos superficiales. Hay un arroyo que desemboca en la laguna y que aporta agua dulce en temporada de lluvias fuertes. El reducido intercambio hidrológico entre laguna y bahía podría conllevar que se establezca agua salobre en la laguna durante lapsos más prolongados, posiblemente hasta varios días. Se recomienda investigar esta posibilidad y su posible efecto para los manglares. Los manglares localizados en el centro de la barra reciben agua solamente por percolación.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio varía de bajo a alto, según los criterios utilizados en este trabajo (tabla 19). La geomorfología de la barra, la cual separa la bahía de la laguna, es alterada, especialmente en su lado este. Se considera que la porción este de la barra (el estacionamiento) es un relleno antropogénico. Esto explica la existencia de manglares dentro de la barra actual. Otra modificación importante existe en el canal de marea, el cual no solamente ha sido alterado para facilitar el paso de vehículos sino al mismo tiempo esto ha causado una modificación del régimen hidrológico. Especialmente en los manglares ubicados dentro de la barra existe contaminación por basura doméstica; también por químicos como aceite y gasolina. Un grado menor de contaminación por basura sólida se observa en la laguna. El criterio biológico se evalúa de grado bajo, considerando el estado de los manglares existentes. Sin embargo, parece posible que antes de las alteraciones antropogénicas geomorfológicas la superficie cubierta por manglares haya sido de extensión mayor.

Tabla 19.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Playa Pichilingue.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología	X			
2. Hidrología marina	X			
3. Biológico			X	
4. Escurrimientos			X	
5. Residuos sólidos urbanos (basura)		X		
6. Contaminación química			X	

6.2.16 Unidad Pichilingue

Localización.-

El nombre Unidad Pichilingue refiere a las instalaciones de la Universidad Autónoma de Baja California Sur que se encuentran en este lugar. La localidad llamada unidad Pichilingue se ubica hacia el Noreste de la ciudad de La Paz, al sur del puerto de Pichilingue (figura 8 y 34).

Usos.-

Los usos en este sitio son los siguientes: existen edificios, además de infraestructura náutica (muelle de la UABCS) e investigación y urbanas.

Geomorfología y distribución de manglares.-

Este sitio está formado por varias unidades geomorfológicas las cuales a continuación se describen (figura 35 y 36):

- ❖ En la parte sureste del sitio se observan lomeríos, que miden hasta aproximadamente 100-120 m de altitud. Hacia el norte y noreste el terreno es poco elevado.
- ❖ En el norte del sitio un canal de mareas se extiende hasta cruzar a la carretera, por debajo de un puente amplio. En su extremo norte, un arroyo desemboca en este canal.
- ❖ Otro canal se localiza en el margen sureste del sitio. Este canal de mareas mide 300 m hasta su extremo noreste, donde su ancho se reduce a aproximadamente 1 m. Hay una laguna en la parte sur del sitio, la cual mide 180 m de largo 12 m de ancho.
- ❖ La zona supratidal bordea gran parte de los manglares. Las instalaciones de la universidad se encuentran sobre esta zona.
- ❖ Se observa un arroyo con dirección Noreste-Suroeste, el cual posiblemente se desembocaba en el canal de marea, antes de la construcción de la carretera.

Los humedales de manglar ocupan una estrecha parte de la zona mareal, la cual se extiende a lo largo de la costa. El largo de esta franja es aproximadamente 300 m y el ancho 20 – 40 m en la porción norte, hacia la parte sur la planicie se vuelve más amplia debido a la existencia de un canal de m orillas (figura 34). El muelle divide la zona de manglar en dos partes.

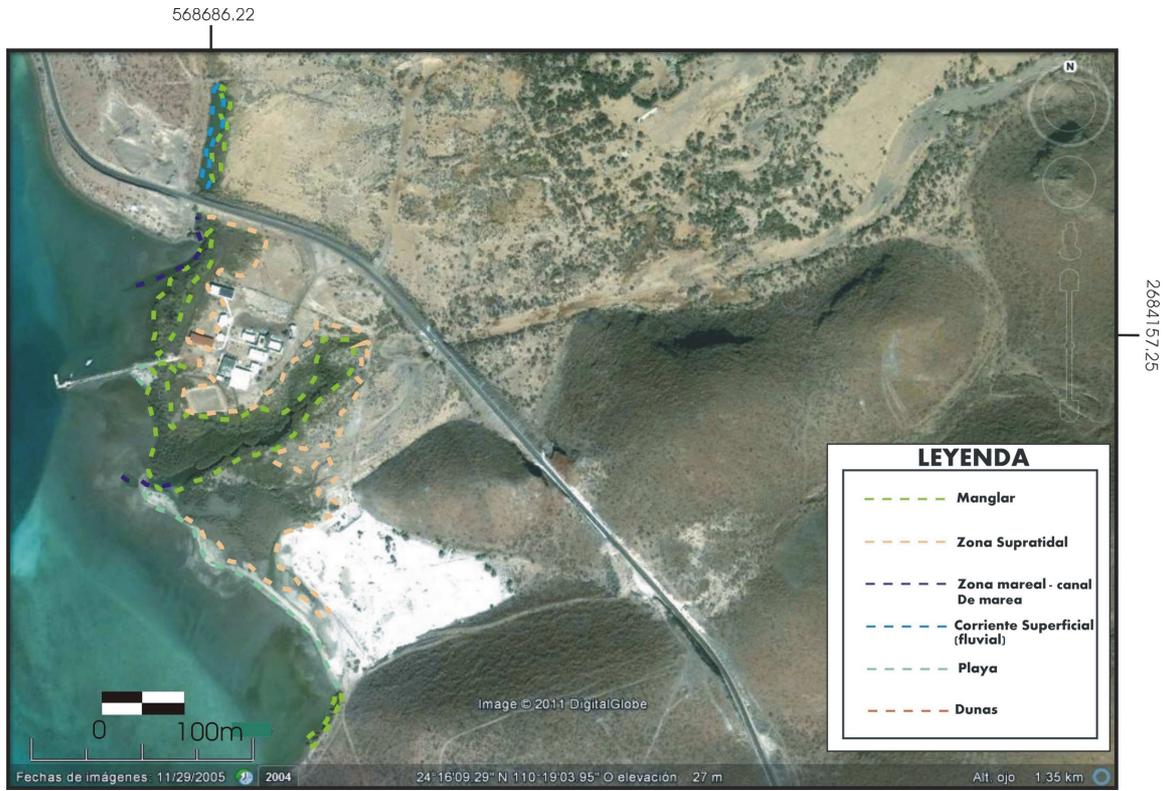


Fig. 34.- Unidad Pichilingue. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).



Fig. 35.- Unidad Pichilingue de la UABCS. Manglares sanos del lado suroeste.



Fig. 36.- Unidad Pichilingue A.- El canal de marea recorre desde la playa hacia los manglares al otro lado de la carretera. B.- Se observa la laguna y los manglares a la orilla de esta. Los manglares se encuentran semi sanos con algunas hojas de color amarillo.

Geología.-

La unidad geológica más antigua forma los cerros en los alrededores del sitio. Es la unidad Brecha y Conglomerado Balandra , de color oscuro. Se compone de fragmentos gruesos de rocas volcánicas en una matriz volcanoclástica más fina. Su edad es Mioceno Inferior (Hausback, 1984 y Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1988). Las demás unidades son recientes. En la zona mareal el sedimento es arena lodosa rica en material orgánico. En la zona supratidal el sedimentos es arenoso lodoso y se observa la presencia de sales debido a la percolación de agua marina hacia esta zona. El arroyo acarrea sedimento arenoso de mala selección y grava.

Características hidrológicas.-

Gran parte de los manglares se distribuye a lo largo de la costa y por lo tanto tiene un intercambio directo y amplio con el mar abierto. Otros manglares se encuentran a lo largo del canal de marea. El canal de marea principal no tiene obstrucción aparente y por lo tanto mantiene el intercambio hidrológico entre humedales y el mar. Existe una laguna con extensión de 184 m aproximadamente, conectándose con el canal de marea.

Se observó un arroyo en la parte noreste del sitio es el que aporta agua dulce (en tiempo de lluvias) al manglar.

Tabla 20.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Unidad Pichilingue.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología	X			
2. Hidrología marina			X	
3. Biológico			X	
4. Escurrimientos	X			
5. Residuos sólidos urbanos (basura)			X	
6. Contaminación química				X

Grado de impacto.-

El grado de disturbio, según los criterios utilizados, es nulo hasta alto en este sitio. En caso del criterio geomorfológico, se considera un alto grado de modificación antropogénico debido a la construcción de las instalaciones de la UABCS (edificios y el muelle) y a la carretera ya que divide la franja del humedal. El muelle a su vez alteró ligeramente el régimen hidrológico original. Los escurrimientos hacia los humedales de manglar se consideran altamente modificados debido a la construcción de las instalaciones y la carretera. Se observa cierta contaminación por basura sólida (tabla 20).

6.2.17 Bahía Falsa

Localización.-

Bahía Falsa se encuentra al norte de la ciudad de La Paz (figura 8 y 37).

Usos.-

Los usos que se dan en este sitio, según observaciones propias de campo, son los siguientes: recreación (día de playa), filmación, fotografía, extracción de jaiba y almeja en el manglar. La infraestructura vial (carretera La Paz-Pichilingue) en el lado norte, este y sur del manglar representa un límite para el sitio y facilita el acceso. Cabe mencionar que las condiciones naturales del sitio realmente lo hacen poco apropiado para la recreación.

Geomorfología y distribución de manglares.-

La geomorfología de esta zona incluye los siguientes elementos principales (figura 37):

- ❖ En los alrededores se observan lomeríos que cuáles alcanzan una altitud de 60-80 m.
- ❖ La bahía en su extremo noreste tiene aproximadamente 300 m de ancho.
- ❖ La laguna en el norte del sitio (zona A) se encuentra separada de la bahía por una barra arenosa, la laguna mide de largo aproximadamente 120 m.
- ❖ En la orilla este de la bahía (zona B), debido al bajo gradiente y las condiciones energéticas, se observa una planicie mareal cubierta por manglares con un ancho alrededor de 60 m.
- ❖ En el lado sur de la bahía, protegido por un promontorio rocoso, existe una zona intertidal más amplia, donde alcanza un ancho de 150 m aproximadamente. Esta zona está cubierta por humedal de manglar.
- ❖ El canal de marea en la zona A tiene 1 m de ancho. Este canal pasa por la orilla de la carretera donde hay material caído, el cual obstruye la circulación del agua en el canal de marea.
- ❖ Se observaron dos zonas supratidales, la zona principal, al este de la bahía, mide de largo 340 m y de ancho 180 m. La segunda más pequeña de estas dos zonas se encuentra al noroeste de la laguna.
- ❖ Existen algunos arroyos al noreste del sitio.

Los manglares generalmente se encuentran sanos y se distribuyen en su mayor parte sobre superficies entre mareales a lo largo de la orilla de la bahía (figura 38 y 40). Un área menor se localiza en la laguna en el norte del sitio.

Geología.-

Las rocas en los alrededores de la bahía forman parte de la unidad Brecha y Conglomerado Balandra, compuesta por brecha andesítica y basáltica, y del Complejo Volcánico Basal, compuesto por tobas con una edad de Mioceno Inferior (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1988).

En la zona supratidal se observa material arenoso-lodoso de color café intermedio, la zona de la laguna también el material es arenoso lodoso, en la parte de la barra es una arena media de composición mixta (figura 38). En la bahía predomina arena mixta (mal seleccionada), color café claro con material siliciclástico y material calcáreo, el material es grueso (por causa de lluvias) y hacia la orilla se observa arena fina (figura 39).



Fig. 37.- Bahía Falsa. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).



Fig. 38.- Bahía Falsa. Vista hacia el noroeste de la bahía. El manglar se observa generalmente sano y poca basura urbana.



Fig. 39.- Bahía Falsa. El material de la playa es arena gravosa mixta, mal seleccionada y de color gris.



Fig. 40.- Bahía Falsa. Vista desde la carretera hacia la zona mareal donde algunos manglares se encuentran muertos.

Características hidrológicas.-

La mayor parte de los humedales cuenta con un intercambio hidrológico libre de la bahía. Solamente la laguna en el norte del sitio presenta una mayor separación, debido a que material cayó de las partes altas de la carretera, obstaculizando el canal que mantiene el intercambio hidrológico.

Esporádicamente, durante eventos de lluvias, se da el aporte de agua dulce a los humedales, principalmente por el arroyo localizado al este del sitio. Sin embargo, es probable que sea un efecto mínimo debido a la rápida mezcla con agua marina por la acción de la mareas.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio en bahía Falsa varía de bajo a medio (tabla 21). La construcción de la carretera ha modificado de alguna manera la geomorfología original y los escurrimientos superficiales hacia el sitio. La hidrología marina tiene cierta modificación ya que desde la carretera material caído ha obstaculizado en la zona A la circulación hacía la zona de manglar. Debido a la cercanía a la carretera el lugar es accesible para visitantes que han ocasionado daños a los árboles de mangle y

contaminación por basura sólida como bolsas, botellas de vidrio, botes de aluminio entre otros. Se observaron residuos de materiales y olor a chapopote además de manglares muertos. No se sabe si los especímenes muertos reflejan el ciclo biológico normal o han sido muertos por daños al ecosistema.

Tabla 21.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Bahía Falsa.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología		X		
2. Hidrología marina		X		
3. Biológico		X		
4. Escurrimientos	X			
5. Residuos sólidos urbanos (basura)			X	
6. Contaminación química			X	

6.2.18 El Tesoro

Localización.-

El Tesoro es una de las playas más visitadas en la bahía de La Paz. Se localiza al norte de la ciudad de La Paz (figura 8 y 41).

Usos.-

El Tesoro en general, es muy visitado para fines de recreación (día de playa), incluyendo actividades como natación, fotografía, campismo, excursiones, kayakismo. La playa cuenta con algunas instalaciones, especialmente un restaurant y palapas.

Geomorfología y distribución de manglares.-

El sitio incluye varios elementos geomorfológicos (figura 41):

- ❖ El lugar está rodeado de lomeríos que tienen altitudes que alcanzan los 60 m.
- ❖ La playa mide aproximadamente 160 m de largo.
- ❖ La zona supratidal, separada de la playa por la carretera la cual atraviesa el sitio, mide 195 m de largo y 100 m de ancho aproximadamente.

- ❖ El arroyo que aporta agua en temporada de lluvias al manglar tiene una dirección Este-Oeste.

Los manglares constituyen pequeños parches en ciertas zonas en el sur y sureste del sitio (figura 42 y 43). Estos parches se consideran remanentes de una superficie original de mayor dimensión. Algunos pocos árboles se distribuyen a lo largo del canal en la planicie supratidal.

Fig. 41.- El Tesoro. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).

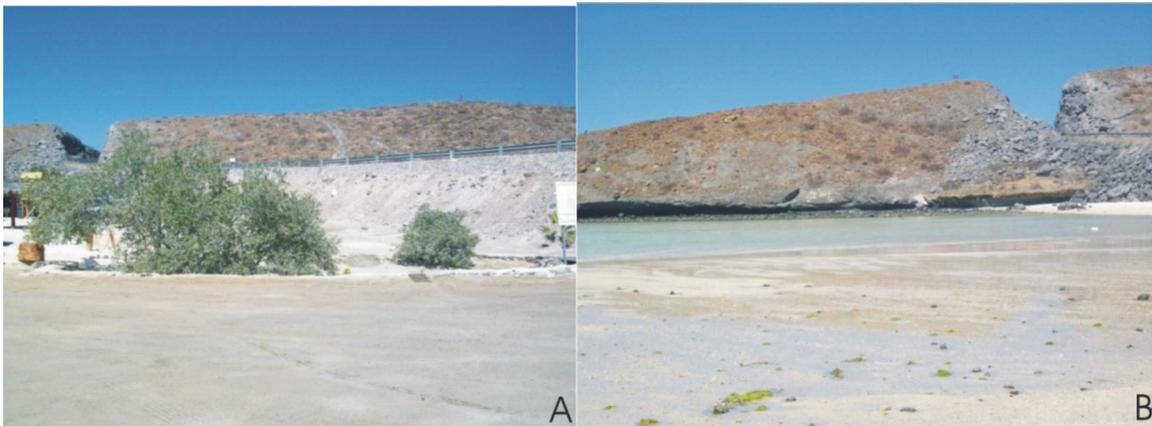


Fig. 42.- El Tesoro. A.- Vista de los manglares en la playa. B.- Brecha y Conglomerado Balandra.



Fig. 43.- El Tesoro. Manglares en la parte noreste, atrás de la carretera. Es muy reducida la cantidad de manglar vivo en esta parte.

Geología.-

En los alrededores de este sitio aflora la Brecha y Conglomerado Balandra del Mioceno Inferior. Estos depósitos están constituidos por clastos de hasta 50 cm de diámetro de composición basáltica y andesítica (figura 42).

Los depósitos más recientes en las zonas bajas son los depósitos de playa y material aluvial. La playa está constituida de arena media con granos siliciclásticos, la zona de planicie mareal es lodosa-limosa y en la planicie supratidal hay arena lodosa (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1988).

Características hidrológicas.-

Los humedales de la parte suroeste se encuentran en contacto con el mar. Dentro del sitio el aporte de agua dulce lo proporciona un arroyo que se localiza en la parte noreste, además del agua que podría escurrir sobre los lomeríos. Es probable que este aporte esporádico de agua dulce tenga poco efecto ya que pronto se mezcla con agua de mar.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio en este sitio es de bajo a alto. La geomorfología de la zona ha sido cambiada ampliamente. En la hidrología marina se observaron cambios importantes como el canal de marea que fue obstruido por la carretera. Originalmente el manglar tenía una extensión mayor. Los daños causados por los visitantes posiblemente vuelvan a reducir aún más estos restos de manglar. Los escurrimientos han sido afectados por la construcción de la carretera y el restaurant. La entrada al sitio por la comunidad afecta en contaminación con basura doméstica, a pesar de que existen algunos contenedores de basura ubicados en la playa, instalados por la gente del restaurant. Se observaron algunas pequeñas acumulaciones de contaminación química en la parte donde los automóviles se estacionan (tabla 22).

Tabla 22.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio El Tesoro.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología	X			
2. Hidrología marina	X			
3. Biológico	X			
4. Escurrimientos	X			
5. Residuos sólidos urbanos (basura)		X		
6. Contaminación química			X	

6.2.19 Estero Puerto Gato

Localización.-

La bahía Puerto Gato se encuentra al norte de la ciudad de La Paz (figura 8 y 44).

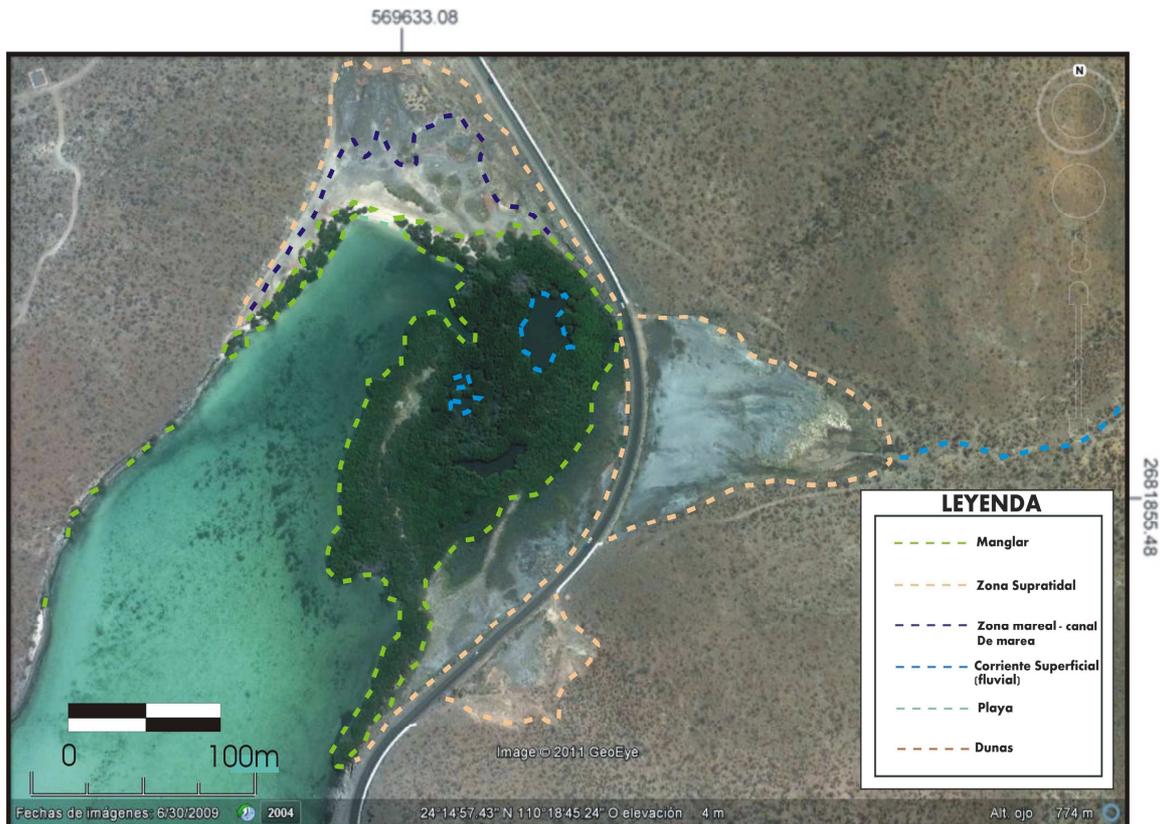


Fig. 44.- Estero Puerto Gato. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).

Usos.-

Puerto Gato es una localidad muy visitada, generalmente para fines de recreación (día de playa), incluyendo actividades como natación, filmación, fotografía, campismo, excursiones. Económicamente contribuye a algunos pescadores con la extracción de jaiba y almeja. La intrusión de personas hacia la zona de manglar es frecuente.

Geomorfología y distribución de manglares.-

- ❖ La bahía está rodeado de lomeríos que tienen altitudes que van desde los 20-60 m.
- ❖ La zona supratidal mide 180 m de largo y 130 m de ancho aproximadamente.
- ❖ El arroyo que aporta agua en temporada de lluvias al manglar tiene una dirección Noreste-Suroeste.

Los manglares se encuentran en la línea de playa (simulando una forma de herradura), así estabilizando la línea costera por amortiguar la energía de las olas, corrientes y otras fuerzas de erosión (figura 45).



Fig. 45. Puerto Gato. Extremo norte del sitio con manglares a la orilla de la bahía. Este parte del sitio es la zona más visitada.

Geología.-

En los alrededores de este sitio aflora la unidad Brecha y Conglomerado Balandra (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1988). Los depósitos más recientes se distribuyen en las zonas bajas, como los sedimentos de playa y material aluvial.

El sedimento de la bahía es arena siliciclástica, en la zona de planicie mareal es lodoso-limoso y en la planicie supramareal es arena lodosa con precipitaciones de sal. (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1988).

Características hidrológicas.-

Los manglares están en contacto directo con el agua marina, ya que se distribuyen a lo largo de la orilla de la bahía.

Dentro del sitio el aporte de agua dulce lo proporciona el arroyo que se encuentra en la parte noreste, además del agua que escurre sobre los lomeríos (en tiempos de lluvias). El efecto de estos escurrimientos probablemente es mínimo, debido a la rápida mezcla con el agua del mar.

Grado de impacto.-

En total, el grado de disturbio es nulo a alto. La construcción de la carretera modificó los escurrimientos superficiales (zona fluvial). La entrada de personas afecta por contaminación urbana; además, ha ocasionado daños a los árboles de manglar. Esto

más evidentemente en la parte norte donde la franja de manglar ya no está completa. Los visitantes extraen también peces y moluscos del sitio. Se observaron botes de basura y letreros informativos, lo que significa que realmente se está aceptando la visita de gente en lugar de frenarla (tabla 23).

Tabla 23.- Resultado de evaluación del impacto antropogénico en el sitio Estero Puerto Gato.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología			X	
2. Hidrología marina				X
3. Biológico			X	
4. Escurrimientos	X			
5. Residuos sólidos urbanos (basura)			X	
6. Contaminación química				X

6.2.20 Eréndira

Localización.-

Eréndira se ubica al norte de la ciudad de La Paz (figura 8 y 46).

Usos.-

Los usos en general que se le da a este sitio son económicos y recreativos: Por un lado, en la orilla del mar se observa un uso de tipo recreativo (día de playa), incluyendo la observación de flora y fauna, la recolecta de especies y caminata. En general, el número de visitantes es poco. Por otro lado, en la zona al este de la carretera existen instalaciones acuícolas (figura 46).

Geomorfología y distribución de manglares.-

La zona de Eréndira exhibe fuertes modificaciones antropogénicas, considerando la existencia de las instalaciones de acuicultura. A continuación se describen las características geomorfológicas del sitio:

- ❖ Los lomeríos al norte del sitio tienen una altitud de hasta 60 m.

- ❖ En la orilla de la bahía existe una playa arenosa de muy bajo gradiente, estos depósitos de playa son parte de un abanico delta.
- ❖ Se observaron algunos vasos artificiales para la acuicultura.
- ❖ Existen pequeños canales de marea a excepción en la parte suroeste del sitio, donde se forma el abanico delta el canal de marea mide 30 m y 10 m de ancho.
- ❖ Al sureste del área de acuicultura hay dos canales. Uno de estos se conecta con el canal de marea y su origen al parecer es antropogénico. El otro canal se encuentra aislado, sin conexión con el mar. Al parecer es un relicto de un canal de marea. El arroyo desemboca en este canal.
- ❖ Hay dos zonas supratidales. La de la parte norte mide 76 m de largo y 30 m de ancho, la de la parte sur 150 m de largo y 25 m de ancho.
- ❖ En el sur del sitio, al este de la carretera existe una zona originalmente plana donde se observa una modificación del terreno por el depósito de escombros.

Los manglares en este sitio se distribuyen en forma de grupos separados, dependiendo de los canales de marea (figura 47). La mayor cobertura se observa en el suroeste del sitio.

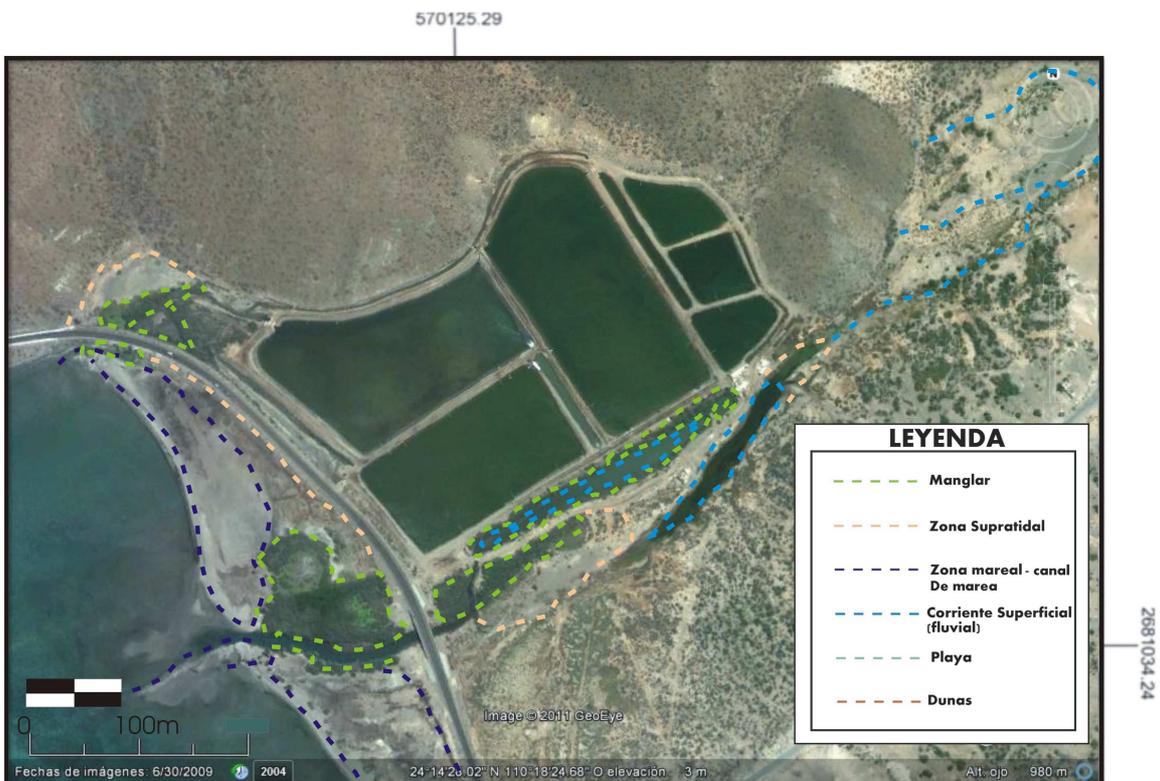


Fig. 46.- Eréndira. Tomado y modificado del Google Earth (2011).

Geología.-

Al norte del sitio aflora la unidad Brecha y Conglomerado Balandra del Mioceno (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor, 1988), compuesta por material de composición andesítica y basáltica. En las partes bajas se distribuyen varias unidades de depósitos recientes. Los sedimentos litorales están constituidos por arena y arena gravosa. En la zona supratidal y los canales de marea se observa sedimento arenoso (siliciclástica y pequeños fragmentos calcáreos) hasta lodoso, con presencia de material orgánico. En la zona supratidal predomina arena lodosa. La planicie al sur y este del sitio se compone de materiales arenosos y gravosos de origen fluvial.

Características hidrológicas.-

El humedal de manglar en la parte noroeste del sitio tiene una conexión visible con la bahía donde se mantiene un intercambio hidrológico marino. En caso del manglar en el sur del sitio también existe un canal de marea el cual mantiene el intercambio hidrológico con la bahía. Este canal atraviesa la carretera y al parecer el diámetro de este paso no corresponde al espacio original, antes de la construcción de la carretera.

En las temporadas de lluvia puede haber un cierto aporte de agua dulce de los cerros al norte del sitio hacia el manglar en la parte noroeste del sitio, considerando la existencia de algunas cárcavas. Sin embargo, el volumen principal de agua dulce aporta un arroyo hacia el humedal de manglar en el sur (figura 48).

Grado de impacto.-

El grado de disturbio en el sitio mayormente es alto ya que exhibe fuertes modificaciones antropogénicas; parcialmente se desconoce la situación natural previa a dichas alteraciones (figura 46, 48, 49 y tabla 24). La geomorfología del sitio es marcadamente modificada por la existencia de la planta de acuicultura. No se sabe con certeza qué ambiente existía anteriormente en esta área (lagunar o zona supratidal). Otro cambio fuerte representa la carretera, especialmente ya que cruza los canales de marea. Al parecer, el diámetro de estos pasos es más reducido en comparación con la situación original, que afecta a la circulación de agua marina. Las instalaciones de acuicultura por lo menos han afectado si no reducido la superficie cubierta por manglares. Además, el patrón hidrológico superficial es alterado, debido a las modificaciones geomorfológicas. Los manglares existentes en este sitio muestran grados variables de salud, algunos árboles de manglar están muertos o en proceso de muerte. El área se puede considerar intensamente contaminado. Esta contaminación incluye basura sólida doméstica dejada por visitantes de la zona (especialmente en la zona de playa), escombros relacionados con la construcción de la carretera y especialmente del puente sobre el canal de marea en el sur y la construcción de la planta de acuicultura. Además, se observó una ligera

contaminación química ya que durante la inspección de campo se encontraron algunas manchas de aceite en el agua y la presencia de algunos botes de aceite.

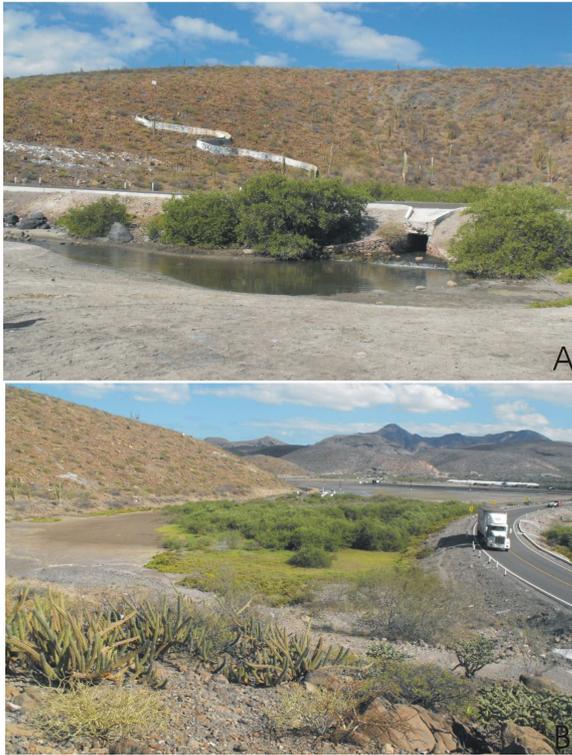


Fig. 47.- Eréndira.
A.- Manglares sanos en el noroeste del sitio, conectados al mar por un canal que pasa por debajo de la carretera, B.- Vista desde la carretera de los manglares sanos ubicados en el noroeste, al este de la carretera.



Fig. 48.- Eréndira. Manglares en el sur del sitio. El canal visible en la imagen pasa por debajo de la carretera (ver fig. 46).



Fig. 49.- Eréndira. A.- Basura urbana entre los manglares. B.- Árboles de manglar medianamente sanos. C.- Laguna Eréndira. Vista Oeste-Este en el sitio. El canal ha sido modificado. D.- Canal de marea.

Tabla 24.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Eréndira.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología	X			
2. Hidrología marina	X			
3. Biológico	X			
4. Escurrimientos		X		
5. Residuos sólidos urbanos (basura)	X			
6. Contaminación química			X	

6.2.21 Enfermería Norte

Localización.-

El sitio Enfermería Norte se localiza al norte de la ciudad de La Paz (figura 8 y 50).

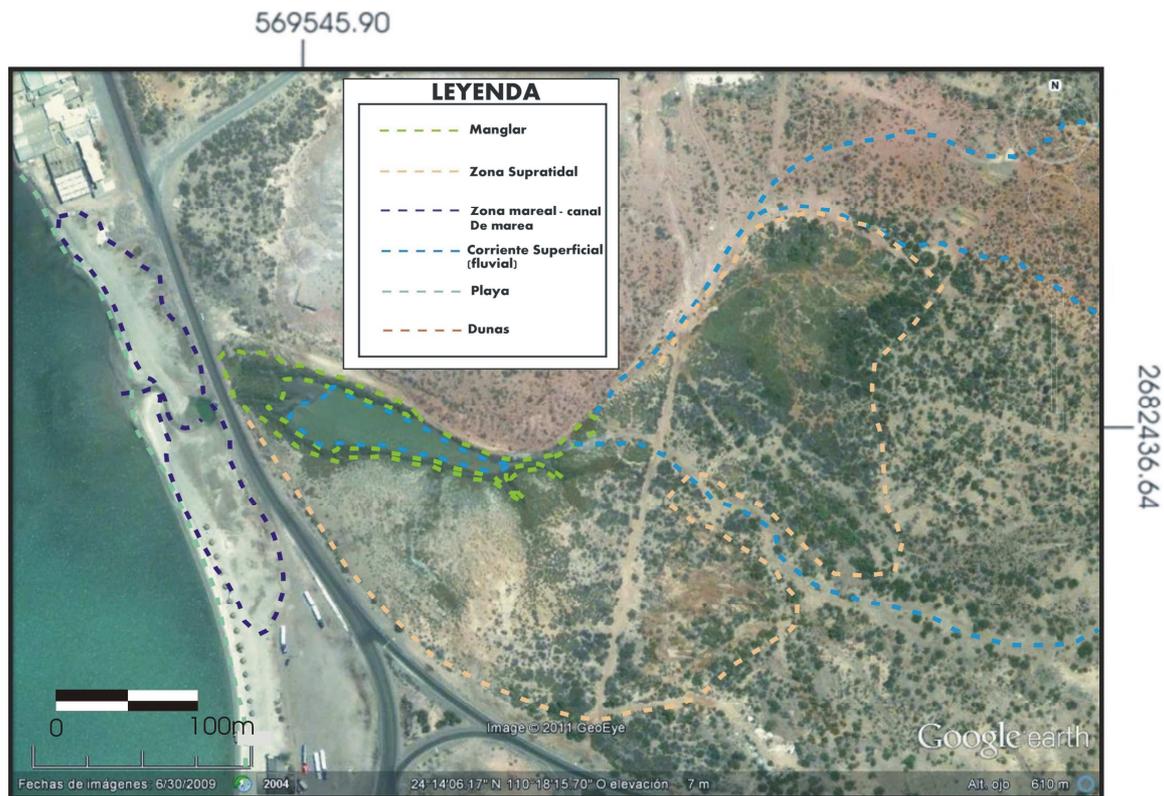


Fig. 50.- Enfermería Norte. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).

Usos.-

Esporádicamente turistas pasan un día de playa en el espacio estrecho entre la carretera y la orilla de la bahía. Es posible que algunas de estas personas incursionen hacia los humedales de manglar, especialmente en el área cerca al canal de mareas.

Geomorfología y distribución de manglares.-

En el sitio Enfermería Norte se observan varios elementos geomorfológicos los cuales se describen a continuación:

- ❖ La loma al noreste de la laguna, la cual alcanza los 20 m de altitud.
- ❖ Existe un canal de marea el cual mantiene el intercambio hidrológico entre bahía y laguna. Al este de la carretera, el canal se abre y forma una pequeña laguna alargada. El canal atraviesa la carretera y ha sido modificado por la construcción de la misma.

- ❖ La zona supratidal se ubica al noreste, midiendo 190 m de largo en la parte oeste 30-35 m de ancho, en la parte este mide 10 m de largo y va disminuyendo.
- ❖ En el extremo sureste de la laguna se desemboca un arroyo.

Los manglares se encuentran a lo largo de la orilla, bordeando la laguna en una franja estrecha (figura 50).



Fig. 51.- Enfermería Norte. Se observan grietas de desecación en la zona supratidal del sitio.

Geología.-

De acuerdo a las observaciones propias y Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1988) en el cerro al norte del sitio aflora la unidad Toba rosa Caimancito del Mioceno Inferior (figura 52), (Aranda-Gómez y Pérez-Venzor 1988). En las zonas bajas se distribuyen sedimentos jóvenes hasta recientes. En la playa se observan sedimentos arenosos hasta gravosos, con algunos bioclastos. En la laguna predomina arena lodosa con un elevado contenido de material orgánico. En la planicie de inundación hay arena lodosa con presencia de sales. El arroyo transporta sedimento arenoso a gravoso (figura 51).

Características hidrológicas.-

El canal de marea mide de largo aproximadamente 50 m de largo. Mantiene el intercambio hidrológico de la laguna con el mar, aunque ha sido modificado debido a la construcción de la carretera (figura 53). Durante los escasos eventos de lluvia el agua de la laguna podría volverse temporalmente salobre.



Fig. 52.- Enfermería Norte. Afloramiento de la unidad Toba rosa Caimancito. Al norte de la laguna en el sitio.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio geomorfológico en este sitio se considera de grado medio por la modificación a la situación natural de la construcción de la carretera y por escombros alrededor del sitio. No se sabe hasta qué grado ya existía una separación entre la bahía y la actual laguna antes de la construcción de la carretera en forma de una barra arenosa. También es posible que no haya existido una barra y por lo tanto la actual laguna haya sido parte de la bahía.

Al visitar el sitio se observó basura de tipo doméstico, por ejemplo bolsas de plástico, botes de aluminio, botellas de plástico. Los manglares no están en su totalidad sanos, en algunos se observan las hojas de color amarillo (figura 54 y tabla 25).



Fig. 53.- Enfermería Norte. A.- Canal de marea, el cuál conecta a la bahía con los manglares (vista desde la playa), B.- Manglares semi-sanos atrás de la carretera.

Tabla 25.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Enfermería Norte.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología		X		
2. Hidrología marina			X	
3. Biológico		X		
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)	X			
6. Contaminación química				X



Fig. 54.- Enfermería Norte. Se registra un grado alto de contaminación en este sitio.

6.2.22 Enfermería

Localización.-

El sitio Enfermería se localiza al norte de la ciudad de La Paz (figura 8 y 55).

Usos.-

Esporádicamente turistas pasan un día de playa en el espacio estrecho entre la carretera y la orilla de la bahía lo que no afecta a los manglares ubicados en la laguna. Es posible que algunas de estas personas incursionen hacia los humedales de manglar, especialmente en el área cerca al canal de mareas principal.

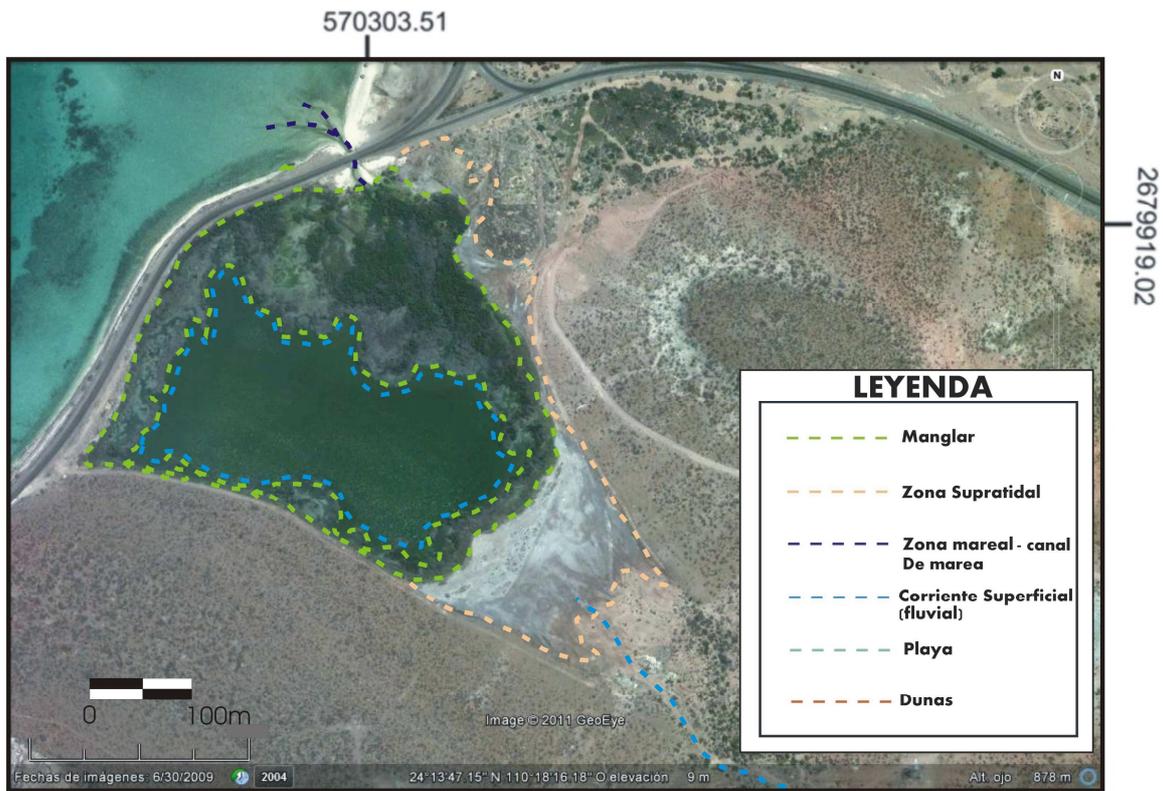


Fig. 55.- Enfermería. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).



Fig. 56.- Enfermería. **A.-** Canal de marea al sureste de la carretera, **B.-** Paisaje de los manglares (sanos) a la orilla del canal, área vista desde el frente de la carretera.



Fig. 57.- Enfermería. Contaminación de los humedales de Enfermería. Los manglares que se observan al fondo todavía se encuentran sanos (1) a diferencia de otros que se encuentran en el mismo sitio (2).



Fig. 58.- Enfermería. A y B.- Paisaje de manglares sanos y muertos en el sitio.

Características hidrológicas.-

El canal de marea (3.5 m de ancho en su boca) mantiene el intercambio hidrológico de la laguna con el mar. Sin embargo, el flujo en el canal de marea está semi-obstruido por la carretera, debido al ancho limitado del puente.

Cabe mencionar que hace varios años se modificó la carretera en este tramo y se mejoró la comunicación hidrológica entre la laguna y la bahía, construyendo el actual puente sobre el canal de marea. Durante una visita a campo (enero 2012) se observó que se habían realizado algunos trabajos para mejoras en la circulación hidrológica, profundizando un canal de marea secundaria (figura 56).

Durante los escasos eventos de precipitación, se registra un escurrimiento superficial sobre los lomeríos al sur de la laguna. Además, existen varios pequeños arroyo los cuales esporádicamente aportan agua dulce hacia la laguna. Eventos muy fuertes de lluvia podrían alterar temporalmente la salinidad en la laguna, considerando su intercambio limitado con la bahía.

Grado de impacto.-

Este ecosistema de humedales tiene un fuerte deterioro en comparación con todos los demás sitios de la bahía de La Paz (tabla 26).

El grado de disturbio geomorfológico en este sitio se considera de grado alto porque la construcción de la carretera modificó la situación natural. No se sabe hasta que grado ya existía una separación entre la bahía y la actual laguna en forma de una barrera arenosa, antes de la construcción de la carretera en forma de una barra arenosa. También es posible que no haya existido una barra y por lo tanto la actual laguna haya sido parte de la bahía.

Los daños biológicos de los manglares son evidentes. Gran parte del humedal original está muerto o en malas condiciones. En el sedimento se observaron partes cubiertas por tapetes de algas de hasta 1 cm de grosor, creando un ambiente anóxico en el sedimento.

En campo se observó la presencia de basura de tipo doméstico, como por ejemplo bolsas de plástico, botes de aluminio, botellas de plástico, botes de aceite para automóvil. La parte más contaminada se encuentra cerca de la carretera.

Tabla 26.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Enfermería.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología	X			
2. Hidrología marina	X			
3. Biológico	X			
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)		X		
6. Contaminación química			X	

6.2.23 Palmira

Localización.-

Palmira se localiza al norte de la ciudad de La Paz, frente a la Marina Palmira y el lugar conocido popularmente como “El Terraplen”. Esta pequeña franja de manglares está ubicada al este de la carretera (figura 8 y 59).

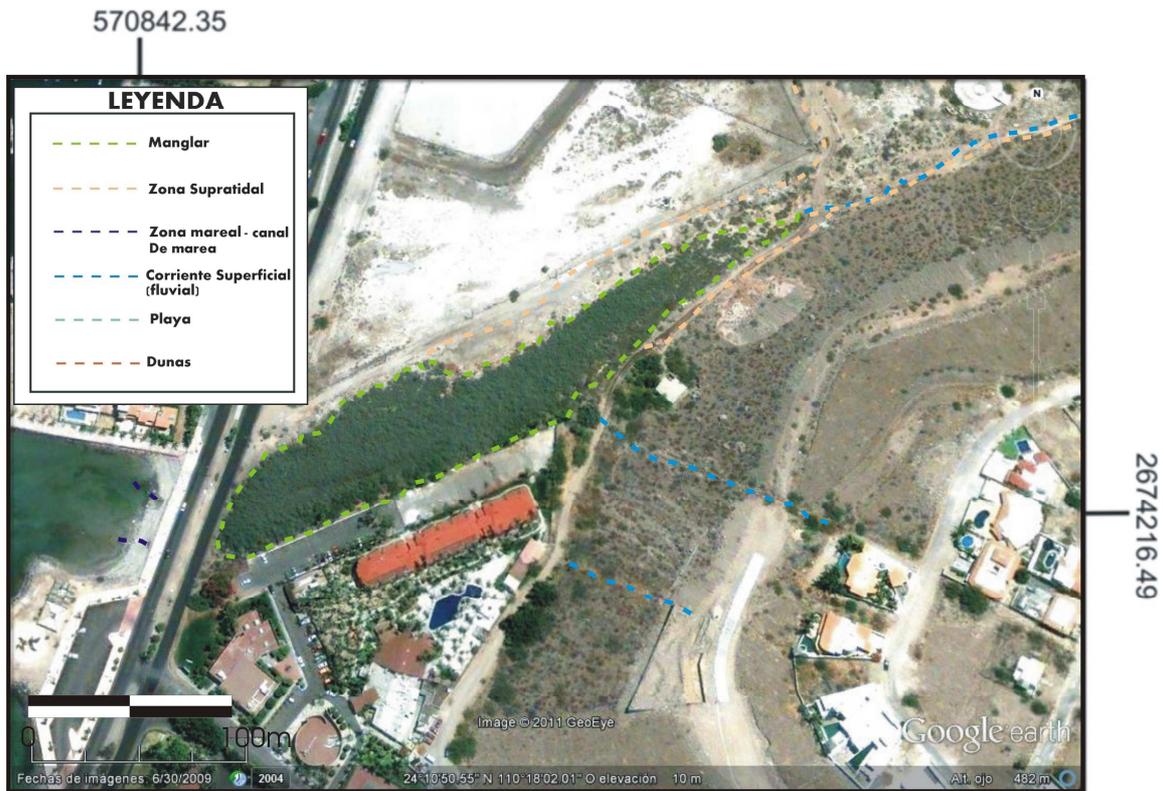


Fig. 59.- Palmira. Tomado y modificado del *Google Earth* (2011).



Fig. 60.- Palmira. Manglares del sitio vistos desde la carretera.

Usos.-

En los alrededores es común que los habitantes de la ciudad realicen caminatas u otra actividad física, especialmente a lo largo de la carretera. Cercano al humedal existen algunos caminos, especialmente hay un camino de terracería a lo largo de su margen

norte y otro en su lado este. A pesar de ser rodeado por infraestructura urbana, es poco probable que haya una intrusión humana hacia el interior de los manglares.

Geomorfología y distribución de manglares.-

Los alrededores de este sitio de manglar es altamente modificada debido a la existencia de construcciones urbanas. A continuación se describen las características geomorfológicas principales del sitio (figura 58):

- ❖ El cerro al sureste del sitio alcanza una altitud de 60 m. La parte alta de esta loma ha sido urbanizada.
- ❖ Al norte del humedal se encuentra un terreno plano, el cual originalmente ha sido una zona supratidal y planicie aluvial; estas áreas se encuentran modificadas por la acumulación de escombros.
- ❖ Se observó un muro de concreto a los largo del lado sur.
- ❖ Entre el mar y la laguna se encuentra la carretera, la cual actúa como una barrera artificial.
- ❖ La laguna tiene un largo de aproximadamente 300 m, su ancho alcanza 50 m. Está cubierta en su totalidad por manglar.
- ❖ Se observan dos canales los cuáles cruzan por debajo la carretera y alcanzan 1.5 m de ancho en su boca. En el lado de la laguna el túnel está más reducido. Los canales mantienen la conexión entre la bahía y la laguna (figura 61).

Los manglares se distribuyen desde atrás en la zona supratidal hasta la carretera, siendo este último lugar donde se observa la mayor acumulación de manglar (figura 60).

Geología.-

De acuerdo a lo visto en campo y Aranda-Gómez y Pérez-Venzor (1988), las rocas que afloran en la loma al sur del sitio Palmira forman parte del Conglomerado Palmira. Son depósitos pleistocénicos semiconsolidados de orto y paraconglomerado polimíctico, que se caracteriza por tener clastos subangulosos a redondeados de diferentes tamaños y generalmente de composición volcánica en una matriz arenosa. En las partes bajas y planas al norte de la laguna se observa material de aluvión compuesto por arena mal seleccionada y ligeramente lodosa con algunos clastos tamaño grava. En la laguna se distribuye arenosa lodosa con un alto contenido en material orgánico. La zona de playa está formada por sedimentos arenosos-gravosos y se observan algunos bloques rocosos de hasta 1 m. Esta porción del sitio ha sido altamente alterada debido a la construcción de la carretera.

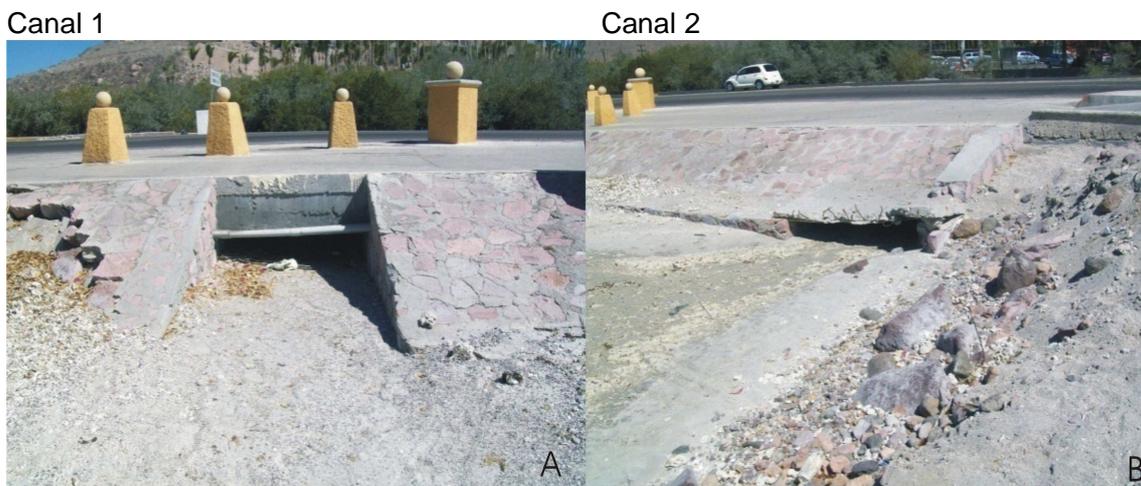


Fig. 61.- Palmira. Canales de marea vistos desde la playa.

Características hidrológicas.-

El intercambio hidrológico de la laguna con el mar se limita a la existencia de dos canales con un diámetro de 1.5 m cada uno los cuales se encuentran por debajo bajo de la carretera. Durante una visita de campo (enero 2012) se notó que uno de los dos túneles ha perdido su función debido a asolvamiento. El otro canal mantiene una comunicación limitada entre la bahía y la laguna (figura 61).

La escorrentía superficial del cerro al sur del sitio durante eventos de lluvia es poca, considerando la ausencia de cárcavas importantes. Un arroyo desemboca en el extremo suroeste de la laguna (zona supratidal). Es probable que durante eventos fuertes de precipitación el aporte de agua dulce reduzca temporalmente la salinidad en el humedal.

Grado de impacto.-

En general, el grado de disturbio varía de nulo a alto, según los diversos criterios establecidos (tabla 27). Geomorfológicamente el sistema hidrológico marino se considera altamente modificado ya que la carretera representa una barrera artificial y la comunicación hidrológica se mantiene a través de dos estrechos canales artificiales, uno de estos al parecer ha perdido su función. Sin embargo, el volumen de agua permitido por dichos canales al parecer aún es suficiente para mantener vivo al manglar. Los árboles de manglar en el humedal muestran un estado aparentemente saludable. Puntualmente se observan en las orillas daños por la intrusión humana. Los escurrimientos superficiales son alterados, debido a la modificación antropogénico de los alrededores del sitio. En total, dicha alteración es de grado alto a medio. El sitio está contaminado por basura urbana y doméstica la mayor cantidad de desechos se encontró en el área cerca de la carretera. No hay contaminación por residuos químicos (figura 60 y 61).

Tabla 27.- Resultados de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Palmira.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología	X			
2. Hidrología marina	X			
3. Biológico			X	
4. Escurrimientos	X			
5. Residuos sólidos urbanos (basura)		X		
6. Contaminación química				X

6.2.24 El Conchalito

Localización.-

El Conchalito se encuentra ubicado en el este de la ciudad de La Paz a espaldas de la preparatoria Cet-Mar y de los edificios de Cicimar (figuras 8 y 62). Consiste en tres humedales independientes, llamados informalmente en el presente trabajo zona A, zona B y zona C.

Usos.-

El Conchalito es un sitio visitado regularmente y sirve como lugar de recreación (día de playa), caminata, kayakismo; además, se corroboró la extracción de jaiba y almeja. En sus inmediaciones existe infraestructura urbana, además de haber tráfico de vehículos (figura 63).

Geología.-

En el sitio y sus alrededores se encuentran solamente sedimentos jóvenes hasta recientes. Los depósitos de playa se componen de arena siliciclástica fina y fragmentos de material calcáreo. En las lagunas predomina sedimento arenoso lodoso con contenidos variables de material orgánico. En las zonas supratidales se distribuye material lodoso-arenoso y hasta gravoso (figura 64 y 65). Se observaron precipitaciones de sales (INEGI, 1999).

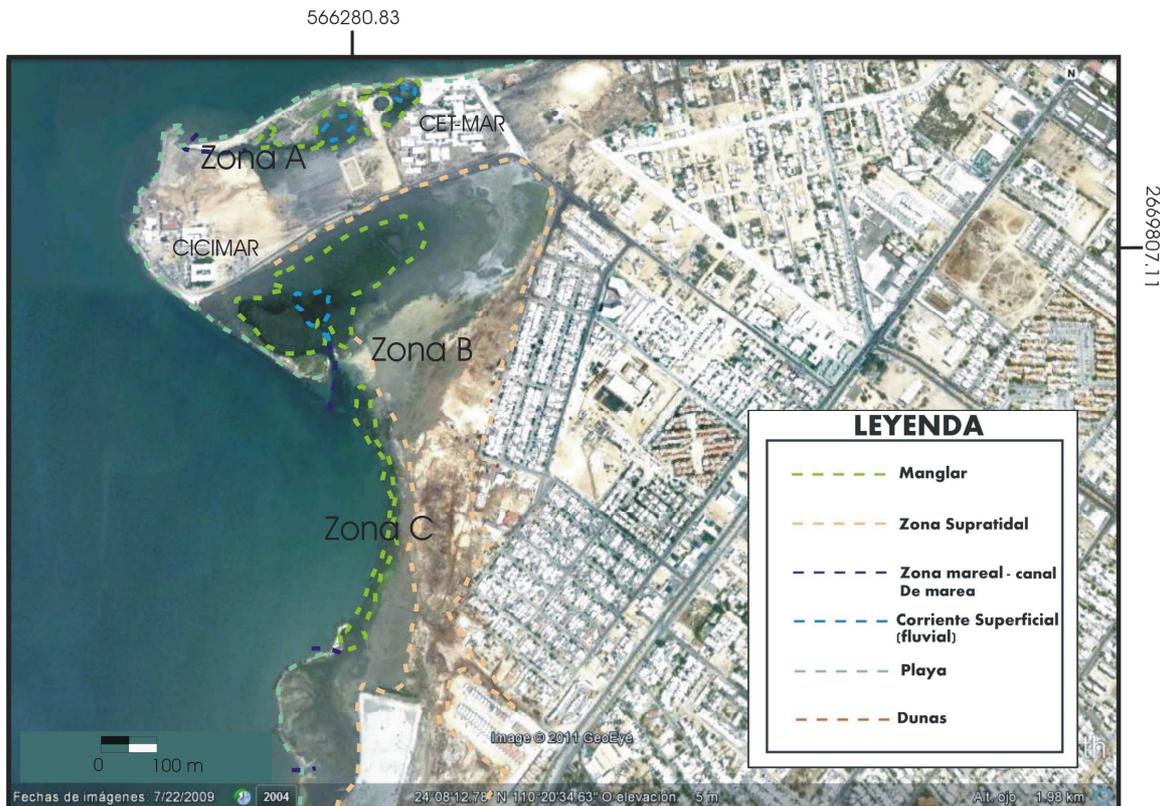


Fig. 62.- Conchalito. El sitio consiste en dos grupos de manglar, llamados informalmente zona A, zona B y zona C. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).

Características hidrológicas.-

Las zonas cuentan con canales de marea bien desarrollados sin obstrucción aparente, los cuáles intervienen en el intercambio hidrológico del agua marina que también necesitan los manglares para su desarrollo y supervivencia.

Durante los esporádicos eventos de lluvia se da un cierto aporte de agua dulce a las lagunas; sin embargo, debido a la falta de arroyos se estima que este aporte de agua dulce sea limitado. Además, las lagunas con sus respectivos humedales de manglar están rodeadas por zona urbana, lo que ha modificado el régimen natural de escurrimientos.

Geomorfología y distribución de manglares.-

En el sitio observaron las siguientes características geomorfológicas (figura 62):

Zona A

- ❖ El área es una pequeña península, donde se ubica el Cicimar en su extremo oeste.
- ❖ La laguna norte tiene una longitud de 250 m, su ancho es de 20 m. Una barra arenosa la separa de la bahía. En la parte noreste de la laguna se observó una

estructura redonda dónde los alumnos de la escuela preparatoria Cet-Mar realizan acuicultura.

- ❖ En la playa el sedimento es material grueso con bioclastos (restos de moluscos) y material arenoso.
- ❖ El canal de marea mide 20 m de largo y 5 m de ancho.
- ❖ La zona supratidal de laguna norte mide 240 m de largo y 150 m de ancho.

Los árboles de manglar se encuentran distribuidos en la zona mareal en pequeños parches, observándose también otra vegetación halófila hacia las áreas supratidales (figura 63).



Fig. 63.- Conchalito. A.- Manglares sanos de la bahía de la laguna norte y vista sobre la barra que separa la laguna de la bahía B.- Se observa el canal de desagüe y descarga residual que se desecha a la orilla de la playa, C.- Vegetación halófila en la zona supratidal.

Zona B

- ❖ La laguna mide aproximadamente 500 m de longitud. Una barra arenosa separa la laguna de la laguna de La Paz. Esta barra tiene un largo de 700 m y alcanza un ancho de 200 m. La parte central de la laguna está cubierta por manglares. Alrededor del humedal se distribuye una extensa zona supratidal.
- ❖ El material en la playa es grueso con bioclastos y material arenoso.
- ❖ El canal de marea mide 45 m de largo y 3 m de ancho.
- ❖ La planicie supratidal del lado sur la laguna mide 485 m de largo y 120 m de ancho.

Los manglares cubren la mayor parte de la zona entre mareal de la zona B. Solamente en la parte central de la laguna queda un área sin manglares.

Zona C

- ❖ La zona C mide aproximadamente 700 m de longitud y tiene un ancho de 150 m aproximadamente.
- ❖ El material es grueso con bioclastos y material arenoso.
- ❖ La planicie supratidal del lado sur mide 270 m de largo y 75 m de ancho.

Los manglares se observan a lo largo de la orilla de la playa y se ven en forma de pequeños parches (fig. 62). Es posible que la situación actual se deba a impactos antropogénicos y que los manglares originalmente hayan formado una franja continua a lo largo de la orilla.



Fig. 64.- Conchalito (zona B). A.- Material arenoso lodoso en la zona mareal, B.- En la playa el sedimento es arena siliciclástica con fragmentos de bivalvos.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio en general es alto, variando de bajo a alto según los criterios establecidos (tabla 28). Para el criterio geomorfológico se considera un alto grado de disturbio debido a la urbanización alrededor de las lagunas. La hidrología marina se considera sin alteraciones o en todo caso muy poco alterada. Los manglares han experimento puntualmente destrucción por la intrusión de personas y de vehículos, el deterioro es mayor en las orillas del manglar en la laguna sur. Los escurrimientos superficiales se ven modificados por la urbanización de los alrededores. Cabe mencionar que probablemente no existían arroyos relevantes en esta área antes de la urbanización.

Debido a la cercanía y medidas insuficientes de protección, los manglares están fuertemente contaminados por basura urbana (figura 66). Adicionalmente existe contaminación química por desechos dejados por visitas urbanas en el sitio (botes de aceite, pilas etc.), además podría existir una cierta contaminación por escurrimientos de las áreas urbanas circundantes.



Fig. 65.- Conchalito (Zona A). A Arena siliciclástica con depósitos de moluscos de la orilla de la playa, B.- Canal de marea en el noroeste en la laguna norte, C y D.- Depósito de moluscos (bivalvos y gasterópodos) en el canal de marea en la laguna norte.



Fig. 66.- Conchalito (Zona C). A.- Zona mareal, sedimento lodoso. B.- Basura urbana en el sitio.

Tabla 28.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio El Conchalito.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología	X			
2. Hidrología marina				X
3. Biológico		X		
4. Escurrimientos	X			
5. Residuos sólidos urbanos (basura)	X			
6. Contaminación química			X	

6.2.25 Hotel Crown Plaza

Localización.-

El sitio de los humedales del sitio Hotel Crown Plaza se encuentra localizado en el suroeste de la ciudad de La Paz (figura 8 y 67), al sur del hotel Crown Plaza.

Usos.-

Generalmente este sitio no tiene usos. En el extremo noreste del sitio se observaron algunas pangas de pescadores y sombras hechas con madera y lámina.

Geomorfología y distribución de manglares.-

Se observan varios rasgos geomorfológicos en el sitio:

- ❖ Los alrededores son terrenos poco elevados y urbanizados
- ❖ Se observan 3 canales de marea los cuáles ayudan al intercambio libre entre la bahía y el manglar.
- ❖ Hay dos zonas supratidales con una extensión de 205 m de largo y 217 m de ancho aproximadamente.

Los manglares de este sitio se ubican en la orilla de la bahía en forma dispersa y hasta densa (figura 67). Hacia la zona supratidal, se observaron también otras especies de vegetación resistente a la sal (vegetación halófitas).

Geología.-

Los terrenos al norte y sur de la bahía exhiben una fuerte modificación por ser urbanizados; sin embargo, es probable que haya depósitos cuaternarios aluviales en esta zona (INEGI, 1999). En la bahía predomina arena y arena lodosa. El arroyo El Cajoncito tiene sedimento arenoso-gravoso (figura 68).

Características hidrológicas.-

En la bahía existe un intercambio hidrológico libre entre la bahía y los manglares. Esporádicamente el arroyo El Cajoncito trae hasta grandes volúmenes de agua dulce por la incidencia de huracanes. No obstante, es probable que esta agua dulce se mezcle pronto con el agua marina.

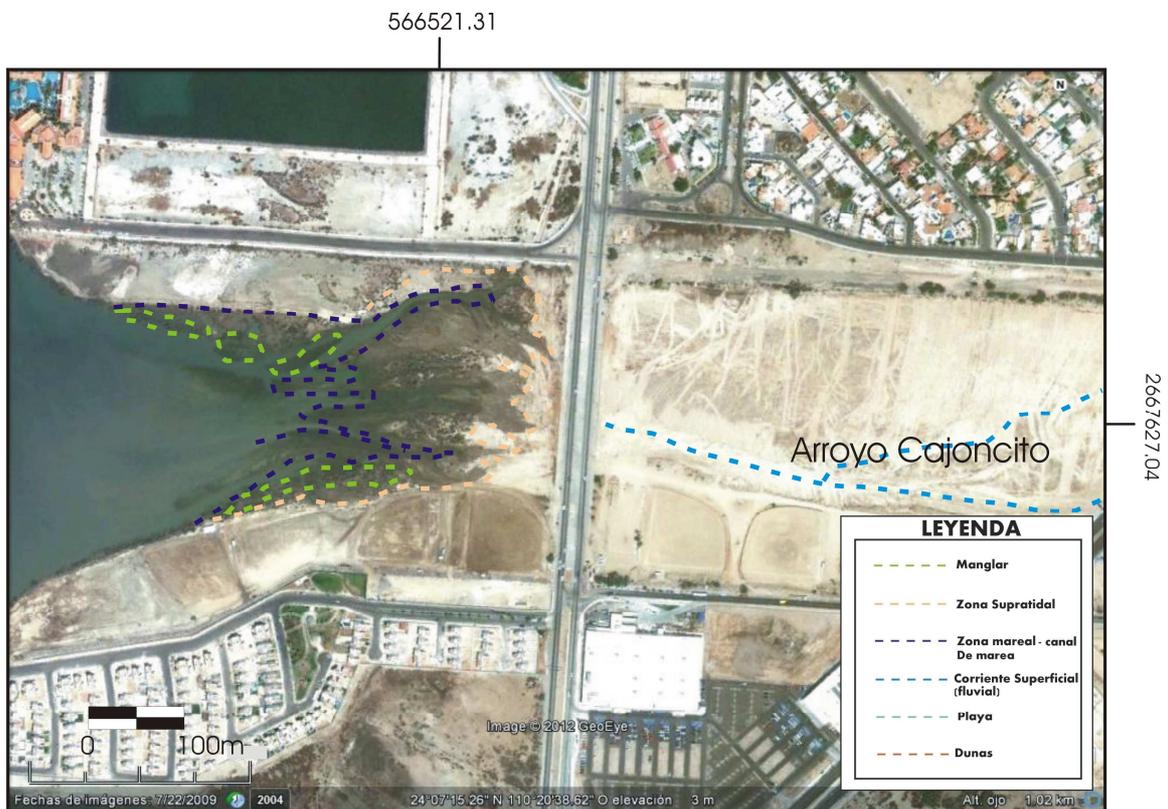


Fig. 67.- Hotel Crown Plaza. Tomado y modificado de *Google Earth* (2012).

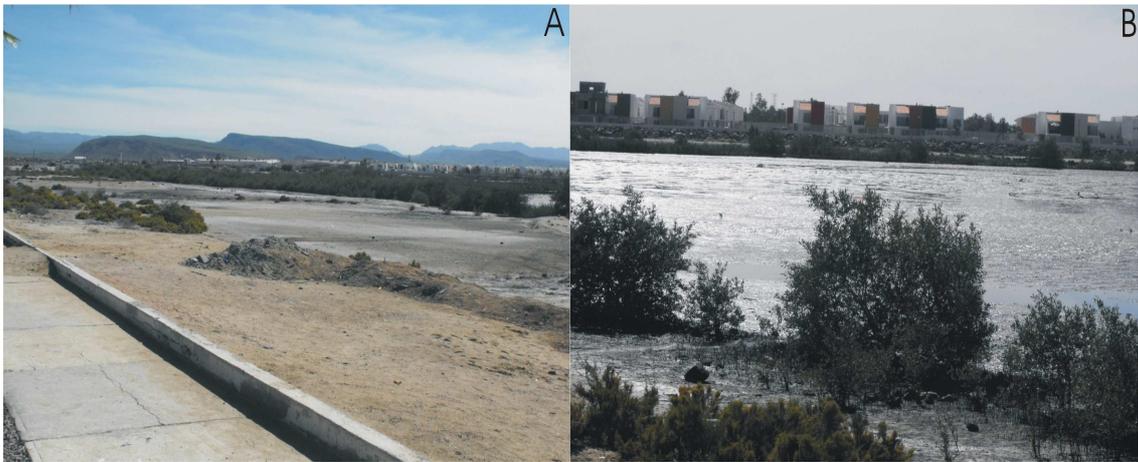


Fig. 68. Hotel Crown Plaza. A.- Vista panorámica de la zona supratidal del sitio, B.- Manglares desarrollados dispersamente en este sitio.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio varía de nulo a medio (tabla 29). Geomorfológicamente los alrededores de la bahía están fuertemente modificados debido a la urbanización. El sistema hidrológico marino no exhibe alteraciones. Aunque la carretera cruza el arroyo, no representa un obstáculo mayor para el paso de agua y de sedimento en tiempo de lluvias; por lo tanto, se considera el régimen fluvial poco alterado. Los manglares en general se ven sanos, solamente en la orilla se observan daños ocasionados por la intrusión de personas, probablemente en su mayoría pescadores. El sitio se ve contaminado por basura urbana y la mayor cantidad de desechos se encontró en el área cerca de la carretera (esta basura ha sido arrastrada por el arroyo). No se observó una contaminación por residuos químicos por la presencia de actividad pesquera (figura 69).



Fig. 69.- Hotel Crown Plaza. Se observó actividad pesquera en el lado norte del sitio.

Tabla 29.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Hotel Crown Plaza.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología		X		
2. Hidrología marina				X
3. Biológico			X	
4. Escurrimientos			X	
5. Residuos sólidos urbanos (basura)		X		
6. Contaminación química				X

6.2.26 Cola de la Ballena

Localización.-

El sitio Cola de la Ballena se encuentra en el suroeste de la ciudad de La Paz (figura 8 y 70).

Usos.-

No existen usos en este sitio, la visita por personas ocurre esporádicamente. Las áreas al sur del sitio actualmente experimentan cambios debido a su urbanización.

Geomorfología y distribución de manglares.-

A continuación se describen las características geomorfológicas del sitio:

- ❖ Los alrededores del sitio son terrenos bajos y de poco gradiente.
- ❖ La zona supratidal mide 2.5 km de largo aproximadamente y 20-150 m de ancho.

Los manglares se han desarrollado sobre la zona mareal a lo largo de la orilla de la laguna, formando una franja con un ancho hasta de 100 m aproximadamente. Solamente en la porción norte, la planicie de marea alcanza un ancho mayor y existe un canal de marea. Este canal mide 100 m de largo y 12 m de ancho (figura 71).

Geología.-

De acuerdo a lo observado en campo e INEGI (1999), el área al sur de la carretera se compone de arena lodosa hasta conglomerádica de origen aluvial de edad reciente.

En la zona supratidal se encuentra arena lodosa principalmente con poca precipitación salina en la superficie. El sedimento en los manglares es arena lodosa con un cierto contenido de material orgánico.



Fig. 71.- Cola de la Ballena. La flecha apunta hacia los manglares que se encuentran localizados al suroeste del sitio (la fotografía fue tomada desde el puente que va hacia el aeropuerto de La Paz).



Fig. 72.- Sitio Cola de la Ballena. A y B.- Muestra como en el área de los manglares (en la planicie supratidal, porción noreste del sitio), se prohíbe la entrada a cualquier persona porque existen dueños de los terrenos. C y D.- En la zona supratidal del sitio se observó que tiran basura de tipo escombros y construyeron un almacén (actividad urbana).

Características hidrológicas.-

El humedal de manglar se extiende a lo largo de la orilla de la laguna y tiene un intercambio libre con la laguna (figura 71). La influencia de agua dulce probablemente es mínima. Solamente durante los eventos esporádicos de precipitación puede darse un escurrimiento superficial desde la planicie supratidal hacia los manglares. Cabe mencionar que existen algunos arroyos los cuales han perdido parcialmente su función debido a cambios topográficos al sureste de la carretera.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio, según los diversos criterios establecidos, es nulo hasta alto (tabla 30). La geomorfología se considera poco afectada por la carretera y la zona residencial Marina Sur en su extremo noreste. Se considera que el sistema hidrológico marino no ha experimentado cambios. En diferencia, el sistema hidrológico terrestre es altamente modificado, ya que, como se ha mencionado, varios arroyos prácticamente han perdido su función, debido a cambios topográficos al este de la carretera. Por lo tanto, se clasifica el sistema de escurrimientos superficiales como altamente alterado. Los árboles de manglar en el humedal muestran un estado aparentemente saludable. El sitio se ve contaminado por basura urbana y la mayor cantidad de desechos se encontró en el área cerca cercana a la carretera. No se observó una contaminación por residuos químicos. Recientemente se pudo observar la aparición de un terreno cercado en la porción norte de la planicie supratidal (figura 71). En el futuro será importante evitar el depósito de escombros sobre la planicie supratidal.

Tabla 30.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Cola de la Ballena.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología			X	
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos	X			
5. Residuos sólidos urbanos (basura)		X		
6. Contaminación química				X

6.2.27 Chametla-El Centenario

Localización.-

El sitio de El Centenario-Chametla se encuentra ubicado en la orilla sur de la laguna de La Paz, al Norte y Noreste de Chametla y El Centenario. La extensión del sitio en dirección Este-Oeste es de 3.5 km, aunque solamente una pequeña parte es cubierta por humedal de manglar. El sitio se encuentra urbanizado por casas, pequeños hoteles, tiendas de autoservicio entre otros (figura 8 y 72).

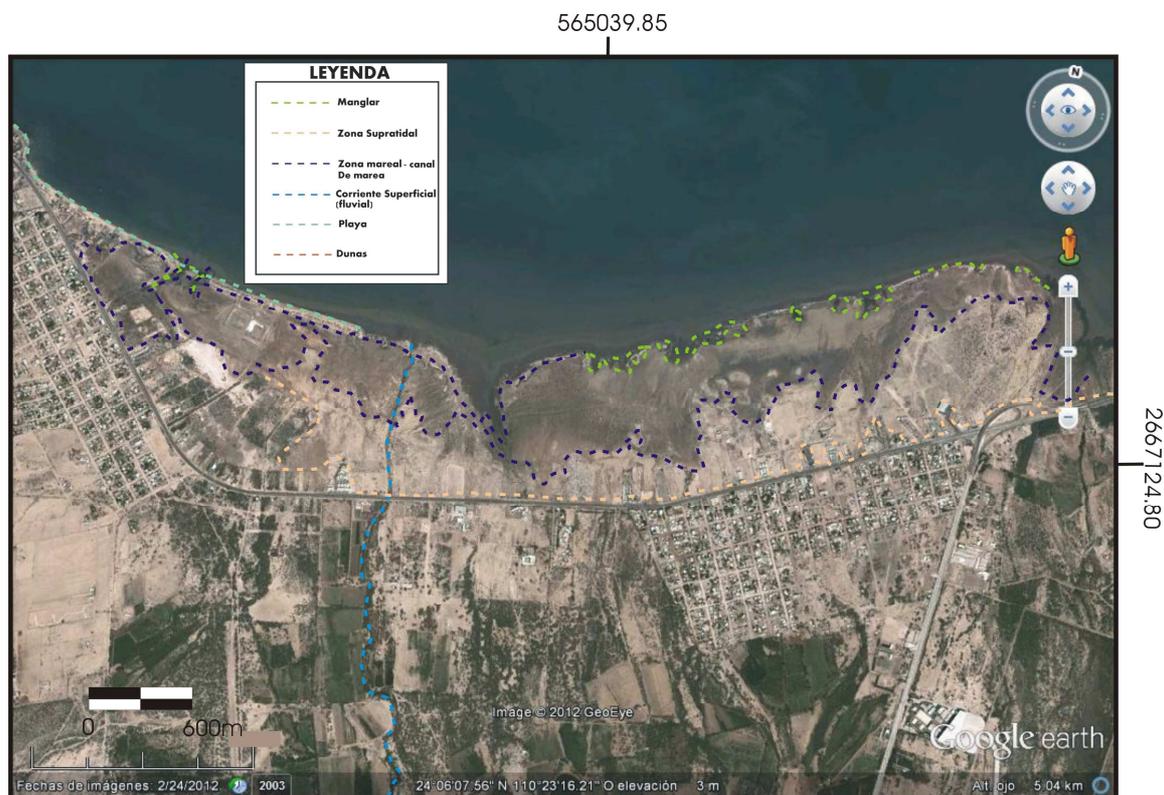


Fig.72.- Chametla-Centenario. Tomado y modificado de *Google Earth* (2012).

Usos.-

Debido a la cercanía de áreas urbanas, esporádicamente personas visitan esta zona, incluso para pasar un día de playa. En la planicie supratidal se observan huellas de vehículos que evidencian el tráfico en el sitio. El acceso se limita debido a las inundaciones esporádicas en la planicie supratidal, causadas por lluvia o mareas más altas que lo normal. Un problema creciente es el depósito de escombros sobre la parte sur de la planicie supratidal.

Geomorfología y distribución de manglares.-

El sitio de Chametla-Centenario muestra las siguientes características geomorfológicas:

- ❖ En total, la extensión del sitio es de aproximadamente 3.5 km en dirección Este-Oeste.
- ❖ En la porción este del sitio la línea de costa es irregular, debido a la presencia de pequeñas entradas y bahías con anchos de 50 a 500 metros, en parte relacionadas con desembocaduras de arroyos incipientes. En la porción oeste del sitio se observa una playa casi continua. En el centro del sitio existe un pequeño estuario en la desembocadura de un arroyo de tamaño mayor, que mide 350 m de largo.
- ❖ La zona supratidal es amplia y se extiende a lo largo de todo el sitio. Mide entre 50-400 m de ancho.

Los manglares se distribuyen de manera discontinua en la línea de costa donde existen dichas pequeñas entradas, bahías y desembocaduras de arroyos. En total, la superficie cubierta por manglar es muy pequeña, observando la mayor parte en la porción este del sitio.

Geología.-

De acuerdo a lo que se observó en campo y la bibliografía (INEGI, 1999) la litología de este sitio incluye depósitos marinos y fluviales recientes, compuestos por arena fina a media y parcialmente bioclástica en la playa y arena lodosa en la planicie de inundación. En la planicie de inundación puede observarse la precipitación de sal en el sedimento y la superficie. Los sedimentos son ricos en material orgánico.

Características hidrológicas.-

El intercambio hidrológico entre la laguna y los pequeños humedales de manglar es libre y gobernado por las mareas. A lo largo del sitio se observan seis arroyos, los cuales en tiempos de lluvias aportan agua dulce a los manglares. No obstante, debido a la mezcla rápida con el agua marina, el impacto de este aporte de agua dulce probablemente es insignificante. Además, los arroyos en la actualidad se ven más y más obstaculizados debido a la urbanización al sur del sitio (figura 73).

Grado de impacto.-

El grado de disturbio varía de nulo a alto, según los criterios establecidos (tabla 31). No existen cambios geomorfológicos en el sitio. Sin embargo, al sur de la planicie supratidal actualmente ocurren cambios geomorfológicos importantes por el depósito de

escombros, acercándose al sitio de manglar. Además, estos escombros están obstaculizando los escurrimientos superficiales (figura 73). El sistema hidrológico marino no exhibe alteraciones antropogénicas. Los árboles de manglar en el humedal muestran un estado sano, aunque se observaron algunos árboles dañados por acción humana. La contaminación con basura sólida es notable y es probable que aumente en el futuro. No se observó contaminación química. Aunque no existe una evidencia clara, parece probable que la superficie cubierta por manglar haya sido mayor en el pasado, considerando que existen superficies intertidales sin cobertura de manglar.



Fig. 73.- Sitio Chametla-Centenario A.- En Chametla, la construcción del hotel Hacienda del Mar y de otras obras obstruyen el cause original de un arroyo (flecha), B.- Al norte de Chametla: Acumulación de escombro en la orilla sur de la zona supratidal del sitio.

Tabla 31.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Chametla-El Centenario.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico			X	
4. Escurrimientos	X			
5. Residuos sólidos urbanos (basura)		X		
6. Contaminación química				X

6.2.28 El Comitán

Localización.-

El sitio El Comitán se localiza en el borde oeste de la laguna de La Paz, al Oeste de la ciudad de La Paz (figura 8 y 74). Es una pequeña laguna.

Usos.-

Las observaciones propias sugieren que los usos en este sitio son recreativos, incluyendo la observación de flora y fauna, caminata y fotografía. En los alrededores existen construcciones urbanas.



Fig. 74.- El Comitán. Tomado y modificado de *Google Earth* (2012).

Geomorfología y distribución de manglares.-

El sitio es una laguna parcialmente separada de la laguna de La Paz por una barra arenosa. A continuación se describen algunas de las características geomorfológicas del lugar:

Zona A

- ❖ Se observa un arroyo que desemboca en la bahía, formando un delta.
- ❖ Una pequeña laguna al norte del delta es rodeada por la planicie de inundación.

Los manglares tienen una cobertura de 3200 m² aproximadamente y se encuentran a la orilla de la playa.

Zona B

- ❖ Los terrenos en los alrededores son bajos y casi planos.
- ❖ A lo largo de la orilla de la laguna de La Paz se distribuye una playa.
- ❖ Existe una laguna parcialmente separada de la laguna de La Paz por una espiga arenosa. La laguna mide en dirección N-S aproximadamente 220 m. La laguna en su totalidad está cubierta por humedal de manglar.
- ❖ Alrededor de la laguna se distribuye una planicie supratidal, la cual alcanza un ancho de aproximadamente 200 m al suroeste del manglar (figura 75).

Geología.-

En este sitio, según INEGI (1999) y observaciones propias, existen depósitos marinos y fluviales recientes. Los sedimentos en la playa se componen de arena siliciclástica y parcialmente bioclástica y gravosa, también aflora puntualmente una roca de playa de edad desconocida de composición arenosa gravosa bioclástica (figura 75). En la zona del manglar dentro de la laguna el sedimento varía de arena lodosa a lodo arenoso rico en material orgánico. El canal de marea exhibe materiales arenosos bioclásticos (figura 75). La planicie supratidal se compone de arena y arena lodosa.

Características hidrológicas.-

Se observó en la zona A un arroyo superficial. El canal de marea en la zona B asegura el intercambio hidrológico constante de la laguna de La Paz hacia el manglar. Durante eventos de lluvia, volúmenes limitados de agua dulce escurren de las áreas circundantes hacia el manglar. El impacto de esta agua dulce solamente es temporal y probablemente de poco impacto al ecosistema.

Grado de impacto.-

El grado de disturbio es nulo a bajo (tabla 32). Existen alteraciones geomorfológicas cercanas al sitio debido a la urbanización de zonas aledañas. El régimen hidrológico marino no exhibe cambios antropogénicos; los escurrimientos superficiales son limitados debido a la ausencia de arroyos y por lo tanto no existe una alteración del régimen hidrológico superficial. El manglar en general es sano, solamente en la orilla se observan daños menores por el paso de personas o vehículos. Existe una cierta contaminación por basura sólida en la parte marginal del humedal.



Fig. 75.- A.- El canal de marea que entra a la parte de los manglares. B.- Se observa la zona supratidal y hacia la parte norte los manglares. C.- Roca de playa en la orilla de la costa. D.- Acumulación de grava y bivalvos en la zona de playa.

Tabla 32.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio El Comitán.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico			X	
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)			X	
6. Contaminación química				X

6.2.29.- La Ardilla

Localización.-

El sitio es el pequeño abanico delta del arroyo La Ardilla, el cual se localiza en la orilla oeste de la laguna de La Paz, al sureste del estero Zacatecas. En el delta existen cuatro pequeños humedales de manglar, denominados A – D (figura 8 y 76).



Fig. 76.- La Ardilla. Tomado y modificado de *Google Earth* (2012).

Usos.-

No se registran usos específicos en este sitio. Ocasionalmente personas visitan la zona alrededor, especialmente las playas, para fines recreativas.

Geomorfología y distribución de manglares.-

Dentro del abanico delta La Ardilla, localizado en la orilla oeste de la Laguna de La Paz, existen cuatro zonas con manglar:

A continuación se describen los elementos geomorfológicos del sitio:

El arroyo La Ardilla tiene un ancho alrededor de 25 m en su parte terminal.

Donde se desemboca el arroyo en la laguna, se formó un abanico delta con una geometría irregular (figura 76) y una superficie casi plana. Al oeste del delta se observa una planicie fluvial. En el delta existen varias zonas con manglares (A – D).

Zona A

En el sur del delta existe una pequeña laguna con una forma irregular y físicamente separada de la Laguna de La Paz por una barra arenosa. Dos canales de marea

atraviesan la barra. La extensión norte-sur de la laguna es aproximadamente 150 m. En su mayor parte es cubierta por manglar. No existen arroyos.

Zona B

El delta exhibe en su parte central un canal de marea, como transición entre el arroyo y la laguna. Este canal de mareas alcanza un largo de aproximadamente 300 m. En sus orillas se distribuyen árboles de manglar, en general son pocos.

Zona C

Es una pequeña laguna con forma triangular con una extensión norte-sur de 150 m, separada de la laguna de La Paz por barras arenosas. A lo largo de su orilla se distribuyen manglares, generalmente con un ancho entre 10 y 30 m. Existe un canal de marea en el extremo noroeste de la laguna. No existen arroyos, al oeste de la laguna se observa la planicie deltaica.

Zona D

Es una bahía en la parte norte del delta La Ardilla. Su ancho este-oeste es aproximadamente 320 m. Gran parte de la bahía, excepto su parte central, corresponde a planicies de marea cubiertas por manglar. Hay varias pequeñas planicies supratidales con un ancho no mayor a 50 m. Varios arroyos pequeños se desembocan en la bahía.

Tabla 33.- Resultado de la evaluación de impacto antropogénico en el sitio La Ardilla.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)			X	
6. Contaminación química				X

Geología.-

En el sitio existen solamente depósitos jóvenes hasta recientes. Los sedimentos fluviales son arena y arena gravosa. En las planicies supratidales prevalece arena lodosa con

presencia de sales. Los humedales de manglar, cubriendo la zona entremareal, exhiben arena lodosa rica en material orgánico, hacia la Laguna de La Paz el sedimento es más arenoso. En las playas hay arena siliciclástica y parcialmente bioclástica.

Grado de impacto.-

No existen cambios geomorfológicos, del sistema hidrológico marino y de los escurrimientos superficiales (tabla 33). Los manglares en las diferentes zonas se ven sanos y no alterados. Se observa poca contaminación por basura doméstica sólida. Durante una visita (enero 2012) no se encontró una contaminación química.

6.2.30 Estero Zacatecas

Localización.-

Se ubica en el extremo noroeste de la laguna de La Paz (figura 8 y 77).



Fig. 77.- Estero Zacatecas. Tomado y modificado del *Google Earth* (2012).

Usos.-

En este sitio lo habitual es pasar un día de playa, incluyendo la observación de flora, fauna y caminata, especialmente en su lado sur.

Geomorfología y distribución de manglares.-

Las unidades geomorfológicas del sitio se describen a continuación (figura 77):

- ❖ El área al sur y oeste del manglar cerca al humedal es plano y en una mayor distancia el terreno alcanza una elevación de hasta varios metros.
- ❖ El sitio es limitado en su extremo norte por dunas eólicas, las cuáles alcanzan una elevación de hasta 20 m aproximadamente (figura 79).

- ❖ La parte central del sitio es una laguna alargada y ramificada con un largo de aproximadamente 700 m y en su totalidad corresponde a la planicie de marea. Esta planicie es cubierta por manglar.
- ❖ Existe un canal de marea principal el cual exhibe varios tributarios menores.
- ❖ Al sur oeste y noreste de la laguna se observa una amplia planicie supratidal la cual alcanza un ancho de hasta 200 m en el extremo noroeste del sitio.
- ❖ En la orilla de la laguna de La Paz existe una playa arenosa.

Los manglares se distribuyen sobre la planicie de marea en el interior de la laguna (figura 77).

Geología.-

Según INEGI (1999) y observaciones propias, el sitio y sus alrededores se componen de depósitos cuaternarios hasta recientes. La playa se compone de arena siliciclástica y parcialmente bioclástica. Las dunas al norte del sitio son de arena fina a media de buena selección. La planicie supratidal se compone de arena lodosa y exhibe precipitaciones de sal en su superficie. En la planicie de marea, la cual es cubierta por manglar, se encuentra arena lodosa y lodo arenoso, generalmente rico en material orgánico. Al sur y oeste del sitio se observan depósitos aluviales arenosos (figura 78).

Características hidrológicas.-

El canal de marea principal comunica la laguna de La Paz con la planicie de marea del sitio (figura 79). En su boca alcanza un ancho de 10 m, hacia el interior del humedal se reduce su tamaño. Del canal de marea principal se ramifican varios canales de tamaño menor.

No existen arroyos en el sitio y por lo tanto es probable que los escurrimientos superficiales hacia el manglar sean muy limitados durante los escasos eventos de lluvia.

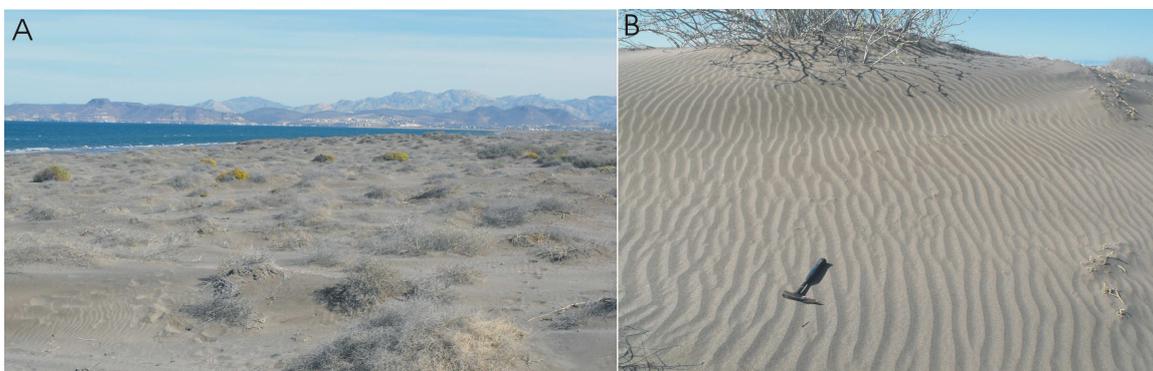


Fig. 78.- Estero Zacatecas. A.- Vista panorámica del cordón de dunas. B.- Marcas de viento en la arena (duna).



Fig. 79.- Vista panorámica del sitio Estero Zacatecas. A.- Canal de marea rodeando a los manglares del sitio, B.- Canal de marea y árboles de manglar del sitio, C.- Disminución del tamaño del canal hacia el área de la zona supratidal, D.- Entrada del canal de marea en la zona de la playa hacia los humedales.

Tabla 34.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio Estero Zacatecas.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología				X
2. Hidrología marina				X
3. Biológico				X
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)			X	
6. Contaminación química				X

Grado de impacto.-

El grado de disturbio es nulo a bajo (tabla 34). No existen alteraciones geomorfológicas y del régimen hidrológico. El manglar se ve perfectamente sano y no se registran daños causados por visitantes. En la orilla sur se observa muy poca basura sólida; no hay evidencia para una contaminación química.

6.2.31 El Mogote

Localización.-

El Mogote es una barrera arenosa la cual separa la bahía de La Paz de la laguna (figura 8 y 80). Los humedales de manglar se distribuyen a lo largo de la orilla sur y sureste de la espiga.



Fig. 80.- El Mogote. Tomado y modificado de *Google Earth* (2011).

Usos.-

Históricamente El Mogote ha sido aprovechado para fines recreativos, incluyendo campismo, caminata y la observación de flora y fauna. En el año 2007 inició la construcción del proyecto turístico Paraíso del Mar (figura 81), el cuál actualmente está detenido ya que el Tribunal Federal de Justicia Fiscal y Administrativa determinó en 2010

y nuevamente en 2013 que este proyecto no cumplía con la Norma NOM-Semarnat-022-2003, relativa a la protección del manglar (Colectivo Pericú, 2013). Sin embargo, el inicio de este proyecto conllevó no solamente el cierre del acceso a una parte de El Mogote sino más que todo la modificación de su parte este debido a la construcción de edificios, caminos, lagos artificiales y de campos de golf; además fue destruida una parte de manglar en el lado sur de El Mogote (El Debate, 2013).

Geología.-

El Mogote es una estructura joven, la cual se formó durante los últimos 6000 años (Nava Sánchez y Cruz-Orozco, 1989) como producto de la deriva litoral. Se compone de arena siliciclástica de origen marino en la playa norte y eólico en el centro de El Mogote. Además se observa un efecto de retrabajamiento por escurrimientos superficiales en la parte central-este de la espiga.

El Mogote ha crecido hacia el Noreste, creando una serie de cordones de playa (Nava-Sánchez y Cruz-Orozco 1989). Estos cordones se componen de arena fina-media bien seleccionada. En las depresiones entre dichos antiguos cordones de playa el sedimento puede ser ligeramente lodoso. En las bahías y lagunas en el lado este y sureste de El Mogote predomina arena lodosa rica en material orgánico debido a la presencia de mangle y otra actividad biológica. Generalmente existe una planicie supratidal con sedimento arenoso-lodoso y precipitación de sales a lo largo del margen interior de dichas bahías y lagunas.

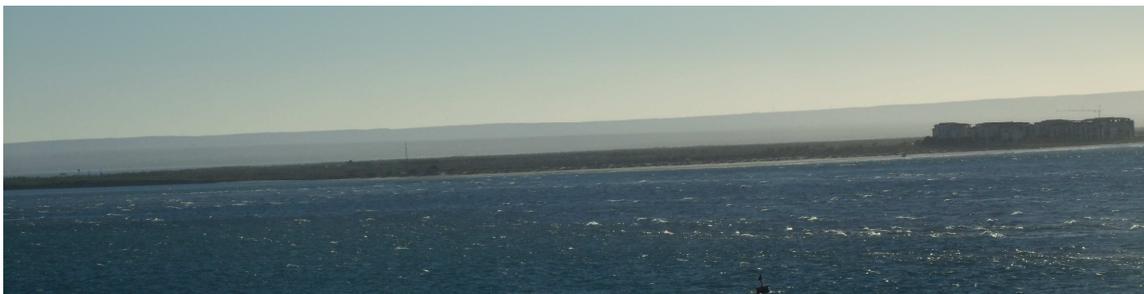


Fig. 81.- El Mogote. Vista panorámica de la parte suroeste de El Mogote. Se observan parte de los árboles de manglar y los edificios del proyecto Paraíso del mar.

Geomorfología y distribución de manglares.-

- ❖ Este sitio se caracteriza por ser parte de una barrera arenosa la cual se formó por acumulación de sedimentos de las corrientes litorales (Nava-Sánchez y Cruz-Orozco 1989). A continuación se describe geomorfológicamente este sitio:
- ❖ El Mogote es una barrera arenosa la cual alcanza un ancho de 2.5 km en su parte sureste (figura 8).
- ❖ Existe una playa arenosa amplia a lo largo del lado norte de la espiga.

- ❖ El centro de El Mogote es dominado por dunas las cuales alcanzan su máxima elevación en la parte más estrecha de la espiga, en su porción noroeste. Hacia el Este y Sureste el terreno se vuelve más y más plano y se conocen varias estructuras ligeramente elevadas que son cordones de playa antiguos, reflejando el crecimiento de la espiga hacia el norte (Nava-Sánchez y Cruz-Orozco, 1989).

Los manglares ocupan pequeñas bahías y lagunas a lo largo de la orilla sureste de la espiga; además, se encuentran manglares a lo largo de la orilla en la zona entremareal (figuras 81, 82 y 83).



Fig. 82.- El Mogote. Vista panorámica de la parte sureste antes del inicio del proyecto “Paraíso del Mar”.



Fig. 83.- El Mogote. Paisaje en el extremo noreste de la espiga. Se observa la playa en la orilla norte de El Mogote y una pequeña laguna con humedal de manglar. La fotografía fue tomada antes del inicio del proyecto Paraíso del Mar.

Características hidrológicas.-

El intercambio hidrológico con los manglares es libre o se da por la presencia de canales de marea. Prácticamente no existen escurrimientos superficiales hacia los humedales de manglar debido a la ausencia de arroyos.



Fig. 84.- El Mogote. Se observó acumulación de basura urbana en el sitio.

Tabla 35.- Resultado de la evaluación del impacto antropogénico en el sitio El Mogote.

GRADOS DE AFECTACIÓN				
CRITERIOS	ALTO	MEDIO	BAJO	NULO
1. Geomorfología	X			
2. Hidrología marina				X
3. Biológico		X		
4. Escurrimientos				X
5. Residuos sólidos urbanos (basura)		X		
6. Contaminación química				X

Grado de impacto.-

El grado de disturbio en los diversos humedales del sitio El Mogote en este momento (principios del año 2013) varía de nulo a alto (tabla 34). Como ya se ha mencionado, desde varios años está en desarrollo un proyecto turístico-residencial en la parte este de El Mogote. Aunque actualmente el proyecto está prácticamente parado por razones legales (El Debate, 2013), los trabajos realizados ya han modificado la zona alrededor de los humedales de manglar y en especial se ha destruido una hectárea de manglar del lado sur de El Mogote. En los demás manglares hasta el momento no se ha dado una modificación geomorfológica o del uso de suelo directa en los humedales. La hidrología marina no se ve alterada, excepto la mencionada destrucción parcial de un humedal en el lado sur de El Mogote. El grado de contaminación con basura sólida es notable y ya ha existido en tiempos pasados. No obstante, al parecer, según

observaciones propias durante varias visitas, el grado de contaminación ha aumentado en consecuencia del proyecto Paraíso del Mar (figura 84). En el momento de la última visita (enero 2012) no se observó una contaminación química, aunque el manejo de los campos de golf donde se utiliza fertilizantes y pesticidas, podría tener un efecto negativo sobre los manglares. La contaminación en general podría aumentar drásticamente con la continuación del proyecto Paraíso del Mar y probablemente habría más efectos negativos sobre los diversos humedales de manglar.

7.- DISCUSIÓN

7.1.- Impacto antropogénico y medidas de protección

En el presente estudio se describen los rasgos más esenciales de los manglares en la bahía de La Paz y se realizó una evaluación del impacto antropogénico en cada uno de ellos, considerando diversos criterios.

Como resultado se puede observar que el impacto antropogénico en los diversos sitios de manglar en la bahía de La Paz es variado. En el complejo insular Espíritu Santo los humedales de manglar preservan en su mayoría su estado natural y el impacto antropogénico es mínimo. La única excepción son los sitios El Erisozo y bahía San Gabriel donde obras realizadas en tiempos históricos modificaron el ambiente natural, sin haber tenido un efecto negativo medible. En suma, en las islas La Partida y Espíritu Santo se requieren solamente estrategias y acciones de protección, para evitar su degradación en el futuro. El Plan de Manejo (SEMARNAT, 2001) considera estrategias de protección importantes.

La situación es diferente en los humedales de manglar al norte de La Paz y dentro de la laguna de La Paz. Algunos de estos sitios muestran cambios y daños al humedal mismo o a su entorno natural. En consecuencia, en varios de los sitios se observa una degradación del ecosistema, variando de leve a severo. Las causas son varias, incluyendo la degradación y contaminación por visitantes, la urbanización de áreas cercanas y otros cambios de uso del suelo en los alrededores, modificaciones en el sistema hidrológico y especialmente del intercambio marino, destrucción de manglares en consecuencia de un cambio de uso de suelo del humedal. Puntualmente se registran mejoras debido a trabajos que tratan de mitigar efectos antropogénicos. Un ejemplo son las labores realizadas recientemente en La Enfermería.

La historia de degradación y destrucción de humedales de manglar en la región de La Paz se dio por lo menos desde la primera mitad del siglo pasado. Un ejemplo es la construcción de la carretera a Pichilingue, la cual ha modificado el entorno y/o el sistema hidrológico de varios manglares al norte de La Paz. En tiempos más recientes, la urbanización en La Paz ha contribuido a la modificación de las condiciones naturales del entorno de humedales y de forma más directa a su degradación. Posiblemente el caso más reciente es la destrucción de una porción de un manglar en El Mogote como parte del desarrollo del proyecto Paraíso del Mar. En conclusión, los humedales de manglar aun existentes al norte de La Paz y dentro de la laguna de La Paz requieren una mayor atención para evitar más degradación de estos sitios en el futuro, mitigar con mayor planeación posibles efectos adversos y sanar daños dados y para posiblemente recuperar espacios de humedales perdidos.

En la tabla 36 se observan para los diversos sitios en la bahía de La Paz los principales problemas de degradación registrados y se proponen medidas las cuales

podrían mejorar la situación en los sitios correspondientes. Una primera acción general en todos los sitios puede ser la instalación de letreros informativos en puntos estratégicos. Además, en caso de los sitios visitados regularmente por gente se recomienda la instalación de botes de basura. Para su efecto, éstos tendrían que ser vaciados con cierta periodicidad. Cabe mencionar, que en varios sitios ya se cuentan con dichas instalaciones.

Otras acciones deberían resolver problemas específicos en ciertos sitios. En el sitio Pichilingue hasta el 2012 se observó que el intercambio de la laguna con el mar era limitado, debido a un canal de marea que se encontraba obstruido. En el sitio Unidad Pichilingue se registró un canal de marea que se encontraba bloqueado por escombros; la eliminación de estos materiales debería mejorar el paso de la corriente. En el sitio Bahía Falsa se observa que el canal de marea en la laguna de la parte norte del sitio es parcialmente obstruido por materiales rocosos, al parecer en consecuencia de la construcción de la carretera. Se propone remover estos clastos y restaurar el canal. Además, se podría abrir otro canal más alejado de la carretera para aumentar la circulación en la laguna, mejorando de esta manera las posibilidades de recuperación del manglar dentro de la laguna. En el sitio de Eréndira y Enfermería Norte se requiere instalar un cartel informativo. En el sitio de Enfermería recientemente se han realizado trabajos de rehabilitación que han mejorado la circulación del agua. Se necesita un monitoreo permanente de la evolución de la laguna y en su caso tomar medidas adicionales para fomentar la recolonización de la laguna por manglares. Se recomienda evaluar la posibilidad de plantar árboles de manglar para acelerar el proceso de recuperación. En el sitio Palmira se propone rehabilitar los canales de marea y establecer lugares estratégicos con contenedores de basura. Cabe mencionar que recientemente se repavimentó la carretera en esta zona con concreto; desafortunadamente no se aprovechó el momento para reconstruir los canales por debajo de la carretera.

Tabla 36.- Medidas de protección y recuperación (N/A= No aplica).

LOCALIDAD	DAÑOS	MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN
1.-Ensenada Grande	N/A	*Instalar carteles informativos *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
2.-El Cardonal	N/A	*Instalar carteles informativos *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
3.-El Cardoncito	N/A	*Instalar carteles informativos *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
4.-El Mezteño	N/A	*Instalar carteles informativos *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
5.-El Candelero	N/A	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos

Discusión y Conclusiones | 2013

		contenedores de basura.
6.-El Gallo	N/A	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
7.-Ensenada La Gallina	N/A	*Instalar carteles informativos *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
8.-Puerto Ballena	N/A	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
9.-El Erisozo	N/A	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
10.-Bahía San Gabriel	N/A	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
11.-La Dispensa	N/A	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
12.-Las Navajas	N/A	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
13.-Balandra	N/A	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
14.-El Merito	N/A	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
15.-Playa Pichilingue	*Degradación de manglares por los daños que hacen los visitantes que llegan a este lugar.	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura. *Recientemente se rehabilitó el sistema de circulación marítima hacia la laguna, se requiere la observación de la recuperación del manglar y en su caso proponer otras medidas para fomentar dicha recuperación.
16.-Unidad Pichilingue	*Acumulación de escombros (en el canal). *Canal de marea reducido.	*Retirar los escombros. *Rehabilitar el canal bajo la carretera y sembrar manglar artificialmente. *Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
17.-Bahía Falsa	*Contaminación de basura urbana.	* Restaurar el canal de marea de la parte norte del sitio y/o posiblemente abrir otro canal para mejorar la circulación en esta pequeña laguna. *Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
18.- El Tesoro	*Degradación de manglares por daños que hacen los visitantes que llegan a este lugar.	*Evaluar la posibilidad de reforestar. *Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
19.- Estero Puerto Gato	*Degradación de manglares por daños que hacen los visitantes	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos

	que llegan a este lugar.	contenedores de basura.
20.- Eréndira	*Acumulación de basura urbana. *Degradación de manglares por daños que hacen los visitantes que llegan a este lugar.	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
21.- Enfermería Norte	*Acumulación de basura urbana y escombros.	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
22.- Enfermería	*Daño severo al manglar debido a falta de circulación en la laguna. *Acumulación de basura urbana.	*Recientemente se rehabilitó el sistema de circulación marítima hacia la laguna, se requiere la observación de la recuperación del manglar y en su caso proponer otras medidas para fomentar dicha recuperación. *Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
23.- Palmira	*Obstrucción de los canales de marea. *Acumulación de basura urbana.	*Rehabilitar los canales de marea. *Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
24.- El Conchalito	*Acumulación de basura urbana.	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
25.- Hotel Crown Plaza	*Acumulación de basura urbana.	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
26.- Cola de la Ballena	*Acumulación de basura urbana.	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
27.- Chametla-Centenario	*Acumulación de escombros (obra civil) y basura sólida.	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
28.- El Comitán	*Acumulación de basura urbana.	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
29.- La Ardilla	*Acumulación de basura urbana.	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
30.- Estero Zacatecas	*Acumulación de basura urbana.	*Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.
31.- El Mogote	*Acumulación de basura urbana.	*Reforestar. *Instalar carteles informativos. *Establecer en lugares estratégicos contenedores de basura.

7.2.- Medidas de restauración en humedales degradados

Más allá de proteger los humedales de manglar en su situación actual, sea su configuración prístina o un estado degradado, a escala mundial se observan esfuerzos

para recuperar humedales de manglar donde han sido dañados y destruidos. La necesidad de hacer retroceder la degradación de los humedales, además del reconocimiento de los beneficios asociados a su restauración, ha dado lugar a la puesta en marcha de numerosos proyectos de restauración en todo el mundo. Este tipo de restauraciones ya se han realizados en los manglares de Colombia, África, Filipinas, India y Estados Unidos, entre otros (Villalba-Malaver, 2008).

A nivel nacional, pese a que el interés despertado por la restauración de humedales va en aumento y a que hay amplias posibilidades de hacerlo, los esfuerzos por restaurar humedales siguen siendo esporádicos y falta una planificación general. Sin embargo, se han realizado proyectos a nivel nacional, por ejemplo en el estuario del Río Cahoacán en la costa de Chiapas (Tovilla-Hernández et al., 2004). Otro ejemplo es la Laguna de Términos en Campeche, donde se diferencié la fisionomía entre los bosques en densidad (se realizó un conteo en un área de una hectárea) y se determinó *in situ* temperatura, salinidad, oxígeno del agua intersticial durante la época de sequía, condición crítica para los mangles. Con esto se desarrolló un procedimiento que permite conocer el grado de conservación actual del ecosistema de manglar, al tiempo que se identifican zonas potenciales para restaurar y se apoya el plan de manejo sobre una visión integral (EPOMEX, 2012).

En los proyectos llevados a cabo en México se ha enfocado básicamente al trasplante directo de hipocótilos en la zona intertidal, sin haber considerado otras cuestiones fundamentales como las corrientes marinas y aspectos físicos y químicos del sustrato y del agua; es por eso que se han creado estrategias metodológicas de rehabilitación de manglares, en donde la reforestación crea mangles de vivero, manipulación hidrodinámica que se basa en la recuperación de algún sistema por medio de canales artificiales de diferentes formas y tamaños para propiciar condiciones ambientales que permitan el repoblamiento natural del manglar (Lechuga-Devéze, 2009). Cabría de establecer un programa nacional de restauración de humedales, de acuerdo a la prioridad y a lo que se necesita en cada localidad de manglar, basados en un inventario nacional de humedales y restaurarlos como componentes de la política, a fin de que los empeños y recursos consagrados a la restauración contribuyan en el mayor grado posible a mejorar la situación global de conservación y uso racional de los humedales.

Existen dos metodologías principales que intentan restaurar humedales de manglar. La primera se enfoca en la restauración geomorfológica e hidrológica del sitio. En consecuencia de esta restauración de las condiciones originales se fomenta la colonización natural de la superficie entremareal por manglar. Un ejemplo exitoso fue un proyecto de restauración realizado en Florida, donde se logró la recuperación de un manglar lagunar, rodeado por una zona urbana (Lewis, 1979). La segunda metodología consiste en la plantación de árboles de manglar sobre superficies deforestadas. También se aplica sobre terrenos los cuales han sido modificados y posteriormente

geomorfológicamente restaurados. Existen dos maneras en la plantación: siembra de propágulos (modalidad de reproducción asexual en vegetales, por las que se obtienen nuevas plantas y órganos individualizados) y plantas de mangle (como siembra directa). El éxito de esta metodología, a escala mundial, ha sido mixto (Manual Ramsar, 2007). Los resultados se mejoran significativamente cuando se basan en una planeación detallada. Una comprensión y declaración claras de las metas, los objetivos y los criterios de rendimiento para los proyectos de restauración de humedales tienen una influencia crítica en la eficacia de la restauración (Manual Ramsar, 2007).

Una planificación detenida reducirá las posibilidades de que sobrevengan efectos secundarios indeseados. En general, pueden hacer posible que los proyectos de restauración eviten problemas como el aumento de las poblaciones de mosquitos o la intrusión de agua salada en las fuentes de abastecimiento de agua potable (Manual Ramsar, 2007). Al parecer los problemas mencionados no son de relevancia en el área de estudio.

Para facilitar la planificación debieran evaluarse las características del sitio objeto de examen y los factores que pudieran afectar a su viabilidad y eficacia. Los procesos naturales y las condiciones reinantes debieran examinarse durante la selección, preparación y elaboración del proyecto. En la medida posible, se deben aplicar los principios de ingeniería ecológica más que métodos que requieran estructuras duras o grandes excavaciones. La restauración de humedales debiera ser un proceso abierto que involucre a los interesados directos de la comunidad, así como a los afectados por un proyecto. La restauración requiere un trabajo a largo plazo, lo que abarca gestión y monitoreo continuo. La planificación de la restauración de los humedales debe incorporar, siempre que sea posible, el conocimiento de la gestión tradicional de los recursos que contribuyó a la configuración del paisaje. La incorporación de los conocimientos y la gestión ambiental tradicional y las prácticas de recolección sostenible por la población local debe constituir un componente integral de la restauración (Manual Ramsar, 2007). En lo que atañe a los factores socioeconómicos, debiera asignarse una prioridad más alta a la ejecución de proyectos de restauración aceptados por la población y en que los interesados directos tengan una participación activa, que contribuyan al desarrollo sostenible y estén respaldados por alguna garantía de que se contará con los recursos necesarios para llevarlos a cabo.

La decisión final debiera basarse en:

- a) las necesidades espaciales para establecer funciones determinadas de humedales;
- b) los impactos de las decisiones locales en un contexto regional;
- c) la conservación y, de ser necesario, la rehabilitación, de los recursos de suelos e hídricos de la cuenca de captación;

- d) un plan para cambios a largo plazo e imprevistos;
- e) el hábitat y las especies asociadas a ellos;
- f) la cuestión de evitar o compensar los efectos del desarrollo en las funciones de los humedales y;
- g) la presencia de prácticas de aprovechamiento y gestión de los suelos compatibles con el potencial natural del humedal (Manual Ramsar, 2007).



Fig. 85.- Playa Pichilingue. A y B.- Se observa un nuevo puente y la instalación de tubos de PVC para la entrada del agua de mar hacia la laguna. C.- Al fondo se observa la laguna y el letrero donde indica que se ha rehabilitado el manglar. D.- Se instaló una pequeña cerca de madera y mecate, para prohibir el paso hacia el manglar.

La Norma oficial mexicana NOM-022 (SEMARNAT, 2003) también establece las especificaciones para la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Existe la metodología establecida por NOAA (2003) para la planificación de la restauración de un humedal; los pasos establecidos son los siguientes:

- 1.- Coleccionar los datos del pasado de la región.
- 2.- Seleccionar el lugar del proyecto.
- 3.- Coleccionar datos del pasado y del presente del lugar a restaurarse.
- 4.- Colectar datos de los lugares de referencia (control).

- 5.- Desarrollar los objetivos de la restauración.
- 6.- Comunicarse con las agencias, propietarios e identificar factores socioeconómicos.
- 7.- Redefinir los objetivos y metas a la luz del diálogo anterior.
- 8.- Decidir los métodos y técnicas para implantar los cambios.
- 9.- Preparar diseños y protocolo.
- 10.- Dar publicidad al proyecto.

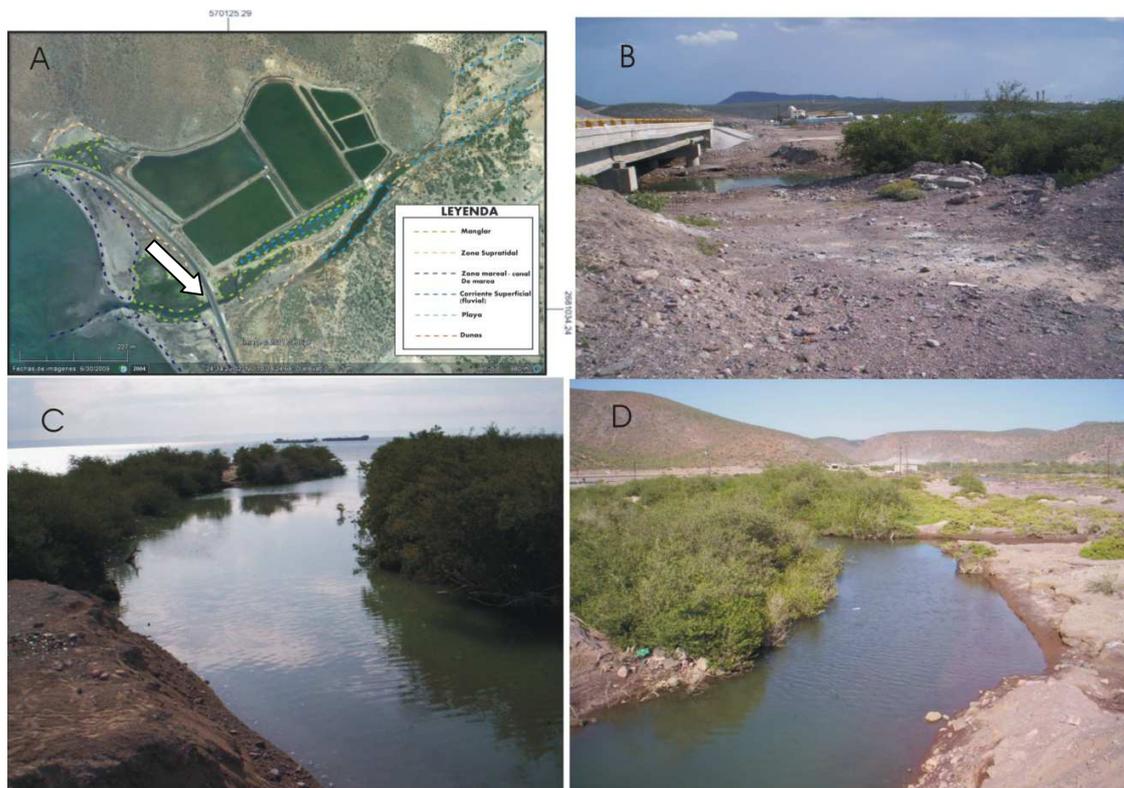


Fig. 86.- A.- Vista general del sitio Eréndira (imagen tomada de *Google Earth*, 2011). La flecha indica el lugar donde se ubica el puente y el canal. B.- Se observa a la izquierda el puente de la carretera (vista hacia Norte). C.- El canal de marea con vista hacia Oeste desde el puente. D.- El canal con vista hacia la planta acuícola desde el puente.

A continuación se hace mención de los sitios donde ya se han realizado recientemente trabajos de rehabilitación o protección:

Sitio Playa Pichilingue.- Se restauró el canal que conecta la bahía con la laguna, mejorando significativamente la circulación hidrológica (capítulo 6.2.15). Se instalaron cuatro tubos de PVC que permiten el paso de una corriente mayor, en comparación con el pasado (figura 85). Se requiere monitorear qué impacto tendrá esta acción sobre la laguna, ya que podría fomentar un aumento de los manglares. En el mismo sitio se instaló

una cerca hecha de madera y mecate alrededor de la pequeña superficie de manglar en el centro de la barra y se instaló un letrero el cuál proporciona una información básica sobre el manglar y los trabajos de rehabilitación (figura 85).

Sitio de Eréndira.- Históricamente este lugar (capítulo 6.2.20) probablemente tenía mayor cobertura de manglar. Sin embargo, debido a la construcción de la planta acuícola y la carretera se ha disminuido el manglar (figura 86). Hace varios años se reconstruyó el puente en la carretera con una dimensión más amplia que el puente anterior y en el año 2012 se eliminó sedimento que obstruía el canal principal.

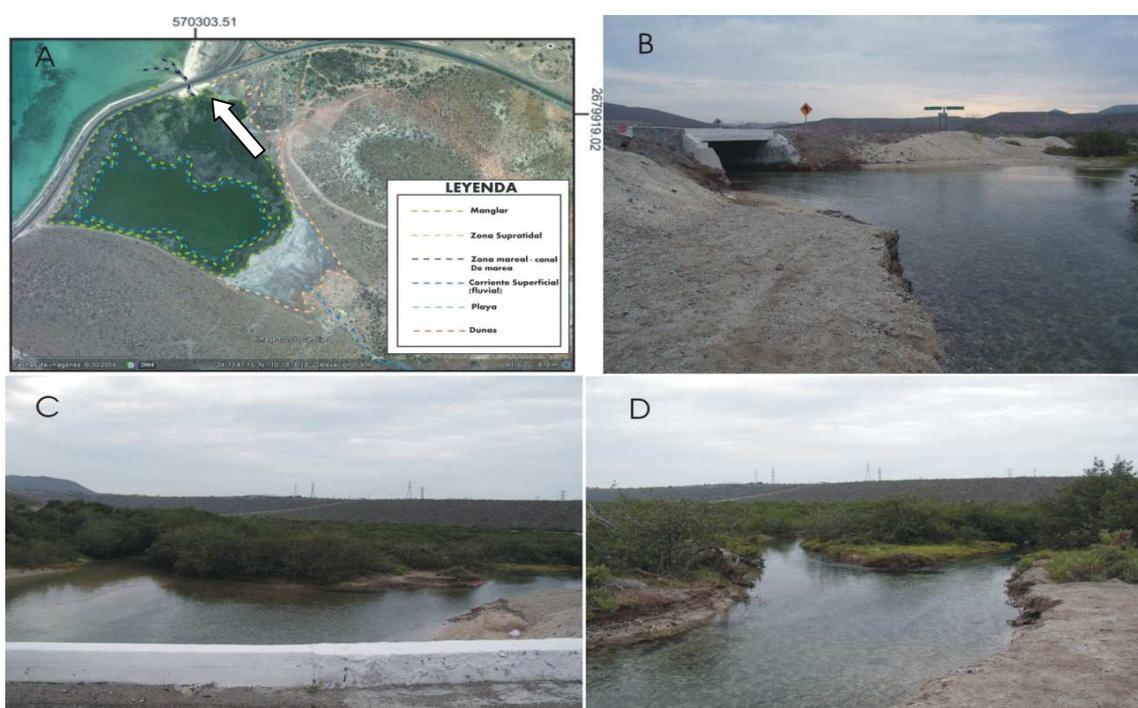


Fig. 87.- A.- Panorama del sitio Enfermería (imagen tomada de *Google Earth*, 2011). La flecha indica la ubicación de los canales de marea. B.- Se observa el canal bajo la carretera y la parte donde se quitó sedimento que obstruía al canal. C y D.- Se observan los canales desde la carretera.

Sitio Enfermería.- En este sitio (ver capítulo 6.2.22) recientemente se han realizado trabajos de dragado de sedimento para restaurar tres canales de marea. En consecuencia, se registra ahora una corriente mayor, mejorando notablemente las condiciones hidrológicas y ecológicas en la laguna (figura 87). En una visita de campo en noviembre 2012 se observó una recolonización incipiente en áreas donde el manglar había muerto por completo. Se requiere el monitoreo continuo del sitio.

Sitio El Mogote.- En el año 2003, se propuso a SEMARNAT un proyecto de rehabilitación de los manglares en una pequeña laguna ubicada en el extremo noreste de la espiga

(figura 88). Pasó un año para que se expidiera el permiso. La técnica aplicada para restablecer la hidrodinámica del manglar fue: remover la duna de arena en la boca del canal principal. Manualmente se escarbó en el sitio del canal principal a un nivel menor al nivel del mar, creando un efecto de “cascada”, con el flujo de la mareas (figura 88), la fricción del agua actúa como una herramienta de dragado del mismo canal (Lechuga-Devéze, 2009).

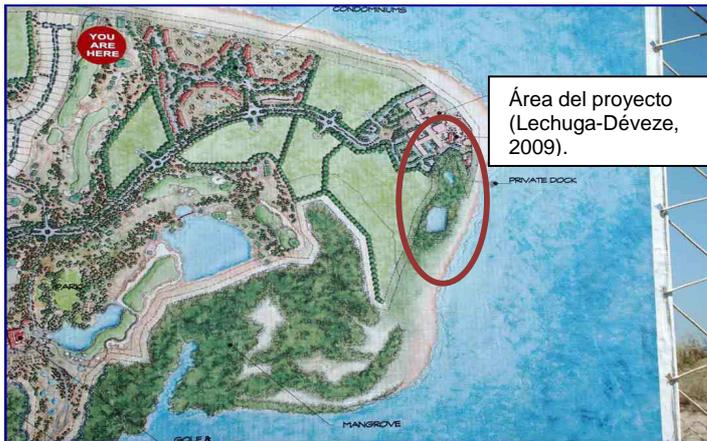


Fig. 88.- Parte Oeste de El Mogote (tomado de Lechuga-Déveze, 2009).



Fig. 89.- Planicie supratidal al Este de Pichilingue como un posible sitio para crear un humedal de manglar. A.- Ubicación del sitio al Norte de la Unidad Pichilingue (imagen de *Google Earth*, 2011). B.- Vista sobre el canal de marea en el sitio Unidad Pichilingue, el cual podría ser prolongado hasta la planicie supratidal en el fondo.

7.3.- Posibles sitios para la creación artificial de sitios de manglar

Históricamente se han perdido superficies, originalmente cubiertos por manglar, especialmente en los alrededores de la ciudad de La Paz. Por lo tanto, más allá de restaurar manglares existentes y dañados, se puede pensar en la creación de manglares en sitios donde naturalmente no han existido, para compensar las pérdidas mencionadas. Este tipo de proyectos requiere una planeación muy detallada, para poder crear artificialmente un ecosistema estable a largo plazo, sin más interferencia humana.

Durante la realización del presente estudio, se identificaron varios sitios, que pudieran ser candidatos para la creación artificial de manglares. A continuación se describen brevemente estos sitios.

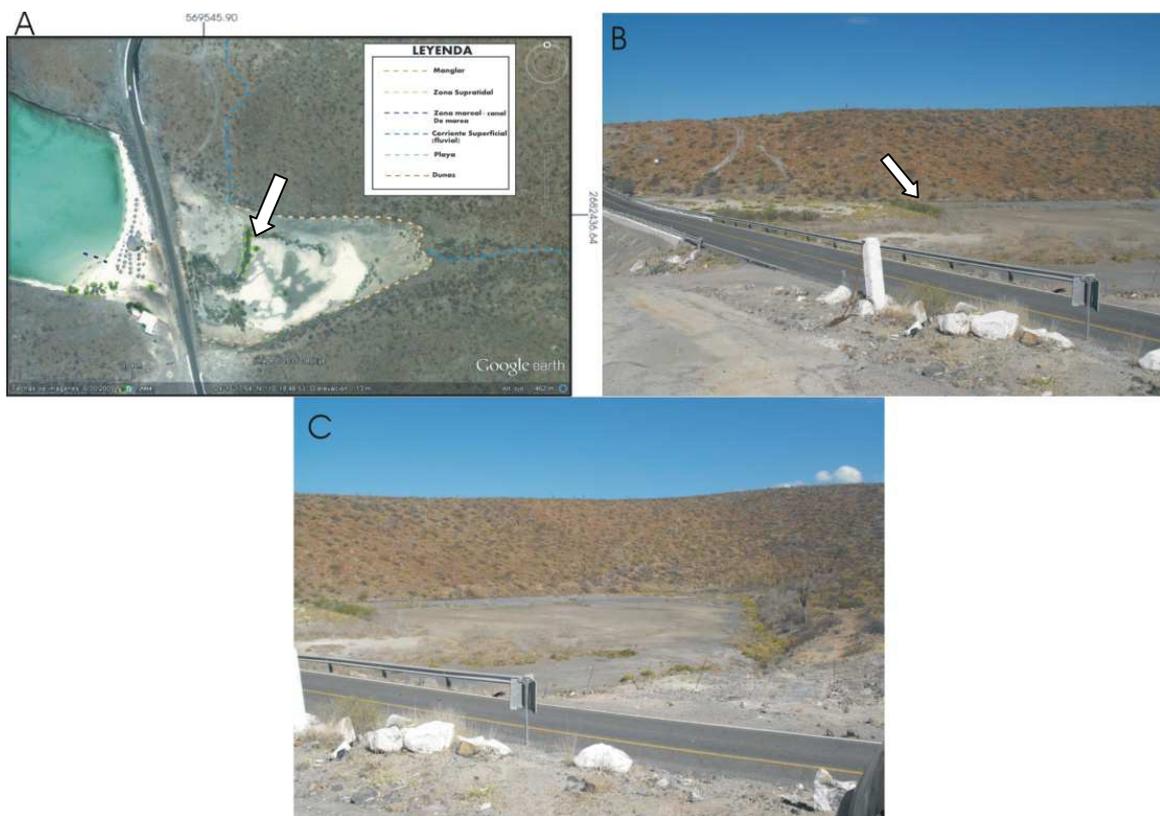


Fig. 90.- A.- *Imagen Google Earth (2011)*. La flecha indica la planicie donde se podrían realizar trabajos de rehabilitación al manglar. B y C.- Área vista desde la carretera, al fondo se observa la planicie y algunos árboles de manglar.

Planicie de inundación al Este de Pichilingue.- Es una planicie supratidal y un área topográficamente muy plana (figura 89). El sedimento es arenoso lodoso, donde se observa temporalmente la precipitación de sales en la superficie, evidenciando la

percolación de agua marina hasta esta zona; por lo tanto, el área actualmente es sin uso alguno. No existen arroyos de mayor tamaño en los alrededores. La transformación de este sitio en humedal de manglar requeriría la excavación de canales o de una laguna somera. El nuevo canal principal se conectaría al canal existente del manglar del sitio Unidad Pichilingue.



Fig. 91.- Sitio Escuela Secundaria Técnica Pesquera: La superficie ocupada por una salinera abandonada podría representar un lugar apto para recrear artificialmente un humedal de manglar (Tomado de *Google Earth* 2012).

El Tesoro.- Al Este de la carretera existe una planicie supratidal la cual antes de la construcción de la carretera formaba la zona marginal de la bahía (figura 90). Aún existe un relicto de un canal de marea con muy escasos árboles de manglar. Este sitio podría ser transformado en un humedal de manglar. Esto requeriría en primer lugar una comunicación marítima abierta por debajo de la carretera. Además, sería necesario realizar excavaciones para crear artificialmente canales.

Sitio Escuela Secundaria Técnica Pesquera.- Al Este de la carretera se localiza una pequeña salinera abandonada (figura 91). Los vasos de evaporación de esta salinera cubren lo que originalmente ha sido una planicie intertidal o supratidal; antes de la construcción de la carretera formaba la zona marginal de una pequeña bahía. No existe información sobre el estado natural de este sitio antes de su transformación

antropogénica. El sitio podría ser apto para recrear artificialmente un humedal de manglar (ver figura 92). Para tal efecto se tendría que modelar geomorfológicamente la superficie del sitio, aplanando los diques de los vasos de evaporación y excavar algunos canales. Desafortunadamente, no existe una conexión aparente entre el sitio y el mar por debajo de la carretera, pero, a pesar de la falta de un canal visible, si existe un cierto intercambio con el mar; la evidencia es la salinera que estaba funcionando hace un tiempo.



Fig. 92.- A y B.- Vista panorámica del sitio Escuela Secundaria Técnica Pesquera. Se observa el área general y la salinera abandonada.

8.- Conclusiones

En la bahía de La Paz existe un gran número de humedales de manglar, los cuales se distribuyen en el complejo insular Espíritu Santo-La Partida, al norte de la ciudad de La Paz y en la laguna de La Paz. En el presente estudio se consideró un total de 31 sitios. Los humedales son de tipo costero y se encuentran en bahías, en pequeñas lagunas separadas del mar y en estuarios. Se realizó una descripción básica y se evaluó el impacto antropogénico en cada uno de ellos. Para dicha evaluación se empleó una metodología, la cual considera una serie de criterios, cada uno con base en una escala.

En las islas Espíritu Santo y La Partida los humedales preservan prácticamente su estado virgen natural, los daños y modificaciones antropogénicas son incipientes. Algunos de los manglares de la zona al norte de la ciudad de La Paz igualmente preservan su estado natural sin exhibir daños mayores y degradación. No obstante, la mayoría de los humedales de manglar al norte de La Paz si muestran daños moderados hasta severos. La construcción de la carretera hacia Pichilingue posiblemente ha sido la modificación del sistema natural más importante en esta región. Otros factores que influyen en la

degradación son la intrusión humana y la urbanización. Algunos humedales desaparecieron por completo o casi por completo.

La situación de los humedales de manglar en la laguna de La Paz es similar. Algunos sitios exhiben manglares sanos con una degradación incipiente. Sin embargo, otros humedales presentan daños severos por factores variados. En la laguna, los humedales más dañados se ubican en la zona de Chametla-El Centenario.

Será de importancia desarrollar una estrategia integral para la conservación de los humedales de manglar. Más allá de proteger los manglares en su estado actual y mitigar amenazas, se proponen algunas medidas que pudieran impactar positivamente en su condición ambiental. Además, existen algunos sitios que pudieran ser estudiados para evaluar la posibilidad de crear artificialmente humedales de manglar sobre ellos.

La restauración de los manglares se puede realizar con dos metodologías de reforestación: la reforestación hidrodinámica (hidrológica) por colonización natural de superficies aptas y la reforestación artificial, la cual consiste en plantar o sembrar manglares; para ello se requiere que se tenga un conocimiento del régimen hidrológico del lugar, además de su geomorfología, sedimentología y otros factores. Para realizar una restauración exitosa de manglares, se deberían tomar en cuenta las causas para la desaparición del humedal del sitio en cuestión, las principales causas de los fracasos en la restauración de humedales de manglar en otras regiones y se requiere un monitoreo posterior.

En el momento de considerar sitios potenciales para crear artificialmente nuevos humedales de manglar, se requiere tomar en cuenta los factores ambientales para una colonización o reforestación efectiva, como la circulación marítima, la energía del oleaje, o el azolvamiento en los nuevos canales. Los humedales artificialmente creados deberían mantenerse a largo plazo por sí solo, sin mayores intervenciones del humano.

- Álvarez Arellano, A. D. y Murillo Jiménez, J. M., 1989. Cuerpos de agua inferidos a partir del registro micropaleontológico (Radiolario), en sedimentos superficiales del fondo marino de la Bahía de La Paz, B. C. S., México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Autónoma de México, 16 (1) 135-146 pp.
- Álvarez Arellano A., Rojas Soriano, H., y Prieto Mendoza J., 1997. Geología de la Bahía de La Paz y áreas adyacentes. En: *La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación*. Urbán R. J. y M. Ramírez (Eds). UABCS-CICIMAR-SCRIPPS. 13-29 pp.
- Álvarez León R., 2003. Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas, revisión bibliográfica y nuevas experiencias. *Madera y bosques*, 9(1), p. 3-25.
- Breceda Solís, A., Cortés Calva, P., y Galina Tessaro P., 2008. Sitios Ramsar en B.C. S. Humedales Mogote-Ensenada de La Paz, sistema Ripario-Estero de San José del Cabo. Primer Taller sobre sitios Ramsar en Baja California Sur. CIBNOR, 16 pp.
- Bojórquez Pérez, M. L., 1997. Usos actuales de la Franja Costera del Archipiélago Espíritu Santo, B. C. S., México. Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar, Depto. De Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, 48 pp.
- Brinson, M. M., 1993. A hydrogeomorphic classification for wetlands. Wetlands Research Program Technical Report WRP-DE-4. US Army Corps of Engineers Waterways Experimental Station, Vicksburg. 103 pp.
- Calder, I.R., 1999. *The Blue Revolution: Land Use and Integrated Water Resources Management*. Earthscan Publications Ltd., London.
- Carrera, E. y G. de La Fuente. 2003. *Inventario y Clasificación de Humedales en México. Parte I*. Ducks Unlimited de México, A. C. México, D. F. 239 pp.
- Cervantes Duarte, R., Guerrero Godínez, R., (1988). Variación espacio temporal de nutrientes de la Ensenada de La Paz, B. C. S., México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 15(2): 129-142 pp.
- Colectivo Pericú, 2013. Cancelan proyecto paraíso del mar. <http://www.colectivopericu.net/2013/02/20/cancelan-proyecto-paraíso-del-mar/>. Fecha de consulta: 5 de mayo 2013.
- Constanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van Den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, p. 253-260.
- Contreras Espinosa, F., 1983. *Las Lagunas Costeras Mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo, SECRETARIA DE PESCA. 203 pp.
- Convención Ramsar, 2012. Convenio de Ramsar. http://es.wikipedia.org/wiki/Convenio_de_Ramsar. Fecha de la consulta: 18 de noviembre 2012.
- Cruz Falcón A., Vázquez-Gonzalez R., Ramírez-Hernández J., Nava-Sánchez E. H., Troyo-Diéguez E., Rivera-Rosas J., Vega-Mayagoitia J. E., Precipitación y Recarga en la cuenca de La Paz, B. C. S., México. *Universidad y Ciencia* 27(3) 251-263 pp.
- Díaz Rivera E., Padilla Arredondo, G. y Pedrín Avilés, S., 1979. Evolución geológica de la laguna costera Enfermería en la Bahía de La Paz, durante la transgresión Holocénica. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 60 pp.

- Drake, W. R. 2005. Structural analysis, stratigraphy, and geochronology of the San José Island accommodation zone, Baja California Sur. Tesis de Maestría. Northern Arizona University, Flagstaff, 232 pp. (No publicado).
- EPOMEX 2012, Instituto de Ecología, pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. <http://epomex.uacam.mx>. Fecha de la consulta: 25 de marzo 2013.
- El Debate, 2013. Tribunal cancela permiso de mega proyecto Paraíso del Mar. <http://www.debate.com.mx/eldebate/movil/Articulomovil.asp?IdArt=12980433&IdCat=6103>. Fecha de consulta: 5 de mayo 2013.
- Fischer, R.; Galli-Ollivier, C.; Gidde, A. y Schwennicke, T. 1995. The El Cien Formation of southern Baja California, Mexico: Stratigraphic precisions. *Newsletters in Stratigraphy*, 32: 3, 137 – 161 pp.
- Fletcher, J. M.; Kohn, B. P.; Foster, D. A. y Gleadow, A. J. W. 2000. Heterogeneous Neogene cooling and exhumation of the Los Cabos block, southern Baja California: Evidence from fission-track thermochronology. *Geology*, 28: 2. 107 – 110 pp.
- González Zamorano, P., 2002. Estructura y Análisis espacial de la cobertura del manglar "El Conchalito", Baja California Sur. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional, CICIMAR. 88 pp.
- Greeson, P. E., Clark, J.R., y Clark, J.E. (Eds), 1978. Wetland functions and values-the state of our understanding: National Symposium on Wetlands, Lake Buena Vista, Fla., 1978, Proceedings: Minneapolis, Minn., American Water Resources Association, 388 pp.
- Gutiérrez Sánchez, S., 1987. Geomorfología, agua y sedimentos de la Caleta-Laguna de Balandra, Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 64 pp.
- INEGI 2004. Capas digitales de escurrimiento superficial y curvas de nivel, claves: G12D82-83 y F12B12-13 del estado de Baja California Sur, escala 1:50:000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Edición año 2004.
- INEGI 2006. Información Cartográfica Digital. Carta geológica La Paz G121011 del estado de Baja California Sur, escala 1:250,000. Edición 2006.
- INEGI 2007. Anuario Estadístico Edición 2007. Gobierno del Estado de Baja California Sur. 522 pp.
- IPN-CICIMAR/CIBNOR/UABCS, 2002. Ordenamiento Ecológico Bahía de La Paz, B.C.S. Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas/Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste/Universidad Autónoma de Baja California Sur. Informe preliminar. Abril, 2002. 466 pp.
- Jiménez-Illescas, 1997. Oceanografía física de la Bahía de La Paz, B.C.S. p. 31-41. En: La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación. Urbán, R. y Ramírez, R. (eds.), UABCS-CICIMAR-SCRIPPS.
- Jiménez, J. A., 1999. Ambiente, distribución y características estructurales en los manglares del Pacífico de Centroamérica: contrastes climáticos. Instituto de Ecología, A. C. México VICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD, EU. 68 pp.
- Jiménez-Quiroz, M. C., 1991. Contribución al conocimiento de los productores primarios de la Ensenada de La Paz. Análisis de la comunidad de Manglar. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. CICIMAR. 223 pp.

- Kusler, J., Mitsch, W.J. y Larson, J.S., 1994. Wetlands. *Scientific American* 270: 64-70.
- Lechuga-Devéze C., 2009. Taller: Definición de prioridades de conservación y restauración d humedales en la región Noroeste, CIBNOR Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., 130 pp.
- Lewis-R. R., 1979. Large scale mangrove restoration on St. Croix UIP. En: Proc. Sixth Annual Conf. on Restoration and Creation of Wetlands. Hillsborough Community College, Florida. 231-242 pp.
- Lewis Environmental Services, Inc., 1986. West lake park, Broward county, Florida”, Florida, 12 pp.
- Loa, L. E. 1994. Los manglares de México: sinopsis general de su manejo. 144-151 pp. En: Suman, d. (Ed.). El ecosistema de manglar en América Latina y La Cuenca del Caribe: Su manejo y Conservación. Florida. 263 pp.
- Lugo Hubp, J. I. 1988. Elementos de Geomorfología aplicada (Métodos cartográficos). Universidad Nacional Autónoma de México: Instituto de Geografía. 128 pp.
- Manual Ramsar, 2007. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 3ra. Edición 2007. Secretaría de a Convención de Ramsar. 114 pp.
- Mendoza, R., Amador, E., Llinas J. y Bustillos, J. 1984. Inventario de las Áreas de manglar en la Ensenada de Aripes, B. C. S. En: Memorias de la Primera Reunión sobre Ciencia y Sociedad: Presente y Futuro de la Ensenada de La Paz. México. U. A. B. C. S. y Gobierno del Estado de B. C. S. 43-52 pp.
- Mendoza Maravillas, A. 1990. Rasgos Geomorfológicos, sedimentología y geoquímica de los sedimentos de la barrera arenosa El Mogote de la Laguna de La Paz, Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 86 pp.
- Mitchell, B. 1999. La gestión de los recursos y del medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 436 pp.
- Mitsch, W.J. y Gosselink, J.G., 2000. Wetlands. 3ª. edición. John Wiley and Sons, Inc., New York. 920 pp.
- Nava Sánchez, E. H. y Cruz-Orozco, R., 1989. Origen y evolución geomorfológica de la Laguna de La Paz, Baja California Sur. Investigaciones Marinas CICIMAR, 49-58 pp.
- NOAA-Nacional Oceanic and Atmospheric Administration y United States Environmental Protection Agency, 2003. Una Introducción y Guía para Usuarios a la Restauración, Creación y Mejoramiento de Humedales.
- www.habitat.noaa.gov/pdf/pub_wetland_restore_guide_en_espanol.pdf.
- Odum, E. P., 1971. Fundamentals of Ecology, 3a edición. W.B. Saunders. Philadelphia, 574 pp.
- Padilla-Arredondo, Gustavo Díaz-Rivera, Ernesto y Pedrín-Avilez, Sergio, 1985. Transgresión holocénica en la laguna costera, Enfermería de la bahía de La Paz, B. C. S., México: Universidad Nacional Autónoma de México, Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, 47-58 pp.
- Pedrín-Avilés, Sergio, Padilla-Arredondo, Gustavo, Díaz Rivero, Ernesto, Sirkin Les, Stuckenrath Robert, 1992. Estratigrafía del Pleistoceno Superior-Holoceno en el área de la laguna costera de Balandra, estado de Baja California Sur: Universidad Nacional Autónoma de México, Inst. Geología. Revista Vol. 9, núm. 2. 170-176 pp.

- Pannier F. y Pannier Fraino R., 1977. Interpretación fisioecológica de la distribución de manglares en las costas del continente suramericano. *Interciencia*. Universidad Central de Venezuela. 2: (3) 153-159
- Ramírez-García P. Y Lot A., 1994. La distribución del manglar y de los pastos marinos en el Golfo de California, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Bot.* 65 (1): 63-72
- Ramsar, 2013. The List of Wetlands of International Importance 11 October 2013. <http://www.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf>. Fecha de la consulta: 15 de octubre 2013.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. 504 pp.
- Ruiz L. A., J. Acosta-Velásquez, F. Flores V., C.A. Berlanga R., N.A. Trilles R. y K. Monzalvo S. 2004. Aplicación de técnicas de percepción remota para el análisis de la distribución, extensión y estructura de sistemas de manglar en Baja California Sur, México. XI Simposio Latinoamericano sobre Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial. Santiago.
- Saintilan, N. S. 2004. Relations ships between estuarine geomorphology, wetland extent and fish landings in New South Wales estuaries. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 61:591-601.
- Sánchez-Carrillo, 2004. Hidrogeomorfología y ecología de los humedales costeros del Norte de Sinaloa y el Sur de Sonora: criterios para inventariar, valorar, ordenar y conservar los ecosistemas costeros del Noroeste de México.
- SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2001. Programa de Manejo Complejo Insular del Espíritu Santo. 164 pp.
- SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022. Diario Oficial (Primera Sección), p. 26-44.
- Semeniuk, V., 1980a. Mangrove Zonation along and eroding coastline in King Sound, north-western Australia. *Journal of Ecology*. 68:3. 789-812 pp.
- Semeniuk, V., 1980b. Long-term erosion of the tidal flats King Sound north- Western Australia. *Marine Geology*. 43: 21-48
- Semeniuk, V., 1983. Mangrove distribution in Northwestern Australia in relationship to regional and local freshwater seepage. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 53:11-31
- Semeniuk, V., 1985a. Mangrove environments of Port Darwin, Northern Territory: the physical framework and habitats. *Journal of the Royal Society of Western Australia*. 67: 81-97
- Semeniuk, V., 1985b. Development of mangrove habitats along ria shorelines in north and north-western tropical Australia. *Vegetation* 60:3-23
- Semeniuk, V., 1986. Terminology for geomorphic units and habitats along the tropical coast of Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*. 68: Part. 3 53-79
- Snedaker, S. C., 1982. Mangrove species zonation: why? Chapter I. *Tasks for Vegetation Science*. 2: 111-125
- Tovilla, H. C. 1994. Los Manglares. En: *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. De la Lanza y Cáceres (Eds). Universidad Autónoma de Baja California Sur. 1a. edición. 371-423 pp.

- Van Zuidam, R. A., 1986. Aerial Photo Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphic Mapping. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Smits Publishers. The Hague. 442 pp.
- Whitmore, R. C., R. Brusca, J. L. de la Luz, P. González-Zamorano, R. Mendoza, E. Amador-Silva, G. Holguín, F. Galván Magaña, F. Hastings, P. Cartron, J. L. Felger, R., Seminoff, J. & C. Mclvor. 2005. The Ecological importance of mangroves in Baja California Sur: Conservation implications for an endangered ecosystem. En: Biodiversity, Ecosystems and Conservation in Northern Mexico. Cartron, J.L. Cevallos, G. y R. Felger (Eds). P. Oxford University Press, New York.
- Williams, M. (ed), 1990. Wetlands: a threatened landscape. Blackwell, Oxford. 41 pp.
- Wright L. D., Roberts H. H., Coleman J. M. R. L. and Bowden L. W., 1973. Process-form Variability of multiclass coasts: Baja California. Coastal Studies Institute. Louisiana State University, Technical report No. 137.
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos. AGT Editores. México 189 pp.
- Yáñez-Arancibia, A. y Lara Domínguez, A. L. 1999. Los manglares de América Latina en la encrucijada. P. 9-16. En: A. Yáñez-Arancibia, A. y A. L. Lara Domínguez (Eds.) Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología, A. C. México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring. P. 9-16 pp.
- Z. Flores, E. 1998. Geosudcalifornia, Geografía, agua y ciclones. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 277 pp.