

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada



Valoración Ecológica de Humedales Costeros Pequeños del Noroeste de Baja California

TESIS
MAESTRIA EN CIENCIAS

ROCIO URAPITI RIVERA CAMPOS

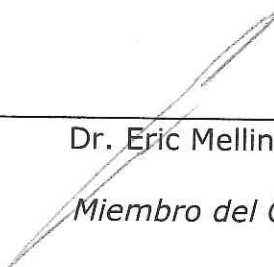
ENSENADA BAJA CFA, MEXICO JUNIO DE 2006

TESIS DEFENDIDA POR
Rocío Urapiti Rivera Campos
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ



Dr. Eduardo Palacios Castro

Director del Comité



Dr. Eric Mellink Bijtel

Miembro del Comité



Dr. Luis Alberto Delgado Argote

Miembro del Comité



Dr. Gorgonio Ruiz Campos

Miembro del Comité



Dr. Juan Carlos Herguera García

*Coordinador del programa en
Ecología Marina*



Dr. Raúl Ramón Castro Escamilla

Director de Estudios de Posgrado

13 de junio del 2006.

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DE ENSENADA**



**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS
EN ECOLOGÍA MARINA**

**VALORACIÓN ECOLÓGICA DE HUMEDALES COSTEROS PEQUEÑOS
DEL NOROESTE DE BAJA CALIFORNIA**

TESIS

**que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS**

Presenta:

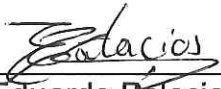
ROCIO URAPITI RIVERA CAMPOS

Ensenada, Baja California, México, junio del 2006.

RESUMEN de la tesis que presenta **Rocío Urapiti Rivera Campos**, como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en ECOLOGÍA MARINA. Ensenada, Baja California, México, junio del 2006.

VALORACIÓN ECOLÓGICA DE HUMEDALES COSTEROS PEQUEÑOS DEL NOROESTE DE BAJA CALIFORNIA

Resumen aprobado por:


Dr. Eduardo Palacios Castro
Director de Tesis

El desarrollo urbano y turístico en la zona costera del noroeste de Baja California está causando la degradación y pérdida de áreas naturales, que son valiosas para la conservación de la biodiversidad. En esta región, se encuentra un grupo de doce humedales costeros que por su tamaño pequeño y por la presencia de agua dulce están entre las áreas más amenazadas por las actividades humanas. Mediante la valoración ecológica se establecieron prioridades para la conservación de estos humedales. Con base en información bibliográfica y de campo se elaboró un perfil para cada humedal, que se usó para el análisis ecológico de las comunidades de flora, aves y peces. El análisis de sus características biológicas mostró que funcionan como hábitats para un número importante de especies de aves, mientras que su carácter dinámico los limita como un hábitat estable para las especies de peces. La flora se compuso de un número elevado de especies exóticas, especialmente en los humedales del norte debido a la cercanía de zonas urbanas. La riqueza regional de estos humedales fue de 252 especies de plantas terrestres (nativas y exóticas), 186 especies de aves (acuáticas y terrestres) y 20 especies de peces. El análisis de sus características abióticas indicó que once de estos sitios son estuarios y solamente El Ciprés es una laguna de agua dulce. El tamaño de cada humedal se relacionó con el tamaño de su cuenca hidrográfica y con la longitud del cauce de su arroyo. Los humedales resultaron ambientes singulares pues sus comunidades presentaron una similitud baja (índice Sorensen) y un número alto de especie exclusivas. La importancia ecológica de los humedales, con base en criterios ecológicos y grado de disturbio antropogénico, se ordenó mediante la técnica de análisis multicriterio "Proceso de Análisis Jerárquico" (AHP). Los humedales de importancia alta fueron El Rosario, La Misión, Santo Domingo y Santo Tomás porque obtuvieron valores altos de riqueza, heterogeneidad, especies de aves migratorias y anidantes, aunque fueron de tamaño variable. Los humedales de importancia media fueron El Ciprés, San Rafael, San Telmo y El Salado, con valores intermedios de riqueza, poca importancia para la anidación de aves y como hábitat para aves de marisma, pero fueron sitios relativamente importantes para aves migratorias. Los humedales de importancia baja fueron Cantamar, El Descanso, San Miguel y San Simón porque presentaron riquezas bajas, poca importancia como habitat para aves anidantes, migratorias, y aves de marisma;

ABSTRACT of the thesis presented by **Rocío Urapiti Rivera Campos** as a partial requirement to obtain the **MASTERS OF SCIENCE** degree in **MARINE ECOLOGY**. Ensenada, Baja California, Mexico, junio 2006.

ECOLOGICAL VALUATION OF SMALL COASTAL WETLANDS OF NORTHWESTERN BAJA CALIFORNIA

Urban and tourist development on the coastal zone of northwestern Baja California is causing the degradation and loss of natural areas, that are valuable to conservation of biodiversity. In this region, there is a group of 12 coastal wetlands that due to their small size and the presence of freshwater, are among the areas most threatened by human activities. Conservation priorities for these wetlands were established through an ecological valuation. Based on literature and field data, a wetland profile was elaborated and used to analyze the community ecology of flora, birds and fish. The analysis of their biological features showed that these wetlands function as habitats for an important number of species of bird, whereas its dynamic nature restrain them as a stable habitat for fish. Flora included a high number of exotic species, especially in the northernmost wetlands, probably due to their proximity of urban zones. Regional richness in these wetlands was 252 species of plants (native and exotic), 186 species of birds (waterbirds and landbirds), and 20 species of fish. The analysis of their physical characteristics indicated that 11 of these wetlands are estuaries and only El Ciprés is a freshwater lagoon. The size of each wetland was related with the size of its hydrological watershed and the length of its corresponding river bed. The wetlands were singular ecosystems since their communities had a low similarity (Sorensen index) and a high number of exclusive species. The ecological importance of the wetlands was ordered through a multicriteria technique known as Analytical Hierarchy Process (AHP), and it was based on ecological criteria and degree of human disturbance. The most important wetlands were El Rosario, La Misión, Santo Domingo, and Santo Tomás because they had high values of richness, heterogeneity, and number of species of migratory and nesting birds. Important wetlands included El Ciprés, San Rafael, San Telmo, and El Salado since they presented intermediate values of richness, little importance as habitat for nesting birds and marsh bird, but they were relatively important sites for migratory bird species. The less important wetlands were Cantamar, El Descanso, San Miguel, and San Simón because they had low richness, little importance as habitat for nesting, migratory, and marsh birds; and a low heterogeneity and small size, with the exception of San Simón. The AHP and the criteria designed for this analysis turned out to be a suitable tool to the ecological valuation of these 12 wetlands. This assessment represents a relevant input for the planning and management of natural areas and resources along the coastal zone of the region Tijuana-El Rosario.

Key words: Wetlands of Baja California, ecological valuation, multicriteria analysis.

tuvieron una heterogeneidad baja y su tamaño fue pequeño con excepción de San Simón. El AHP y los criterios diseñados para este análisis, resultaron una herramienta adecuada para la valoración ecológica de estos doce humedales. Esta valoración representa un insumo relevante para la planeación y manejo de áreas y recursos naturales en la región costera Tijuana-El Rosario.

Palabras clave: Humedales de Baja California, valoración ecológica, análisis multicriterio.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a todas las personas que en los últimos dos años han formado parte de mi vida, haciéndola más llevadera, feliz y llena de enseñanzas.

En primer lugar a las chispitas que no me dejan descansar y que son mi mayor fuente de energía: David y Mariana.

A mi mamá por todo el apoyo que siempre me ha brindado, por darme más de lo que merezco, facilitarme tanto las cosas y respetar mis decisiones aun las más descabelladas.

A mi hermana por su apoyo, compañía y por contagiarme un poco de su forma de ver la vida. Por compartir su perspectiva mágica de sentir y expresar.

A mi papá por su paciencia y amor a pesar de la distancia.

A los amigos de antes, de ahora y de siempre que han dejado muestras de su cariño durante tantos años. Por su paciencia, su ayuda, apoyo incondicional, confianza, por los buenos ratos y la compañía.

Por último, una mención especial a las personas que se cruzaron en este largo proceso y que a veces sin la intención, me hicieron pasar momentos muy divertidos.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por el apoyo económico para la realización de la maestría.

A CICESE por las facilidades otorgadas para realizar el posgrado.

Agradezco la guía, la revisión, los comentarios y el tiempo dedicado al comité de tesis formado por Dr. Eduardo Palacios Castro, Dr. Eric Mellink Bijtel, Dr. Luis Alberto Delgado Argote y Dr. Gorgonio Ruiz Campos. Especialmente a Eduardo, por su apoyo en situaciones diversas....gracias!.

A los que se tomaron la molestia y el tiempo de enviarme la bibliografía: Hem Nalini Morzaria, Octavio Aburto, Roberto Carmona, Dr. Findlay, Dr. Riemann, Rogelio Vázquez y Dr. Gorgonio Ruiz (espero no haber olvidado a nadie).

A Mario Salazar por la información de vegetación, las asesorías, la ayuda en la obtención de datos, además de la amistad que compartimos durante las faenas de trabajo.

A Socorro Muñoz que con gran paciencia y disposición me ayudo en el cálculo y recálculo de las áreas.

A Shivani por la tediosa realización de todos los trámites en Ensenada, la colecta de las firmas, la impresión de formatos, corrección de errores de última hora, etc. Muchas gracias!!!!

A Hugo Riemann por la información brindada y las asesorías.

A mis maestros del posgrado, en especial aquellos que me brindaron un panorama más amplio de la ecología: a Oscar Sosa, Vicente Ferreira, Axa Rocha y Sharon Herzka.

A las nanas que me suplantaron parte del día para poder cumplir con mis otras obligaciones: la estancia infantil de CICESE y Dalila Ruiz, eternamente agradecida por la calidad y el cariño en el cuidado de mis peques durante mi estancia en Ensenada. Y a las nanas pacañas que me han ayudado tanto: Marú, Silvina, Abuela Elisa, Mónica, Adriana, Ineelva y Rosa, les agradezco por las horas y los días que han acudido en mi ayuda, sin ustedes no sería posible mi rutina diaria.

A mi mamá y hermana que estuvieron apoyando todo el tiempo y que siempre llegan al rescate, en el momento más oportuno.

A mis compañeros de maestría, sobre todo aquellos que se transformaron en amigos: Mario Ramade, Julio Palleiro, Iris segura y Luz Hernández.

A TODOS mis viejos amigos y amigos viejos (que afortunadamente son varios) por el apoyo, la compañía y las porras. En especial a Georgina Saad.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
<i>I.1. Antecedentes.....</i>	<i>4</i>
<i>I.2. Objetivo general.....</i>	<i>9</i>
<i>I.3. Objetivos específicos.....</i>	<i>9</i>
II. MÉTODOS.....	10
<i>II.1 Área de estudio.....</i>	<i>10</i>
<i>II.1.1. Descripción de los humedales costeros pequeños del noroeste de Baja California.....</i>	<i>13</i>
<i>II.2 Caracterización de los humedales.....</i>	<i>26</i>
<i>II.2.1. Clasificación.....</i>	<i>26</i>
<i>II.2.2. Características abióticas.....</i>	<i>27</i>
<i>II.2.3. Características bióticas.....</i>	<i>28</i>
<i>II.2.4. Usos de los humedales.....</i>	<i>30</i>
<i>II.3. Descriptores ecológicos.....</i>	<i>31</i>
<i>II.3.1. Abundancias.....</i>	<i>31</i>
<i>II.3.2. Riqueza.....</i>	<i>32</i>
<i>II.3.3. Diversidad.....</i>	<i>32</i>
<i>II.3.4. Similitud.....</i>	<i>33</i>
<i>II.3.5. Especies exclusivas.....</i>	<i>33</i>
<i>II.3.6. Heterogeneidad.....</i>	<i>33</i>
<i>II.3.7. Patrones ecológicos.....</i>	<i>34</i>
<i>II.4. Valoración ecológica.....</i>	<i>37</i>
III.RESULTADOS.....	40
<i>III.1 Caracterización de los humedales.....</i>	<i>40</i>

CONTENIDO (Continuación)

	Página
<i>III.1.1. Clasificación.....</i>	40
<i>III.1.2. Características abióticas.....</i>	40
<i>III.1.3. Características bióticas.....</i>	46
<i>III.1.4. Usos de los humedales.....</i>	55
<i>III.2. Descriptores ecológicos.....</i>	56
<i>III.2.1. Riqueza y abundancias.....</i>	56
<i>III.2.2. Diversidad.....</i>	59
<i>III.2.3. Similitud.....</i>	61
<i>III.2.4. Especies exclusivas.....</i>	64
<i>III.2.5. Heterogeneidad.....</i>	66
<i>III.2.6. Patrones ecológicos.....</i>	67
<i>III.3. Valoración ecológica.....</i>	70
IV.DISCUSIÓN.....	73
V. CONCLUSIONES.....	86
VI. LITERATURA CITADA.....	88
ANEXOS.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mapa del área de estudio que muestra la localización de los humedales pequeños evaluados en este estudio.	12
2	Imagen (IKONOS) de Cantamar, Baja California.	14
3	Imagen (IKONOS) de El Descanso, Baja California.	15
4	Imagen (IKONOS) de La Misión, Baja California.	16
5	Imagen (IKONOS) de San Miguel, Baja California.	17
6	Imagen (IKONOS) de El Ciprés, Baja California.	18
7	Imagen (Firemapper e INEGI 1:50,000) de Santo Tomás, Baja California.	19
8	Imagen (Firemapper e INEGI 1:50,000) de El Salado, Baja California.	20
9	Imagen (Firemapper e INEGI 1:50,000) de San Rafael, Baja California.	21
10	Imagen (Firemapper e INEGI 1:50,000) de San Telmo, Baja California.	22
11	Imagen (Firemapper e INEGI 1:50,000) de Santo Domingo, Baja California.	23
12	Imagen (IKONOS) de San Simón, Baja California.	24
13	Imagen (IKONOS) de El Rosario, Baja California.	25
14	Intervalo de salinidad del agua de los humedales durante 1996-1997 (datos de Ruiz Campos <i>et al.</i> 2000) y tipo de bocana. Los sitios se encuentran ordenados de norte a sur. Las líneas verticales indican el rango y las horizontales el valor promedio.	42
15	Intervalo de temperatura del agua de los humedales durante 1996-1997 (datos de Ruiz Campos <i>et al.</i> 2000). Los sitios se encuentran ordenados de norte a sur. Las líneas verticales indican el rango y las líneas horizontales el valor promedio. En el caso de El Ciprés y Santo Domino fueron valores únicos.	44

Figura		Página
16	Intervalo de oxígeno disuelto del agua de los humedales durante 1996-1997 (datos de Ruiz Campos <i>et al.</i> 2000). Los sitios se encuentran ordenados de norte a sur. Las líneas verticales indican el rango y las líneas horizontales el valor promedio.	45
17	Mapa de la región norte de Baja California que muestra a los humedales con sus respectivas cuencas hidrográficas y cauces de arroyos. Los cuadros negros representan el tamaño relativo de los diferentes humedales.	47
18	Porcentaje de la presencia temporal de las aves en los humedales pequeños del noroeste de Baja California.	50
19	Porcentaje de la presencia temporal de los peces en los humedales pequeños del noroeste de Baja California.	54
20	Valores de diversidad (Inverso de Simpson) de la flora, aves y peces de los humedales pequeños del noroeste de Baja California.	60
21	Dendrograma que muestra la similitud de los humedales utilizando la presencia-ausencia (Coeficiente de Sorensen) de los tres grupos taxonómicos (flora, aves y peces).	61
22	Dendrograma que muestra la similitud de los humedales utilizando la presencia-ausencia (Coeficiente de Sorensen) de la flora terrestre.	63
23	Dendrograma que muestra la similitud de los humedales utilizando la presencia-ausencia (Coeficiente de Sorensen) de la avifauna.	63
24	Dendrograma que muestra la similitud de los humedales utilizando la presencia-ausencia (Coeficiente de Sorensen) de la ictiofauna.	64
25	Diagrama de dispersión donde se observa la relación entre el área del humedal y a) Área de la cuenca, b) Longitud de cauces de los arroyos y c) Volumen de precipitación total. Los sitios se encuentran ordenados de norte a sur: Cantamar (CM), El Descanso (ED), La Misión (LM), San Miguel (SM), El Ciprés (EC), Santo Tomás (ST), El Salado (ES), San Telmo (TE), San Rafael (SR), San Simón (SS) y El Rosario (ER).	69

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I	Características generales de la región noroeste de Baja California, México.	11
II	Descripción de los hábitats presentes en los humedales costeros pequeños de Baja California.	36
III	Criterios de evaluación en orden de importancia y sus indicadores utilizados en el análisis multicriterio AHP.	39
IV	Características abióticas de los humedales, que incluyen superficie de los humedales y de sus respectivas cuencas, longitud de los cauces de los arroyos y el volumen de precipitación total en la cuenca.	46
V	Especies endémicas de la flora y categorías de conservación según Hickman (1993), Wiggins (1980), Oberbauer (1991) y la Norma oficial Mexicana NOM 059-2001 (SEMARNAT, 2002).	49
VI	Listado de especies de aves que anidaron durante 2002 en los humedales pequeños (Ruiz Campos <i>et al.</i> 2005).	52
VII	Listado de especies de la avifauna de los humedales, catalogadas en la NOM-059-ECOL-2001 en algún estado de conservación (SEMARNAT, 2002).	53
VIII	Listado de especies de la ictiofauna de los humedales en algún estado de conservación, registrada en la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002), Ruiz Campos <i>et al.</i> (2000) y en Ruiz Campos y González Guzmán (1996).	54
IX	Riqueza por grupo taxonómico, riqueza total y abundancia para cada uno de los humedales pequeños del Noroeste de Baja California. La riqueza de la flora se muestra separada en especies exóticas y nativas, la riqueza de aves se separó en aves acuáticas y terrestres.	59
X	Número de especies exclusivas por grupo taxonómico de los humedales pequeños del noroeste de Baja California. El número de especies exclusivas de la flora se separó en exóticas y nativas, también se incluyen el total de especies exclusivas por sitio y el total de especies exclusivas por grupo taxonómico.	66

Tabla		Página
XI	Tipos de hábitats presentes en cada humedal, mostrando el número total de hábitats y la diversidad de hábitats por humedal.	67
XII	Matriz de impacto con los valores ordinales de los doce indicadores para el análisis de AHP (Ver tabla III de la sección de métodos para abreviaturas).	71
XIII	Matriz de comparación de los seis criterios con sus respectivos pesos (Ver tabla III de la sección de métodos para abreviaturas).	71
XIV	Matriz de comparación pareada de los seis grupos de indicadores con sus pesos correspondientes y los pesos totales para cada indicador (Ver tabla III de la sección de métodos para abreviaturas).	72
XV	Matriz de impacto con los productos de los valores ordinales multiplicados por los pesos totales de los indicadores y los enfoques para cada uno de los humedales (Ver tabla III de la sección de métodos para abreviaturas).	72

ANEXOS

- Anexo I Escala de medidas utilizada para determinar la importancia de un criterio sobre otro en el análisis multicriterio AHP (Saaty, 1977).
- Anexo II Características bióticas de los pequeños humedales incluye la riqueza de especies, número de especies exóticas, número de especies nativas, número de especies con categoría de conservación y la ocurrencia temporal de peces y aves.
- Anexo III Listado de especies de la vegetación terrestre de los humedales pequeños, que incluye la riqueza y abundancia por humedal y la riqueza total.
- Anexo IV Listado específico de la avifauna de los humedales pequeños que incluye la riqueza y la abundancia durante los muestreos estacionales de 2002.
- Anexo V Listado de especies de la ictiofauna de los humedales pequeños, separado por su derivación ecológica, incluye la riqueza y abundancia por humedal.
- Anexo VI Registro de los usos actuales cada uno de los humedales pequeños.
- Anexo VII Aprovechamientos superficiales de los arroyos y balance hídrico de las cuencas hidrográficas. El balance hídrico se calculó con la diferencia entre la precipitación total anual y el gasto de agua anual por aprovechamientos superficiales (datos de Riemann, 2004).

I. INTRODUCCIÓN

Los humedales son zonas de transición entre ecosistemas terrestres y acuáticos (Maltby, 1991). Son ambientes altamente dinámicos y difíciles de delimitar, que comparten tres características principales: la presencia temporal o permanente de agua, suelos específicos que difieren de tierras adyacentes y vegetación adaptada a condiciones húmedas o sumergidas (Mitsch y Gosselink, 1993). Existen tantas definiciones como tipos de humedales, pero en este trabajo el concepto de humedal se basó en la definición de RAMSAR¹, por su cobertura mundial y por abarcar cualquier tipo de humedal. De acuerdo con esta Convención los humedales se definen como: “extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubierta de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Se podrán incluir sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja cuando se encuentren dentro del humedal” (Secretaría de la Convención RAMSAR, 2004).

Los humedales costeros son importantes porque son ecosistemas con tasas altas de producción primaria y secundaria; áreas de refugio, desove o reclutamiento de varias especies de animales; tienen la capacidad de aumentar la

¹ La Convención RAMSAR constituida en 1971 es el único tratado internacional pertinente a los humedales y su vida silvestre que tiene como objetivos detener la progresiva fragmentación y pérdida de humedales y protegerlos para su conservación y uso adecuado. Esta Convención reconoce el valor ecológico y económico que brindan estos ecosistemas y busca promover la protección de humedales internacionalmente significativos (Secretaría de la Convención RAMSAR, 2004).

calidad del cuerpo de agua mediante el filtrado de sedimentos, nutrientes y contaminantes, ayudan a reducir la erosión de la línea de costa y protegen de las inundaciones a sus áreas adyacentes (Zedler, 1994).

Los servicios que proporcionan los humedales incluyen: recarga de acuíferos; concentración de materiales como arena y grava; producción de plantas útiles para consumo humano o para pastoreo de ganado y madera para construcción o producción de papel. Además son hábitats de fauna útil como alimento; son terrenos aptos para cultivos (agricultura, horticultura, acuacultura); y son sitios atractivos para la recreación y para educación (Löffler, 1990).

A pesar de las funciones, beneficios y valores que últimamente se les ha reconocido a los humedales, éstos se encuentran entre los ecosistemas más amenazados del mundo (Maltby, 1991). Las causas de su reducción y desaparición se relacionan con actividades antropogénicas tales como la contaminación, la modificación de los patrones hidrológicos, la explotación excesiva de sus recursos y el relleno, dragado o drenado para destinarlos a otros usos (Carrera González y De la Fuente de León, 2003).

La pérdida de humedales que en Estados Unidos de América ha sido del 50%, ha llevado consigo una disminución importante de la biodiversidad que depende de estos ecosistemas (Dahl, 1990). Puesto que la pérdida continua del hábitat es la causa principal de la tasa actual de extinción de especies, la conservación del hábitat es clave para el mantenimiento de la biodiversidad y de los procesos ecológicos y evolutivos (Margules y Usher, 1981).

En México no se ha experimentado la destrucción de humedales en magnitud comparable con lo documentado para Estados Unidos de América (Dahl, 1990). Sin embargo, la zona costera de nuestro país está teniendo un crecimiento acelerado y generalmente no regulado, lo que amenaza la integridad ecológica de los ecosistemas y sus recursos naturales (Escofet y Espejel, 1999).

Específicamente en la zona costera de Baja California, el desarrollo turístico y urbano está progresando rápidamente. Desde la terminación de la carretera transpeninsular en 1972, el turismo, la pesca deportiva, la caza, la observación de ballenas y el tránsito de vehículos se incrementaron entre 100 y 160% en toda la península (Kramer y Migoya, 1989). Estas actividades han provocado la reducción y modificación de los hábitats y en consecuencia una pérdida de la biodiversidad de la flora y fauna nativa.

Entre los ecosistemas más afectados por el desarrollo costero urbano y turístico en Baja California se encuentran los humedales costeros (Escofet y Espejel, 1999). A lo largo de la costa occidental de Baja California, existe una cadena de humedales, de los cuales el Estero de Punta Banda y Bahía San Quintín son los más conocidos y en los que se ha enfocado principalmente la atención de científicos y administradores de recursos. El resto de los humedales costeros dentro de esta región son de menor extensión y se caracterizan por la presencia de agua dulce, lo que ha fomentado el establecimiento de poblados y actividades productivas en estos ambientes y sus zonas aledañas. Aunque existen trabajos aislados sobre algunos de estos sitios, su importancia en la biodiversidad regional se desconoce. El uso de estos humedales y sus recursos está ocurriendo

de manera creciente y desordenada, puesto que no existe un plan de manejo que los incluya. La planeación y establecimiento de los proyectos de desarrollo en la región le han dado prioridad a las necesidades sociales y han dejado a un lado las evaluaciones ambientales (Escofet y Espejel, 1999).

En este trabajo se valora desde un punto de vista ecológico a un grupo de doce humedales costeros, para priorizarlos con miras a su conservación. Para ello se utilizó un método multicriterio con base en criterios ecológicos y de disturbio antropogénico. Los resultados aportarán información útil para la planeación e implementación de programas de manejo, políticas de uso de suelo o decisiones de conservación del corredor turístico Tijuana-El Rosario.

I. 1. Antecedentes

La evaluación del medio natural es un procedimiento que permite emitir juicios con base en criterios de valor (biológicos, ecológicos, económicos, sociales y culturales) para clasificar, seleccionar o priorizar a los sitios con fines de conservación, manejo o planeación del uso de suelo. Las evaluaciones son útiles para diseñar sistemas preventivos, desde la evaluación de impacto ambiental hasta las estrategias de desarrollo sustentable. Estas evaluaciones puede servir a los poderes públicos y a las organizaciones conservacionistas para desarrollar sus políticas, programas de manejo, emprender acciones de conservación y para el seguimiento de los efectos de la aplicación de un plan determinado (García Leyton, 2004).

Las evaluaciones ambientales en humedales se han realizado

principalmente para seleccionar sitios con fines de conservación, generalmente como hábitat clave para las aves, tanto en países europeos como en Estados Unidos (Van Der Ploeg y Vlijm, 1978; Williams, 1980; Götmark *et al.* 1986). Uno de los métodos utilizado comúnmente para la valoración de sitios es el criterio del 1% que consiste en considerar un sitio importante si este alberga un cierto porcentaje de la población biogeográfica de la especie. Basándose en este método, la Convención RAMSAR han promovido la protección de 335 humedales en 39 países (Anselin *et al.* 1989).

Otro método utilizado para valorar humedales ha sido la elaboración de índices con base en su avifauna. Williams (1980) evaluó humedales de Gran Bretaña utilizando un índice jerárquico que incluyó tres criterios: el uso del sitio por la avifauna, la rareza y la diversidad. Götmark *et al.* (1986) compararon cinco índices en humedales de Suecia. Dos de estos índices se basaron en la diversidad y tres en la rareza, encontrando que ninguno de los índices consideró todos los aspectos relevantes para una evaluación adecuada de la avifauna de los sitios. Margules y Usher (1981) analizaron nueve trabajos que utilizaron distintos criterios de evaluación ecológica de humedales en Europa y Estados Unidos de América. Los criterios más utilizados fueron riqueza, diversidad de hábitats, rareza, naturalidad, amenazas por interferencia humana y representatividad.

Las funciones ecológicas de los humedales como herramienta de evaluación fue estudiada por Findlay *et al.* (2002) en humedales de Estados Unidos. Ellos exponen las dificultades de establecer las funciones ecológicas de acuerdo con el tipo de humedal y la elección de los humedales de referencia, así

como lo costoso del procedimiento. Sin embargo, proponen este método como una herramienta útil para evaluación, manejo y restauración de humedales.

Para comparar la eficacia del análisis multicriterio en la valoración ecológica Anselin *et al.* (1989) aplicaron la técnica Proceso de análisis jerárquico (AHP) en la avifauna anidante de 47 humedales de Suecia, encontrando que el AHP fue un método flexible y fácil de utilizar. Ridgley y Rijsberman (1992) realizaron una evaluación utilizando AHP para planear el uso de suelo de un estuario de Europa, con resultados satisfactorios. Li *et al.* (1999), utilizaron el AHP para definir la zona de amortiguamiento del humedal costero Yancheng en China (Declarado como Reserva de la Biosfera Internacional desde 1992). Lahdelma *et al.* (2000) analizaron las ventajas de utilizar los métodos multicriterio en la planeación ambiental y en el manejo de recursos. Posteriormente, Ananda y Herath (2003) utilizaron AHP para incorporar las preferencias de los diferentes tomadores de decisiones en la planeación de bosques y más adelante, Herath (2004) utilizó el AHP para incorporar los criterios discrepantes de los tomadores de decisiones en los humedales de Australia. En ambos trabajos concluyen que el AHP es una buena técnica para evaluar opciones de manejo ya que se pueden incluir objetivos múltiples y se pueden considerar las distintas preferencias de los sectores involucrados. Recientemente, Moffett y Sarkar (2006) realizaron una revisión 26 métodos multicriterio que pueden ser utilizados para el diseño de áreas de conservación. En este trabajo mencionan que el AHP ha sido muy utilizado en conservación y que posee ventajas metodológicas con respecto a otros métodos.

En México, se carece de un inventario de los recursos naturales de los

humedales costeros a pesar de su importancia ambiental y económica. Contreras (1985) compiló un catálogo de lagunas costeras de México y sus características hidrológicas más relevantes. Entre 1991 y 2003, Ducks Unlimited de México (DUMAC) realizó un directorio y clasificación de todos los humedales de México (Carrera González y De la Fuente León, 2003), con base en la clasificación de Humedales y Aguas Profundas de Estados Unidos (Cowardin *et al.* 1979). Bahía San Quintín fue el único humedal de Baja California que fue incluido en este inventario.

Los estudios de avifauna han destacado la importancia de los humedales de Baja California como sitios de anidación a nivel regional, considerando la pendiente costera del noroeste de la península de Baja California como una de las regiones biogeográficas más ricas en especies de aves anidantes, que alberga un número importantes de taxa que solo anidan en esta región de México (Howell, 2001).

A nivel regional, los estudios de humedales de Baja California se han enfocado principalmente al Estero de Punta Banda y Bahía San Quintín. Estos humedales han sido ampliamente estudiados en cuanto a su hidrología, flora (acuática y terrestre), fauna (acuática y terrestre), contaminación, uso de suelo, estudios socio económicos y de ordenamiento (ver bibliografía en http://proesteros.cicese.mx/investigacion/inv_hum/).

Los trabajos puntuales sobre el resto de humedales costeros de la región mediterránea de Baja California, tratan sobre avifauna de El Rosario (Ruiz Campos y Rodríguez Meraz, 1993), insectos y peces del arroyo El Descanso

(Sánchez González *et al.* 2001), insectos odonatos en el arroyo Santo Tomás (Ávila Caballero, 1990), presencia de lamprea en el arroyo Santo Domingo (Ruiz Campos y González Guzmán, 1996) y peces del arroyo La Misión (Cabrera Santillán, 1997). Además existe un trabajo sobre una propuesta de manejo para el uso del suelo (Jones, 1995) del humedal El Ciprés y una tesis de ordenamiento ambiental para un plan de manejo de la cuenca del Arroyo Santo Domingo (Zúñiga Castillo, 1995).

Existen tres trabajos que abarcan un conjunto de los humedales costeros pequeños de Baja California, que no incluyen a Estero de Punta Banda y Bahía San Quintín. Estos trabajos estudiaron la avifauna acuática y terrestre (Ruiz Campos *et al.* 2005), la infauna (Hernández, 2004) y la ictiofauna (Ruiz Campos *et al.* 2000), aportando un análisis un análisis comparativo a escala regional de la distribución espacial y temporal de los grupos taxonómicos estudiados. Todos concluyen que los humedales pequeños son sitios de importancia ecológica que se encuentran amenazados por el desarrollo urbano y turístico al ubicarse en el corredor costero Tijuana-El Rosario, y que requieren de protección para el mantenimiento de su biodiversidad.

En este trabajo se realizó un análisis ecológico y una evaluación ambiental que permitió valorar y establecer prioridades de conservación de humedales en la región, con base en la información disponible sobre aspectos bióticos y abióticos de doce humedales costeros.

I.3. Objetivo general

Determinar la importancia ecológica relativa de un grupo de humedales costeros pequeños del noroeste de Baja California.

I.4. Objetivos específicos

- Realizar el perfil ecológico de doce humedales del noroeste de Baja California
- Describir y comparar los atributos de las comunidades de flora, aves y peces de los humedales pequeños del noroeste de Baja California
- Comparar los patrones ecológicos entre comunidades y sitios
- Priorizar a los humedales de acuerdo con características ecológicas y de disturbio antropogénico.

II. MÉTODOS

II.1. Área de estudio

El área de estudio comprende un conjunto de doce humedales costeros ubicados en la región noroeste de la península de Baja California entre Tijuana y El Rosario, Baja California (Fig. 1). Los humedales se ubican en las desembocaduras de los arroyos que fluyen hacia el Océano Pacífico. En la mayoría de estos arroyos la descarga de agua dulce al mar es temporal, en condiciones extremadamente secas, aunque puede haber períodos con precipitación alta que originan una descarga de agua permanente (Tamayo y West, 1964).

En este trabajo, se dividió a los humedales pequeños en norteños y sureños de acuerdo con la fisiografía de la región. Se consideraron como humedales norteños aquellos que son originados por arroyos que nacen en la Sierra Juárez (desde Cantamar a El Salado) y como humedales sureños (San Rafael a El Rosario) a los originados por arroyos que nacen en la Sierra San Pedro Mártir (Fig. 1).

Las características geológicas, fisiográficas, edafológicas, hidrológicas y de la vegetación de la región noroeste de Baja California, se resumen en la Tabla I.

Tabla I.- Características generales de la región noroeste de Baja California, México.

Clima y precipitación	Los climas secos son predominantes en la porción norte y noroeste del estado. Los climas son secos templados (ladera de las sierra y zona costera) y semifríos (zonas más elevadas de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir) cuyos regímenes de lluvia son invernales. Las precipitaciones más abundantes ocurren en los meses de diciembre y enero, y en el caso de los climas templados y semifríos se prolonga hasta febrero y marzo (INEGI, 1995).
Litología	Las sierras orientadas en sentido noroeste-sureste, están formadas básicamente por rocas graníticas parcialmente cubiertas por rocas sedimentarias y volcánicas más recientes (INEGI, 1995). Baja California está constituida litológicamente por una gran variedad de rocas de los tres tipos fundamentales, es decir: ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades abarcan desde el Paleozoico hasta el Cuaternario (INEGI, 1995).
Fisiografía	Tiene una topografía variable donde contrastan lomeríos, sierras, valles. Las altitudes van desde el nivel del mar hasta los picos más altos de las sierras Juárez (1,800 msnm) y San Pedro Mártir (3,100 msnm) (INEGI, 1995). El principal sistema orográfico de Baja California cruza longitudinalmente al Estado; se inicia al Norte, en la Sierra Juárez, y continúa al Sur con el nombre de Sierra de San Pedro Mártir, donde se divide en sierras más pequeñas, con diferentes nombres. El sistema montañoso recorre todo lo largo de la península, con pendientes suaves en la región noroeste de Baja California (INEGI, 1995). A lo largo de toda la línea de la costa occidental de la península, están presentes las playas arenosas, las costas rocosas, las playas con acantilados, las dunas costeras y deltas de arroyos (Escofet y Espejel, 1999).
Edafología	Los tipos de suelo que caracterizan la zona noroeste de la península de Baja California son el litosol en la cumbre de las sierras, el regosol y litosol en las pendientes de las sierras y en la zona costera, el regosol, fluvisol, vertisol, yermosol y litosol (INEGI, 1995).
Hidrología	La hidrología está formada por dos ríos (Tijuana y Tecate) y arroyos que se originan en la pendiente occidental de las Sierras Juárez y San Pedro Mártir y que fluyen hacia el Océano Pacífico. Constituye la Región Hidrológica 1 "Baja California Noroeste" (Ensenada). Esta región se divide en tres cuencas hidrológicas: a) Cuenca 1A. arroyo Escopeta-cañón de San Fernando: Tiene una superficie de 8,943.42 km ² y su límite Sur lo marca el cañón de San Fernando. Tiene como subcuencas intermedias la del cañón de San Fernando (1Aa), cañón de San Vicente (1Ab), arroyo El Rosario (1Ac), arroyo del Socorro (1Ad), arroyo San Simón (1Ae) y arroyo de la Escopeta (1Af). b) Cuenca (1B). arroyo de las Animas-Arroyo Santo Domingo: Drena un área de 9,889.31 km ² y tiene como subcuencas la del arroyo Santo Domingo (1Ba), río San Telmo (1Bb), río San Rafael (1Bc), arroyo Salado (1Bd), río San Vicente (1Be), río Santo Tomás (1Bf) y arroyo Las Animas (1Bg). c) Cuenca (1C). río Tijuana-arroyo de Maneadero: Tiene una superficie de 7,905.73 km ² y está integrada por las subcuencas del arroyo de Maneadero (1Ca), Ensenada (1Cb), río Guadalupe (1Cc), arroyo El Descanso (1Cd), río Las Palmas (1Ce) y río Tijuana (1Cf). En esta región se localizan las tres presas de almacenamiento del Estado: Abelardo L. Rodríguez, El Carrizo y Emilio López Zamora. El aprovechamiento del agua en esta región es para uso doméstico y actividades agropecuarias e industriales (INEGI, 1995).
Vegetación	La vegetación se encuentra dentro de la región fitogeográfica mediterránea. Abarca desde el límite Internacional con los Estados Unidos de América hasta la altura de El Rosario, Baja California y desde la costa del Pacífico hasta las sierras Juárez y San Pedro Mártir. Las comunidades vegetales presentes son: a) Bosque de coníferas.- En las zonas de mayor altitud (>1000 m s.n.m.) de las sierras Juárez y San Pedro Mártir. b) Chaparral.- Arbustos esclerófilos que crece extensivamente en suelos no fértiles y gruesos. Se presenta en el flanco oeste de las sierras Juárez y San Pedro Mártir arriba de los 1200 a 1400 m. c) Matorral costero.- Vegetación terrestre dominante en la base oeste de las lomas y partes bajas de las sierras (<1000 m de altitud) y en las terrazas marinas de la planicie costera. d) Marismas.- Caracterizada por plantas bajas y a menudo suculentas. Las especies que la componen están adaptadas a los cambios de salinidad del suelo. se encuentra a lo largo de las costas bajacalifornianas en las zonas de inundación de los esteros, estuarios y lagunas costeras. e) Dunas.- Las plantas son pequeñas y suculentas, se desarrollan muy cercanos a las zonas de saladares, aunque muchas áreas de dunas costeras están junto al océano. f) Riparia.- A menudo forman una interfase entre ecosistemas acuáticos y terrestres en las regiones del noroeste del Pacífico. Se desarrolla a lo largo y a orillas de arroyos o cañadas. La mayoría de las plantas riparias dependen del flujo de la corriente de agua y no de agua subterránea, aunque existen especies que habitan en áreas sin inundación frecuente (Delgadillo, 1998).

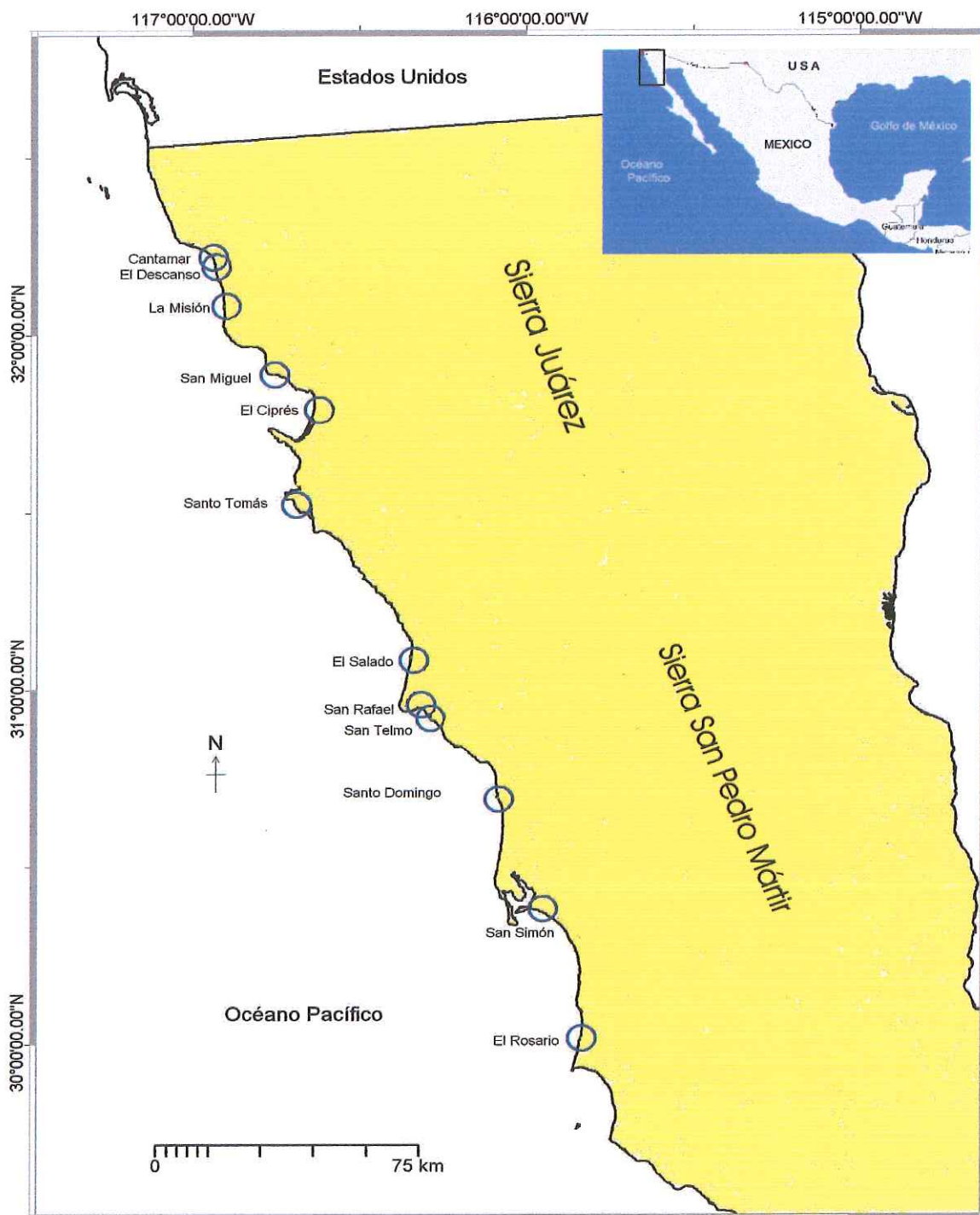


Figura 1.- Mapa del área de estudio que muestra la localización de los humedales pequeños evaluados en este estudio.

II.1.1 Descripción de los humedales costeros pequeños del noroeste de Baja California

A continuación se presenta una síntesis de las características abióticas que incluyen la ubicación (Ruiz Campos *et al.* 2000), hidrología (INEGI, 1995) y parámetros físico-químicos del agua (Ruiz Campos *et al.* 2000) de los 12 humedales pequeños analizados en este trabajo. Además se presentan imágenes (IKONOS y FIREMAPPER) que muestran la localización del humedal, donde además pueden observarse características como la extensión de los humedales, la ubicación de las zonas urbanas, campos agrícolas y caminos (Figs. 2 a 13).



Figura 2.- Imagen (IKONOS) de Cantamar, Baja California.

Ubicación	Se localiza a 37 km al sur de Tijuana, B.C. Baja California (32°13'44.2" N, 116°55' 21.5" W)
Tipo de bocana	Cerrada por barra de arena y canto rodado
Región hidrológica	Región hidrológica 1. Cuenca 1C
Tributarios	El único tributario es el arroyo Cantamar ó El Médano
Oxígeno disuelto	3.45 a 14 mg/l
Salinidad	2.2 a 5.8 ppm
Temperatura del agua	18.44 a 27.83 ° C
Precipitación promedio	257.3 mm
Evaporación promedio	1251.1 mm

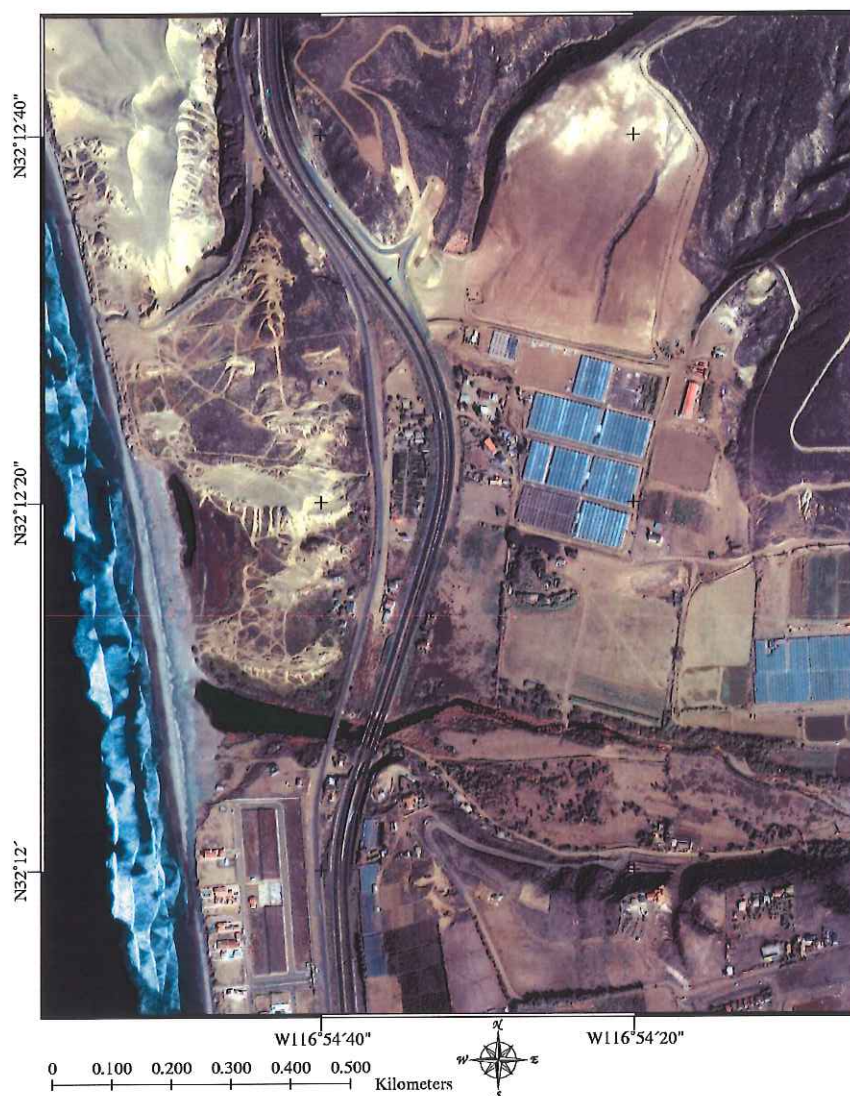


Figura 3.- Imagen (IKONOS) de El Descanso, Baja California.

Ubicación	Se localiza a 40 km al sur de Tijuana, B.C. (32°12'09.3" N; 116°54'47.8" W)
Tipo de bocana	cerrada por barra de arena y canto rodado
Región hidrológica	Región hidrológica 1. Cuenca 1C, subcuenca 1Cd
Tributarios	El Descanso
Oxígeno disuelto	3.04 a 10.38 mg/
Salinidad	6.8 a 13.4 ppm
Temperatura del agua	18.39 a 30.5 ° C
Precipitación promedio	257.3 mm
Evaporación promedio	1251.1 mm



Figura 4.- Imagen (IKONOS) de La Misión, Baja California.

Ubicación	35 Km al norte de Ensenada (32°05'32" N; 116°52'50" W)
Tipo de bocana	Cerrada por barra de arena y canto rodado
Región hidrológica	Región hidrológica 1. Cuenca 1C
Tributarios	La Cañada, Los Alisos, La Pila, Del trigo, Cañón Agua Escondida y Jamatay, Arroyo Casita y El barbón
Oxígeno disuelto	5.38 a 9.87 mg/l
Salinidad	3.8 a 9.5 ppm
Temperatura del agua	16.92 a 25.46 ° C
Precipitación promedio	257.3 mm
Evaporación promedio	1251.1 mm

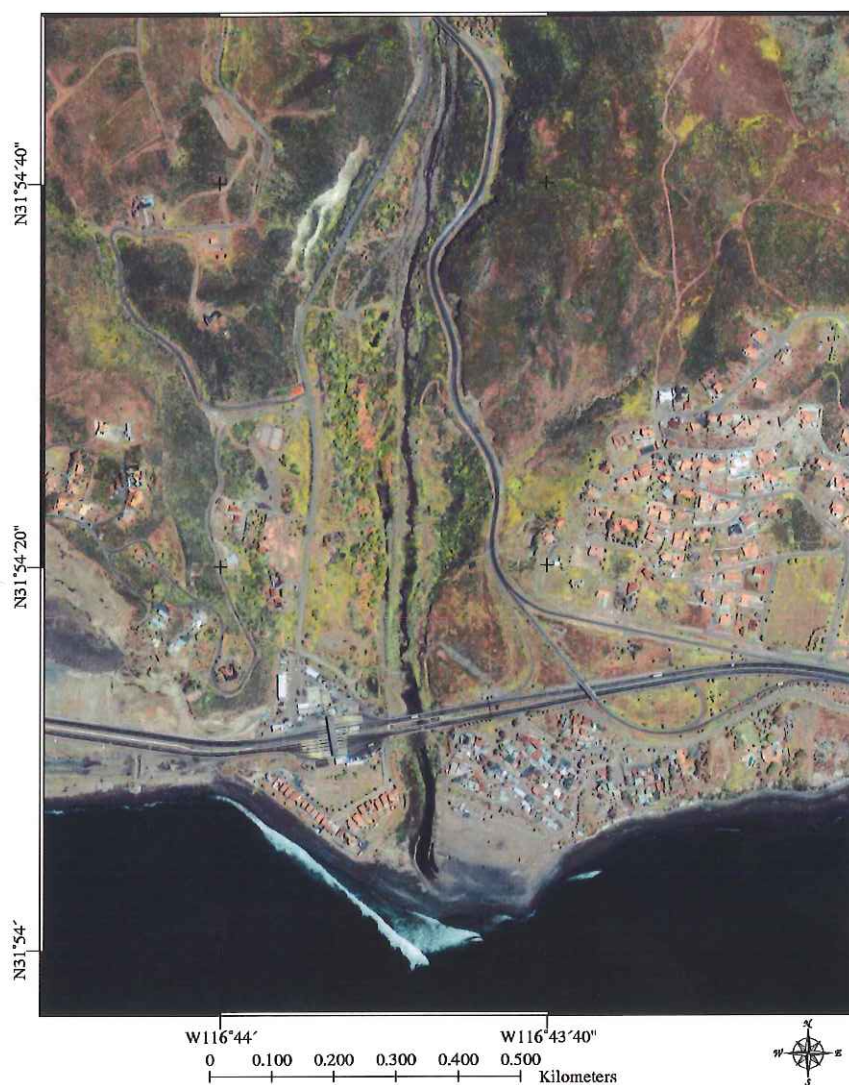


Figura 5.-Imagen (IKONOS) de San Miguel, Baja California.

Ubicación	31°54'05.8"; 116°43'48.4"
Tipo de bocana	cerrada por barra de arena y canto rodado
Región hidrológica	Región hidrológica 1. Cuenca 1C
Tributarios	Arroyo El Carmen o San Antonio
Oxígeno disuelto	5.1 a 14.8 mg/
Salinidad	6.8 a 13.1 ppm
Temperatura del agua	16.69 a 24.33 ° C
Precipitación promedio	249.6 mm
Evaporación promedio	1317.5 mm



Figura 6.-Imagen (IKONOS) de El Ciprés, Baja California.

Ubicación	Se localiza a 6 km al sur del centro de Ensenada, Baja California (41° 48' 18" N y 116° 35' 52.8 " W)
Tipo de bocana	Cerrada por una cadena de dunas
Región hidrológica	Región hidrológica 1, cuenca 1C
Tributarios	El aporte de agua proviene de un arroyo sin nombre, proveniente de la cañada San Jorge que tiene una zona de captación de lluvia al oriente de la carretera transpeninsular, en la parte alta del Rancho El Naranjo
Oxígeno disuelto	5.38 a 9.87 mg/
Salinidad	3.8 a 9.5 ppm
Temperatura del agua	16.92 a 25.46 ° C
Precipitación promedio	257.3 mm
Evaporación promedio	1251.1 mm

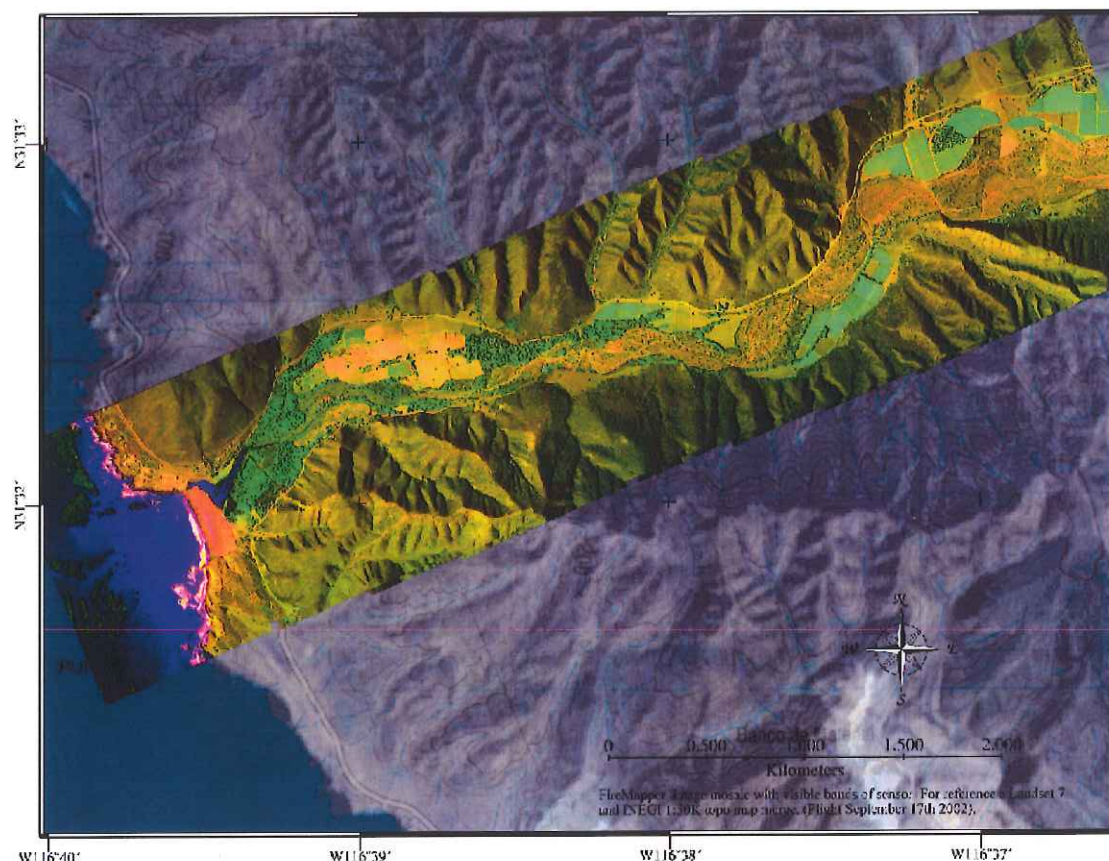


Figura 7.- Imagen (Firemapper e INEGI escala 1:50 k) de Santo Tomás, Baja California.

Ubicación	Ubicación: 35 km al sur de Ensenada, Baja California (31° 32' 12.9" N, 116° 39' 28.0" W)
Tipo de bocana	Abierta, dependiendo del nivel de marea es la conexión al mar
Región hidrológica	Región hidrológica 1, cuenca 1b, subcuenca 1bf
Tributarios	La descarga de agua dulce proviene de los arroyos Cañada Verde, Pocitas, Vara Prieta y Álamo. Existe una descarga ocasional de las cañadas La Víbora, Rancho Viejo, La Soledad y Las Flores
Oxígeno disuelto	10.31 mg/l
Salinidad	0.8 a 2.4 ppm
Temperatura del agua	11.37 a 21.78 ° C
Precipitación promedio	295.3 mm
evaporación promedio	Información no disponible

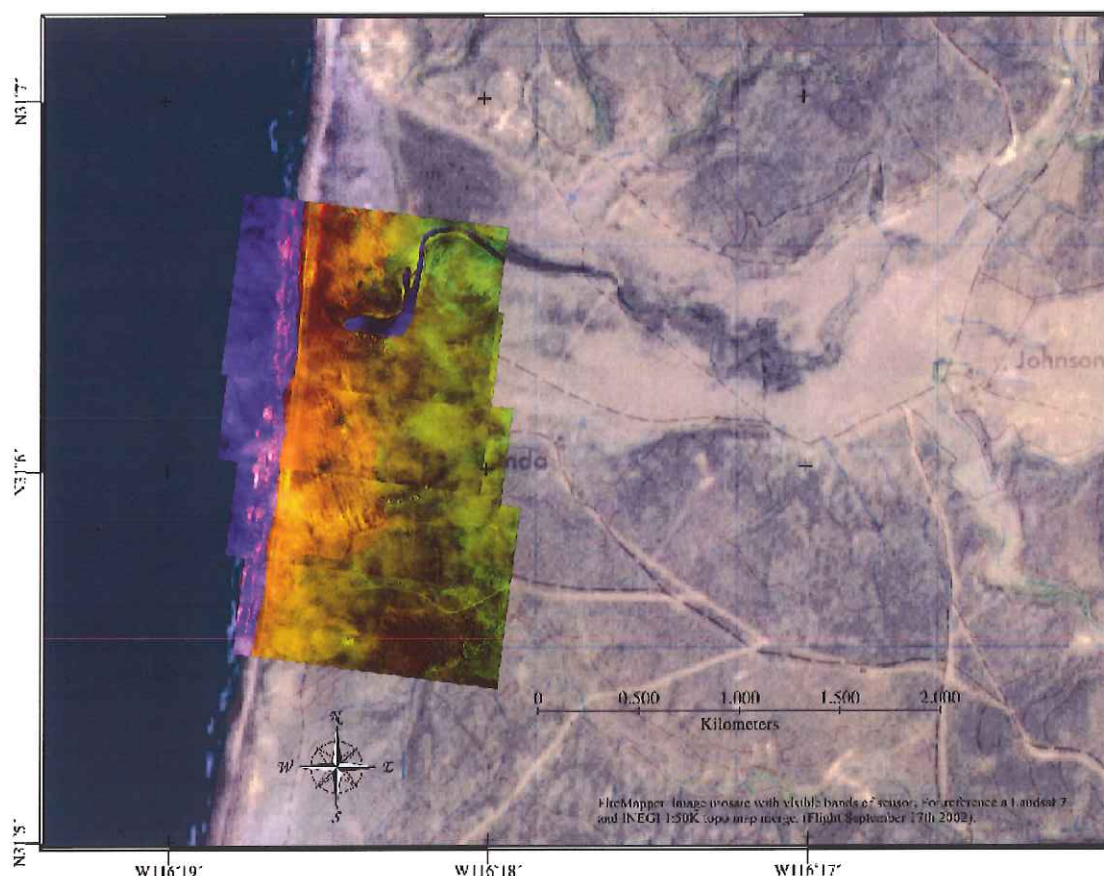


Figura 8.- Imagen (Firemapper e INEGI escala 1:50 k) de El Salado, Baja California.

Ubicación	31°06'122 N, 116°18'05.4" W
Tipo de bocana	Abierta estacionalmente
Región hidrológica	Cuenca B, subcuenca 1Bd
Tributarios	Arroyo El Salado en el que hay una descarga ocasional de los cañones Los Cochis, Calentura, El Saladito y San Antonio del Mar
Oxígeno disuelto	8.04 a 8.7 mg/l
Salinidad	25.9 a 48.2 ppm
Temperatura del agua	17.81 a 25.49 °C
Precipitación promedio	152.9 mm
Evaporación promedio	Información no disponible

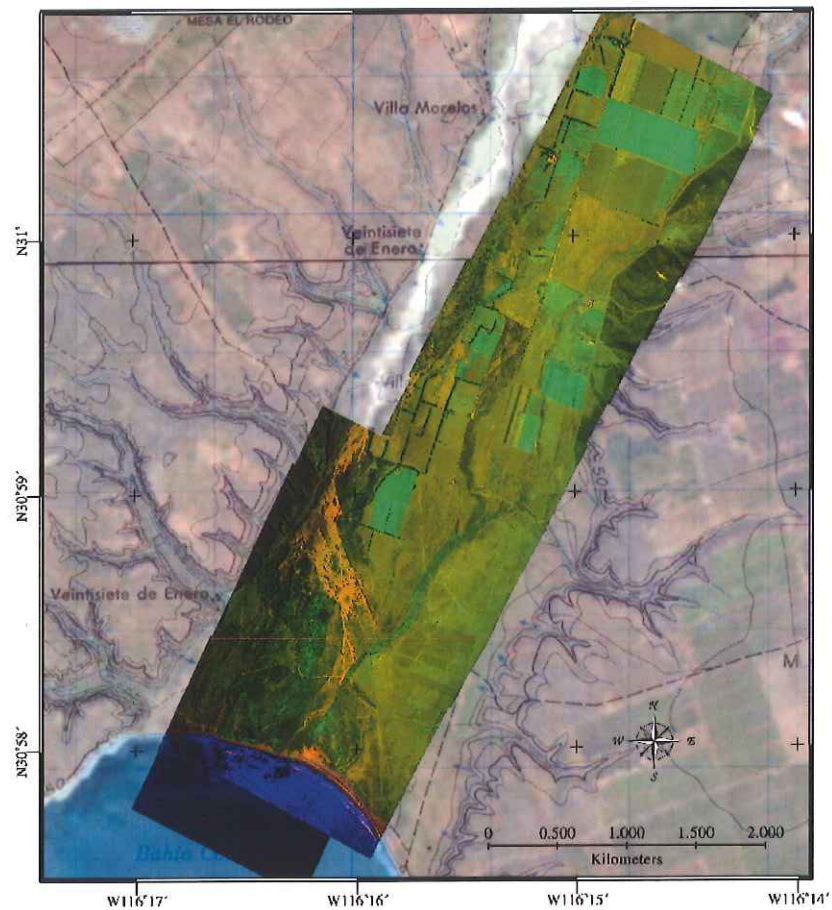


Figura 9.- Imagen (Firemapper e INEGI escala 1:50 k) de San Rafael, Baja California.

Ubicación	30°58'41.5" N, 116°16'37.9" W
Tipo de bocana	Abierta
Región hidrológica	Cuenca 1B, subcuenca 1Bc
Tributarios	Arroyo San Rafael, en el que desembocan Arroyo La Palmita, Arroyo Seco, El Carrizo, El Tecolote, El Huico, Corral Falso y La Gringa
Oxígeno disuelto	6.74 a 7.42 mg/l
Salinidad	33.8 a 63.9 ppm
Temperatura del agua	16.95 a 22.74 ° C
Precipitación promedio	152.9 mm
Evaporación promedio	Información no disponible

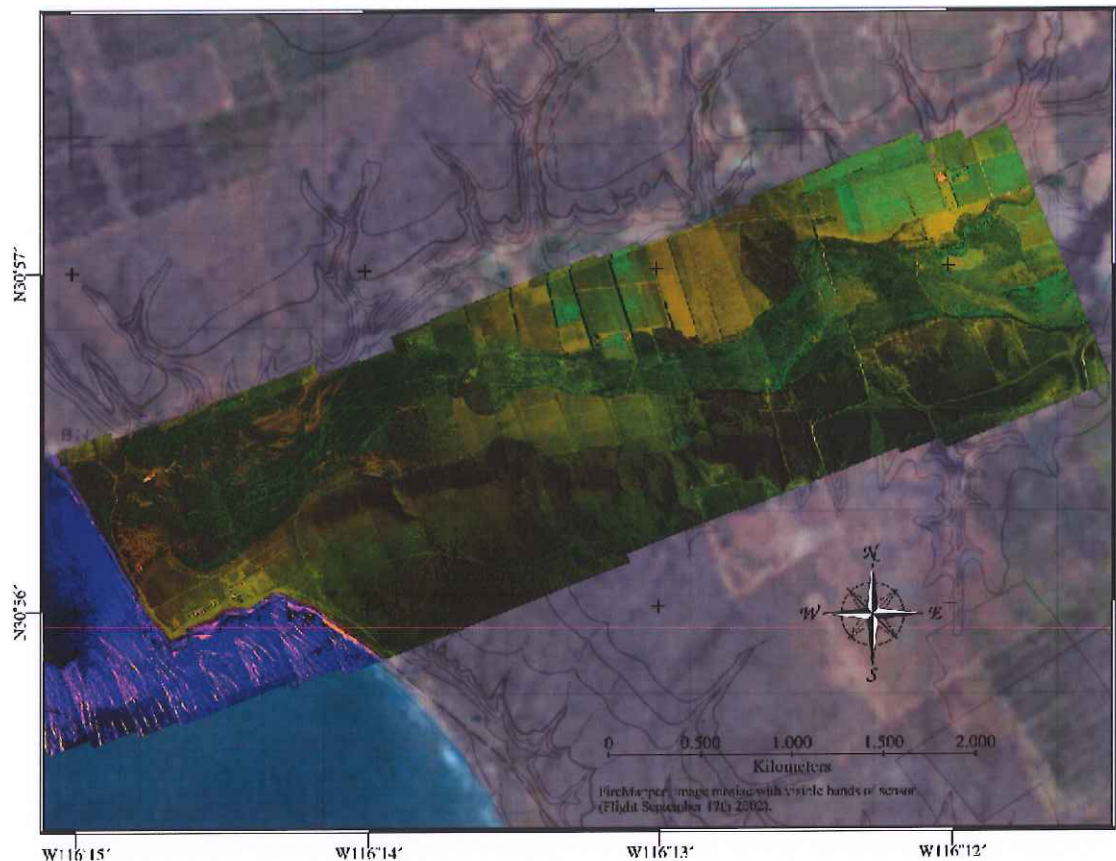


Figura 10.- Imagen (Firemapper e INEGI escala 1:50 k) de San Telmo, Baja California.

Ubicación	30°56'29.5" N, 116°14'57.6" W
Tipo de bocana	Abierta
Región hidrológica	Cuenca 1B, subcuenca 1Bb
Tributarios	Arroyo San Telmo
Oxígeno disuelto	7.64 a 9.23 mg/l
Salinidad	1.42 a 5.3ppm
Temperatura del agua	14.3 a 28.04 ° C
Precipitación promedio	197.5 mm
Evaporación promedio	Información no disponible

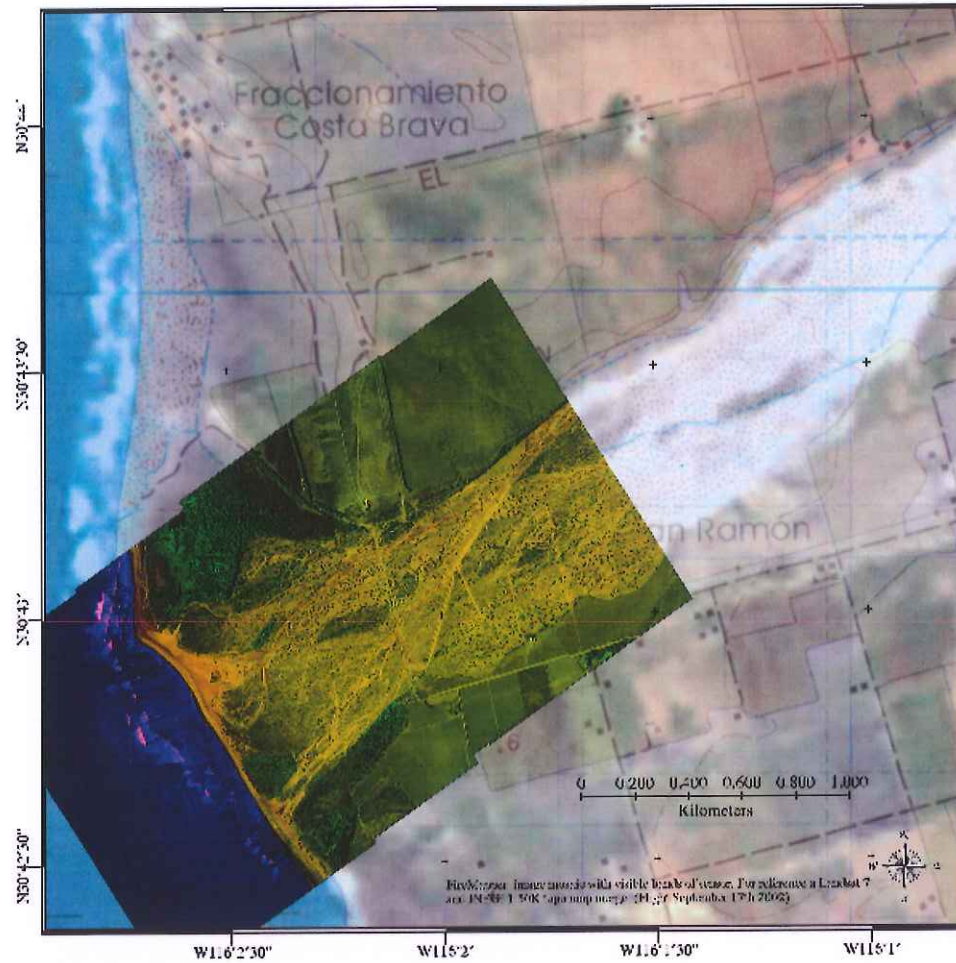


Figura 11.- Imagen (Firemapper e INEGI escala 1:50 k) de Santo Domingo, Baja California.

Ubicación	30°42'53.6" N, 116°02'31.6" W
Tipo de bocana	Cerrado por barra de arena
Región hidrológica	Cuenca 1B, subcuenca 1Ba
Tributarios	Arroyo Santo domingo con tributarios principales San Antonio de Murillos, Santa Cruz, Valladares, El Alcatraz, La Zanja y Santa Clara
Oxígeno disuelto	8.96 mg/l
Salinidad	2.6 ppm
Temperatura del agua	18.99 ° C
Precipitación promedio	152.9 mm
Evaporación promedio	Información no disponible

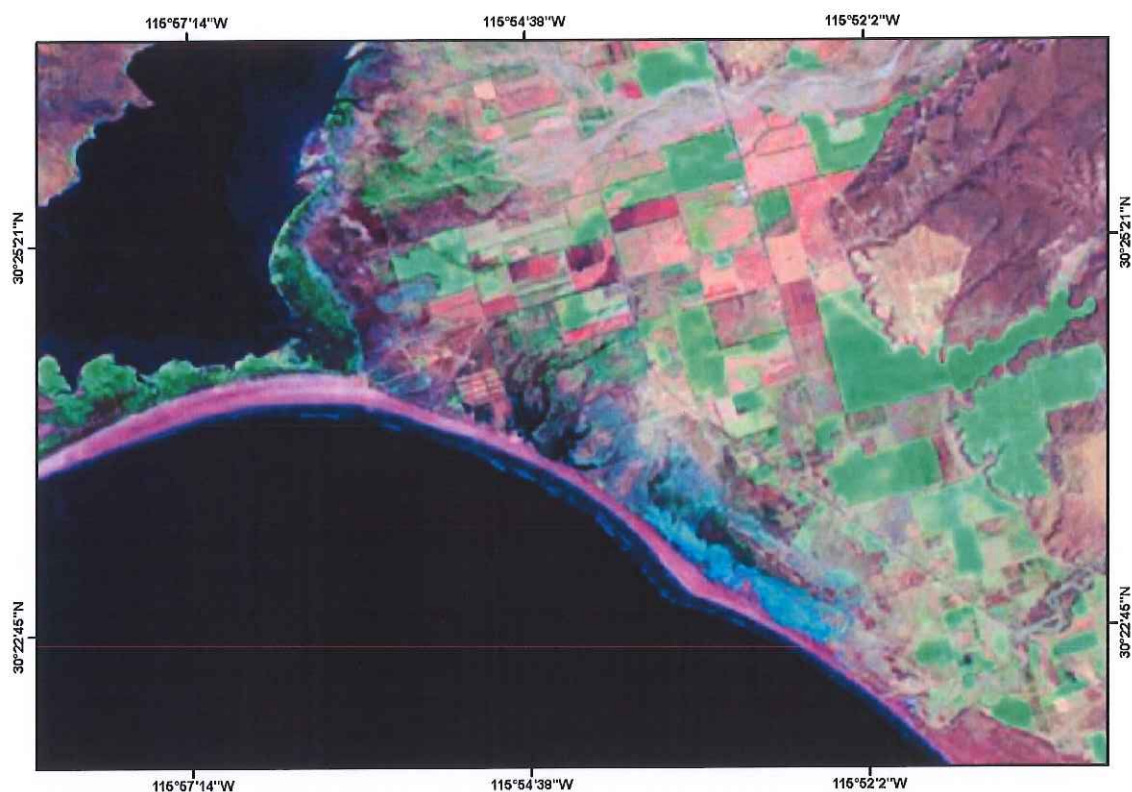


Figura 12.- Imagen (IKONOS) de San Simón, Baja California .

Ubicación	30°24'24.1" N, 115°54'24.3" W
Tipo de bocana	Abierta
Región hidrológica	Cuenca 1A, subcuenca 1Ae
Tributarios	Arroyo San Simón con dos tributarios de primer orden (Agua Amarga y Las Tinajas y uno de segundo orden (Agua Escondida)
Oxígeno disuelto	3.1 a 12.37 mg/
Salinidad	4.9 a 88 ppm
Temperatura del agua	16.52 a 25.28 ° C
Precipitación promedio	165.2 mm
Evaporación promedio	Información no disponible



Figura 13.-Imagen (IKONOS) de El Rosario, Baja California.

Ubicación	30°02'32.5" N, 115°47'15.6" W
Tipo de bocana	Cerrada por barra arenosa
Región hidrológica	Cuenca 1A, subcuenca 1Ac
Tributarios	Arroyo El Rosario
Oxígeno disuelto	2.05 a 7.72 mg/l
Salinidad	4.88 a 19.88 ppm
Temperatura del agua	15.56 a 22.08 ° C
Precipitación promedio	157 mm
Evaporación promedio	Información no disponible

II.2. Caracterización de los humedales

El perfil del humedal es una descripción sucinta de las características ecológicas de cada humedal y permite conocer de manera sinóptica sus condiciones actuales. La información incluida en el perfil de cada humedal, se obtuvo mediante una compilación bibliográfica que se complementó con trabajo de escritorio y la verificación en campo de algunas características descritas en la bibliografía. El perfil ecológico se utilizó para el análisis de los atributos de la comunidad y para el análisis multicriterio, que permitió establecer el orden de importancia de los humedales.

II.2.1 Clasificación

Considerando que el término de humedal es muy amplio e incluye distintos ambientes, se procedió a tipificar a estos humedales, y para ello se analizaron algunos tipos de clasificaciones (Secretaría de la Convención Ramsar, 2004; Cowardin *et al.* 1979; Scott y Carbonell, 1986, Carrera González y De la Fuente de León, 2003). Se eligió la clasificación del Inventario de Humedales de México Parte I (Carrera González y De la Fuente de León, 2003), que está basada en la Clasificación de Humedales de Estados Unidos, por estar adaptada para humedales mexicanos. A diferencia de las clasificaciones de Ramsar (Secretaría de la Convención Ramsar, 2004) y Scott y Carbonel (1986) que son muy generales, esta clasificación consta de una estructura jerárquica que se subdivide de acuerdo con el régimen hidrológico y tipo de vegetación presente: El nivel más general de clasificación (sistema) se refiere a un complejo de tipos de hábitat que

comparten la influencia de factores hidrológicos, geomorfológicos o biológicos similares. El subsistema se refiere al régimen hidrológico y la clase describe la apariencia general del hábitat en términos de vegetación dominante, fisiografía del sustrato o uso del suelo en el caso de tierras altas (Carrera González y De la Fuente de León, 2003).

II.2.2. Características abióticas

El límite de los humedales se definió con base en el concepto de humedal de RAMSAR (Secretaría de la Convención Ramsar, 2004) y los criterios utilizados para su clasificación incluidos en Cowardin *et al.* (1979) y Carrera González y de la Fuente de León (2003). La frontera de los humedales hacia tierra (norte y sur) se definió por la presencia del matorral costero o los campos agrícolas. Hacia el mar, por la línea imaginaria que corta la boca activa del arroyo (Cowardin *et al.* 1979) o la playa arenosa y la duna, en el caso de bocanas cerradas (Secretaría de la Convención Ramsar, 2004). El límite hacia arroyo arriba se consideró hasta donde la salinidad derivada del océano fuera menor a 0.5 ppm en el período de flujo bajo (Cowardin *et al.* 1979). La superficie de cada humedal incluyó tres de las asociaciones florísticas (riparia, marisma y duna) típicas de la región noroeste de Baja California (Delgadillo, 1998).

Para calcular el área de los humedales se utilizaron mapas provenientes de la información de IKONOS y FIREMAPPER, a las siguientes escalas Cantamar 1:4000 (Fig. 2), El Descanso 1:3000 (Fig. 3), La Misión 1:4000 (Fig. 4), San Miguel 1:4300 (Fig. 5), El Ciprés 1:6500 (Fig. 6), Santo Tomás 1:13000 (Fig. 7), El Salado

1:16000 (Fig. 8), San Rafael 1:16000 (Fig. 9), San Telmo 1:14000 (Fig. 10), Santo Domingo 1:10000 (Fig. 11) y El Rosario 1:120000 (Fig. 13). Con el programa ArcMap 8.2 se trazaron los polígonos de área y se calculó la superficie en metros cuadrados para cada uno de los humedales.

La caracterización abiótica de los humedales se complementó con el área de las cuencas hidrográficas de cada humedal, la longitud del cauce de los arroyos, y el volumen de precipitación anual total (Riemann, 2004). La información de salinidad y temperatura de El Ciprés. se obtuvo mediante el análisis de una muestra de agua tomada en octubre 2004, que fue analizada en la Universidad Autónoma de Baja California mediante los mismos métodos que para el resto de los humedales según Ruiz Campos *et al.* (2000).

II.2.3. Características bióticas

La caracterización biótica incluyó información de las comunidades de flora, aves y peces. Los trabajos que se utilizaron abarcaron los doce humedales, por lo que no se incluyeron trabajos previos que tuvieran datos para solo algunos de los sitios.

La información de la flora provino de datos inéditos de M. Salazar de 2002 (*com. pers.* 2004), obtenidos con el propósito de construir un inventario de estos sitios. Los datos de vegetación se obtuvieron mediante la metodología del transecto-intercepto (Brower y Zar, 1981). Se contabilizó el número de especies y su cobertura lineal en el transecto. También se enlistó a las especies observadas en el humedal pero que no eran interceptadas por los transectos. Para la riqueza

de especies, se tomaron en cuenta todas las especies observadas (dentro y fuera del transecto). Para obtener los datos de abundancia se utilizaron solamente las especies del transecto y se contabilizó el número de plantas de cada especie dentro del transecto (Brower y Zar, 1981). En el caso de las especies clonales donde no fue posible la separación por individuo, se consideró como un individuo a la longitud abarcada por esa especie dentro del transecto. Las especies vegetales incluidas en este trabajo son características de las asociaciones florísticas de vegetación riparia, marisma y duna.

Las categorías de nativas y exóticas se asignaron de acuerdo con Gould y Moran (1981), Hickman (1993), Shreve y Wiggins (1964), Wiggins (1980). Con respecto al endemismo de la flora, esta se consultó en Hickman (1993), Wiggins (1980) y Oberbauer (1991). Se agrupó a las especies en dos categorías arbitrarias: las especies endémicas de la península de Baja California y las especies endémicas de la provincia Californiana de acuerdo con las categorías descritas en el California Native Plant Society RED Code (Reiser, 1994).

La información de aves se extrajo de los listados de avifauna de Ruiz Campos *et al.* (2005) que incluyó datos estacionales de 2002. Con esta información se estimó la riqueza específica de aves, el número de especies anidantes, especies exóticas y la abundancia total para cada uno de los humedales. La presencia temporal de cada especie se definió según el criterio utilizado en Ruiz Campos y Rodríguez Meraz (1993), que constó de tres categorías: residente permanente, visitante estacional y visitante ocasional.

Para la información de la ictiofauna se utilizó el trabajo de Ruiz Campos *et*

al. (2000), del cual se utilizaron los datos de abundancia, riqueza, presencia temporal, derivación ecológica, especies exóticas y nativas. La presencia temporal de los peces se clasificó en: *residentes permanentes*, a las especies que se recolectaron durante todo el año; *visitantes de marea*, a las especies que penetran a la bocana del arroyo durante mareas altas y, *visitantes ocasionales*, a las especies que aparecen incidentalmente en las bocanas de los arroyos y que estuvieron representados por un número bajo de peces recolectados (Ruiz Campos *et al.* 2000). La derivación ecológica, que se refiere a la tolerancia de la ictiofauna a la salinidad, se dividió en: *especies diádromas*, que son aquellas que toleran intervalos amplios de salinidad y que migran regularmente entre aguas dulces y saladas durante un período específico de su ciclo de vida y, en *especies esporádicas*, aquellas especies marinas que incursionan en aguas continentales esporádicamente, pero no como una migración verdadera (Ruiz Campos *et al.* 2000).

La información sobre el estado de conservación de la flora, fue consultada en la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002) y complementada con Hickman (1993), Oberbauer (1991) y Reiser (1994). El estado de conservación de la avifauna fue obtenido de la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002), y el de la ictiofauna de la NOM-59-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002) y de Ruiz Campos *et al.* (2000).

II. 2. 4. Usos de los humedales

Para definir las actividades realizadas en los humedales y el uso de suelo,

se llevó a cabo una consulta personalizada con científicos y autores de las publicaciones sobre estos humedales, además de usarse la información incluida en el Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Ensenada (Secretaría de Protección al Ambiente, 1995) y de realizar una verificación en campo.

II.3. Descriptores ecológicos

Para el análisis de los datos se emplearon los siguientes descriptores ecológicos: 1) abundancias, 2) riqueza, 3) diversidad, 4) similitud, 5) especies exclusivas, y 6) heterogeneidad espacial.

II.3.1. Abundancias

Con los listados de especies de la flora terrestre, aves y peces que incluían el número de individuos por especie, se calcularon las abundancias totales o relativas de estos grupos taxonómicos. Para obtener la abundancia de la flora, se calculó el número de individuos de cada especie directamente de los datos de campo (ver apartado II.2.3 de esta sección) obteniéndose así las abundancias relativas totales de cada especie para cada humedal. Las abundancias estacionales de aves (Ruiz Campos *et al.* 2005) y peces (Ruiz Campos *et al.* 2000) se sumaron obteniéndose la abundancia total de cada especie en cada humedal.

II.3.2. Riqueza

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un área dada, sin tomar en cuenta la importancia de las mismas (Krebs, 1985). La riqueza proporciona una medida instantánea y comprensiva de la diversidad y es un atributo que ha sido ampliamente utilizado en estudios ecológicos (Magurran, 1988). En este trabajo, la riqueza específica se obtuvo de los listados de especies de flora, aves y peces, esto es, el número total de especies para cada grupo taxonómico y la riqueza total por humedal se obtuvo de la suma de las riquezas de los tres grupos taxonómicos.

II.3.3. Diversidad

Los índices de diversidad resumen mucha información en un solo valor y permiten hacer comparaciones rápidas entre la diversidad de distintos hábitat o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo (Magurran, 1988). Para el cálculo de la diversidad se eligió el índice del Inverso de Simpson: $d_s = 1/\lambda$, donde $\lambda = \sum n_i(n_i - 1)/N(N - 1)$; n_i = número de individuos por especie y N = número total de individuos. Este índice de diversidad es una expresión del número de veces que uno puede tomar un par de individuos al azar de una comunidad para encontrar un par de la misma especie. Puede alcanzar valores altos, lo que le confiere una mayor capacidad discriminadora entre muestras (Brower y Zar, 1981). Los cálculos de diversidad para cada humedal se realizaron por grupo taxonómico (flora, aves y peces).

II.3.4. Similitud

Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes de acuerdo con las especies presentes en ellas (Magurran, 1988). Los índices de similitud utilizan información cualitativa y cuantitativa. Para este trabajo, se exploraron varios índices cualitativos y cuantitativos, se construyeron dendrogramas y se eligió el análisis de agrupamiento que resultó más interpretable. El análisis de similitud empleado fue el índice de Sorensen: $S=(2c)/(a+b)$, donde a = número de especies presentes en sitio A, b = número de especies presentes en sitio B y c = número de especies presentes en ambos sitios A y B (Brower y Zar, 1981). El índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre los sitios, hasta 1 cuando los sitios son idénticos (Magurran, 1988). Los análisis se realizaron con los grupos taxonómicos en conjunto y por separado, y los resultados se presentan en dendrogramas.

II.3.5. Especies exclusivas

A partir de los listados de especies, se obtuvieron las especies que se presentaron únicamente en un humedal, así se calculó el número de especies exclusivas de flora, aves y peces para cada uno de los humedales.

II.3.6. Heterogeneidad

Se consideró al número de hábitats de cada humedal como una medida de la heterogeneidad espacial de estos ambientes. Estos fueron definidos principalmente por las asociaciones florísticas y la altura de la vegetación (Tabla

II). Como la comunidad florística riparia incluye distintos estratos de vegetación (arbórea, arbustiva y herbácea), ésta se dividió en tres hábitats: sauzal, juncal y tular. Los hábitats considerados como parte de los humedales fueron: duna, marisma, pradera, tular, juncal, sauzal, espejo de agua y playa arenosa (Tabla II).

Para obtener la riqueza de hábitats, se contabilizaron los hábitats presentes en cada uno de los humedales. Se consideró una *heterogeneidad baja* cuando hubo tres, *heterogeneidad media* cuando hubo cuatro o cinco y una *heterogeneidad alta* cuando tuvieron seis o siete hábitats. Para obtener la diversidad de hábitats, primero se trazaron las áreas de cada hábitat sobre los mapas (Figs. 2-13) y se calcularon los porcentajes aproximados que ocupaban en el humedal; estos datos se emplearon en el cálculo del índice de diversidad de Shannon ($H' = -\sum [p_i \cdot \log p_i]$) (Brower y Zar, 1981).

II.3.7. Patrones ecológicos

Se obtuvieron índices de correlación para detectar la posible relación entre el área de los humedales y el área de la cuenca hidrográfica, la longitud de los cauces de los arroyos principales y los volúmenes de precipitación total anual. En virtud de que los humedales son considerados como núcleos de gran biodiversidad, es importante definir los factores que determinan la diversidad de sus comunidades. Los factores que determinan la diversidad han generado muchas teorías e hipótesis para explicarlos (e.g. Pianka, 1988). Para este trabajo, se exploraron las hipótesis del área y de heterogeneidad:

a) Área. - La relación riqueza-área ha sido estudiada desde 1835 (Connor y

Mc Coy, 2001). Entre 1960 y 1970 los análisis se enfocaron en definir los mecanismos que determinaban esta relación para encontrar el modelo matemático más apropiado y explicarlo en el contexto de la teoría de biogeografía de islas. A partir de la década de 1980, la relación especies-área ha sido el tema principal en biología de la conservación, al utilizarse como una herramienta para determinar el diseño óptimo de las reservas naturales y para proyectar la pérdida esperada de especies de una región que tuviera una reducción de su área (Connor y Mc Coy, 2001).

- b) Heterogeneidad.-. La diversidad de hábitats es otro de los mecanismos que presumen una relación con la riqueza, esta hipótesis supone que cuando existe una complejidad estructural alta del ambiente, el número de especies es mayor, lo que se ha comprobado en varios grupos de animales (Karr y Roth, 1971). En este trabajo se consideró como heterogeneidad tanto a la riqueza como a la diversidad de hábitat ambas descritas en la sección II.3.6.

Se realizaron análisis de regresión lineal simple y múltiple, las variables consideradas como dependientes fueron la riqueza específica (flora, aves y peces) y las variables independientes fueron el área de los humedales y la heterogeneidad (riqueza y diversidad de hábitats).

Tabla II.- Descripción de los hábitats presentes en los humedales costeros pequeños de Baja California.

Hábitat	Descripción
Duna	Presenta vegetación de 0-50 cm de altura (rara vez 100 cm), suelo arenoso y seco, con especies representativas como <i>Ambrosia camissonis</i> , <i>Abronia maritima</i> , <i>Isocoma menziesii</i> var. <i>sedoides</i> , <i>Distichlis spicata</i> , <i>Cakile maritima</i> , <i>Lycium brevipes</i> , <i>Helianthus niveus</i> , <i>Camissonia cheranthifolia</i> , <i>Lotus argophilus</i> . Representa uno de los límites de algunos humedales.
Marisma	La vegetación varía de 10 a 60 cm de altura y el suelo fluctúa de inundado a seco. Este es un ambiente que cambia de salino a dulce dependiendo de la actividad mareal y el aporte de agua de los arroyos. Las especies representativas son <i>Salicornia</i> spp, <i>Frankenia salina</i> , <i>Distichlis spicata</i> , <i>Jaumea carnosa</i> y <i>Cressa truxilensis</i> .
Pradera	Presenta la vegetación de menor altura (0-15 cm), formando una "alfombra" sobre el suelo que varía de húmedo a seco. Las especies representativas son <i>Distichlis spicata</i> , <i>Eleocharis</i> y <i>Cynodon</i> sp.
Tular	Se localiza generalmente en el límite del espejo de agua o en la zona inundada, por lo que el suelo varía de inundado a húmedo. La altura de la vegetación fluctúa entre 100 a 300 cm y las especies representativas son <i>Typha domingensis</i> , <i>Scirpus californicus</i> y <i>S. americanus</i> .
Juncal	Presenta vegetación de 1 a 2 m de altura, suelo de húmedo a inundado y temporalmente seco. Sus especies representativas son <i>Juncus acutus</i> , <i>Juncus xiphioides</i> y tiene un "alfombra" de <i>Distichlis spicata</i> , <i>Eleocharis</i> y <i>Anemopsis californica</i> .
Sauzal	Presenta la vegetación de mayor altura (2 a 5 m de altura), generalmente bordea el cauce de los arroyos aunque, en los arroyos intermitentes, se puede encontrar dentro del cauce. Las especies representativas son: <i>Salix</i> spp, <i>Baccharis salicifolia</i> , <i>Pluchea odorata</i> , <i>Platanus</i> sp, <i>Populus</i> sp, <i>Quercus</i> sp, <i>Toxicodendron</i> sp y una especie exótica e invasiva <i>Tamarix ramosissima</i> .
Espejo de agua	Comprende la parte inundada del humedal, cuya salinidad es variable y dependiente de la influencia de las mareas y evaporación. La profundidad es distinta para cada humedal, pero por lo general es somera (<2m).
Playa arenosa	Planicie con suelos arenosos y salitrosos, cuya humedad depende de las mareas. La vegetación puede estar formada por macroalgas y/o pastos marinos varados y microalgas que se encuentran entre el sedimento mojado; carece de vegetación terrestre.

II.4. Valoración ecológica

Para determinar la importancia ecológica relativa y priorizar a los sitios, se realizó una valoración de los humedales mediante un análisis multicriterio. Existen varios tipos de análisis multicriterio, los cuales varían en el grado de involucramiento del tomador de decisiones, del grado de sofisticación matemática, de la calidad de información necesaria y de la dificultad computacional (Anselin *et al.* 1989). Para este trabajo se eligió el proceso de análisis jerárquico (AHP: Analytical Hierarchy Process) que es considerado como una técnica adecuada para evaluación ecológica (Anselin *et al.* 1989).

En el AHP el valor relativo de un sitio se encuentra en el enfoque el cual es obtenido por medio de una combinación de varios criterios, cada uno con su propia importancia relativa, peso o prioridad con respecto a su contribución en el mismo enfoque. A su vez, cada criterio está formado por varios indicadores, donde cada uno posee su propio peso relativo con respecto al criterio correspondiente (Saaty, 1980). Esto forma una estructura jerárquica en la cual el tope es el enfoque, el siguiente nivel son los criterios y por último están los indicadores.

Los criterios e indicadores se establecieron con base en aspectos ecológicos y perturbaciones antropogénicas y no se consideraron aspectos sociales, económicos, ni culturales (Tabla III).

Una vez establecidos los criterios y sus indicadores, se construyó una matriz de impacto que contenía todos los indicadores. A cada indicador se le asignó un valor ordinal del 1 al 3 en sentido ascendente, de acuerdo a su valor correspondiente en el perfil de los humedales. Lo anterior se realizó con el fin de

estandarizar la información utilizada en la matriz, ya que contenía tanto datos cualitativos como cuantitativos.

Para determinar la importancia de un criterio sobre otro, se utilizó la escala de medidas propuesta por Saaty (1977) (Anexo I), donde dos criterios con igual importancia tienen un valor de 1, mientras que un valor de 9 indica una importancia absoluta del primer criterio sobre el segundo. Con esta escala se construyó la matriz de comparación pareada de criterios e indicadores, la cual expresa la intensidad con que un criterio o indicador domina sobre otro cuando son comparados.

Posteriormente, se calcularon los pesos de cada criterio e indicador utilizando la ecuación:

$$W_j = \rho_j / \sum_{j=1}^m \rho_j, \text{ donde}$$

W_j = peso del criterio o indicador j ;

ρ_j = importancia del criterio o indicador j ;

m = número de criterios o indicadores.

Una vez obtenidos los pesos de cada criterio y cada indicador, se multiplicó el peso de cada indicador por el peso de su criterio correspondiente para obtener los pesos totales para cada indicador. Posteriormente, los pesos totales de los indicadores se multiplicaron con su respectivo valor en la matriz de impacto. Se sumó cada hilera de los valores de los indicadores para obtener el valor del enfoque para cada humedal. Los valores del enfoque de los humedales se ordenaron en forma descendente para obtener la información de la valoración ecológica de los pequeños humedales por medio del análisis jerárquico.

Tabla III.- Criterios de evaluación en orden de importancia y sus indicadores utilizados en el análisis multicriterio AHP.

Criterios	Indicadores		
A) Integridad ecológica	A1) Número de especies obligadas a estos ecosistemas (aves de marisma, especies de flora típicas de marisma, juncal y tular).		
	1 (bajo)	2 (medio)	3 (alto)
	A2) Porcentaje de especies exóticas en la flora.		
	1 (alto)	2 (medio)	3 (bajo)
B) Procesos ecológicos relevantes	A3) Estado de degradación de la zona adyacente al humedal.		
	1 (área agrícola y residencial)		2 (área agrícola o residencial)
	3 (área con matorral costero)		
	B1) Número de especies de aves migratorias.		
C) Amenazas	1 (bajo)	2 (medio)	3 (alto)
	B2) Número de especies que anidan (aves) y que se reproducen (peces) en los humedales.		
	1 (bajo)	2 (medio)	3 (alto)
	C1) Número de especies en la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002).		
D) Riqueza específica	1 (bajo)	2 (medio)	3 (alto)
	C2) Fuentes de contaminación por aguas negras, fosas sépticas, basureros clandestinos, desechos industriales y agrícolas.		
	1 (alto)	2 (medio)	3 (bajo)
	C3) Grado de modificación del humedal por extracción de materiales para construcción, extracción de agua con fines agrícolas y deforestación por pastoreo o agricultura.		
E) Heterogeneidad	1 (alto)	2 (medio)	3 (bajo)
	D1) Número de especies de aves, peces y flora.		
	1 (bajo)	2 (medio)	3 (alto)
	E1) Número de hábitats.		
F) Extensión	1 (3 y 4 hábitats)	2 (5 hábitats)	3 (6 y 7 hábitats)
	F1) Área de los humedales.		
	1 (pequeña)	2 (mediana)	3 (alto)
	F2) Área del espejo de agua.		
	1 (pequeña)	2 (mediana)	3 (grande)

III. RESULTADOS

III.1. Caracterización de los humedales

La información recopilada y generada durante este trabajo permitió afinar el perfil de cada humedal y realizar un análisis comparativo de las características abióticas y bióticas de los humedales.

III.1.1 Clasificación

La mayoría de los humedales estudiados son estuarios, ya que son cuerpos de agua costeros que se encuentran permanente o periódicamente abiertos al mar y con una variación amplia de la salinidad que ocurre debido a la mezcla de agua marina con agua dulce proveniente de tierra (Kennish, 1986). La excepción es El Ciprés ya que es un cuerpo de agua dulce aislado de la costa por una barra arenosa con vegetación de duna, pero sin intrusión de agua marina (Jones, 1995). De acuerdo con la clasificación de Carrera González y De la Fuente de León (2003), los humedales costeros se ubicaron en el sistema estuarino, subsistema intermareal y clase vegetación emergente bajo litoral, mientras que El Ciprés se ubicó en el sistema palustre y clase vegetación emergente.

III.1.2. Características abióticas

Los humedales de Cantamar, El Descanso, La Misión, San Miguel, El Ciprés, San Telmo, Santo Domingo y El Rosario poseen bocanas cerradas. Dentro de este grupo, El Ciprés, Santo Domingo y El Rosario poseen barras de arena que separan al humedal del mar; mientras que el resto de las bocanas están

cerradas por barras de arena con canto rodado. Estas barreras físicas pueden ser destruidas por las lluvias invernales o las pleamares extraordinarias permitiendo el paso de agua marina, siendo El Ciprés el único humedal con una barra arenosa permanente. Los humedales con bocanas abiertas son las de Santo Tomás, El Salado, San Rafael y San Simón, cuyos arroyos desembocan directamente al mar y cuya influencia del agua marina depende de la intensidad de las mareas.

La salinidad del agua en estos humedales pequeños se ubica dentro de los límites de agua salobre (>0.3 y <35 ppm) a hipersalina (>35 ppm). El Ciprés con una salinidad de 0.9 ppm se ubicó entre la categoría de agua salobre oligohalina (0.3 a 3.6 ppm). Cantamar, Santo Tomás, San Telmo y Santo Domingo, tuvieron una salinidad baja que se ubica dentro de los intervalos de agua salobre oligohalina y mesohalina (3.6 a 18 ppm). El Descanso, La Misión, San Miguel y El Rosario mostraron intervalos más amplios de salinidad que se encuentran la categoría de agua mesohalina. El Salado, San Rafael y San Simón presentaron los intervalos de salinidad más amplios, El Salado y San Rafael con salinidades que varían de agua salobre polihalina (18 a 35 ppm) a hipersalina y San Simón presentó condiciones de agua salobre oligohalina a hipersalina (Figura 14). Esta variación de la salinidad ocurre en función del aporte de agua dulce, de la influencia de agua marina y de la evaporación (Kennish, 1986).

La variación en la salinidad de los humedales se relacionó con el tipo de bocana (Fig. 14). Aquellos humedales con bocana cerrada tuvieron una variación menor que los humedales con bocana abierta. La excepción fue Santo Tomás que es de bocana abierta y presentó un intervalo estrecho de salinidad.

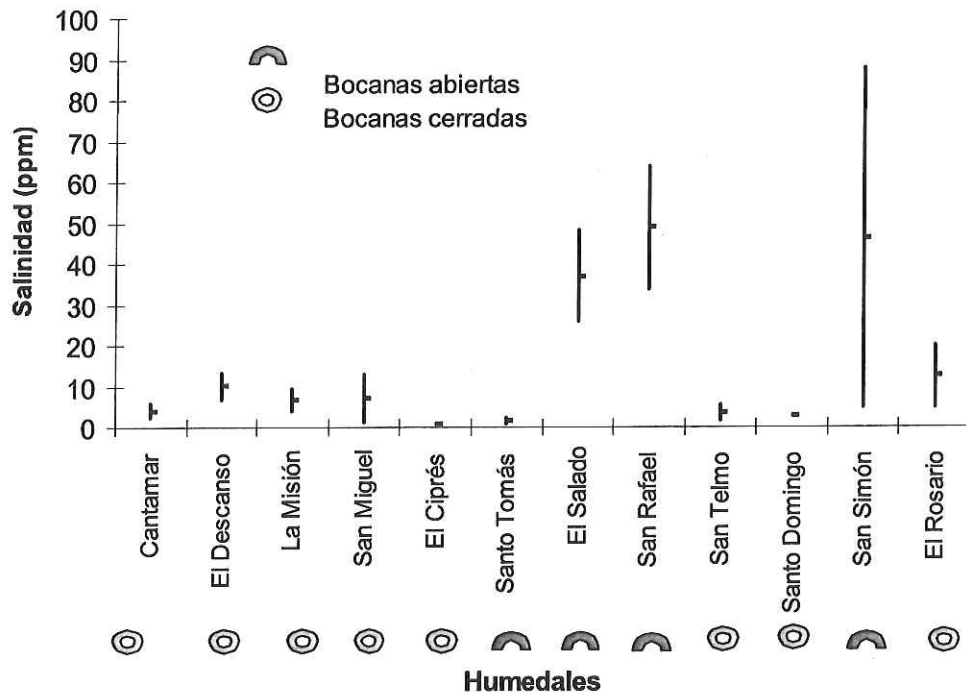


Figura 14.- Intervalo de salinidad del agua de los humedales durante 1996-1997 (datos de Ruiz Campos *et al.* 2000) y tipo de bocana. Los sitios se encuentran ordenados de norte a sur. Las líneas verticales indican el rango y las horizontales el valor promedio.

La temperatura del agua a lo largo del año varió en los diferentes humedales. Las temperaturas más bajas correspondieron a mediciones en invierno, mientras que las temperaturas máximas correspondieron a mediciones en verano (Ruiz Campos *et al.* 2000). San Telmo presentó el intervalo mayor de temperatura que osciló entre 14.3 °C y 28.04 °C, mientras que San Rafael y El Rosario presentaron los intervalos más estrechos. Para Santo Domingo y El Ciprés sólo se tuvo una medición de temperatura por lo que se desconoce como varía este parámetro a lo largo del año. La temperatura mínima fue registrada para

Santo Tomás (11.37 °C) y la temperatura máxima se registró en El Descanso (30.5 °C) (Fig. 15). La temperatura de los estuarios está en función de la profundidad del agua, las mareas, la descarga de agua dulce, los vientos y la morfología de la cuenca (Kennish, 1986). Estos humedales poseen cuerpos de agua someros (< 2 m de profundidad) por lo que responden más rápido a las temperaturas del aire.

El oxígeno disuelto en el agua cambió entre estaciones y entre humedales. Las variaciones estacionales más amplias se registraron en Cantamar, El Descanso, San Miguel y San Simón (Fig. 16), mientras que El Salado, San Rafael y San Telmo presentaron los intervalos más pequeños. Estos cambios en las concentraciones de oxígeno, dependen de las variaciones en los factores físicos (mareas, descarga de los arroyos y vientos), químicos (salinidad) y biológicos (fotosíntesis y respiración) (Kennish, 1986). En La Misión, San Rafael, San Telmo y San Simón el oxígeno disuelto varió inversamente con la salinidad y la temperatura (los valores máximos de oxígeno correspondieron a los valores mínimos de salinidad y temperatura); siendo este comportamiento típico de aguas estuarinas, donde la temperatura y la salinidad son los factores más importantes en regular la solubilidad del oxígeno (Kennish, 1986).

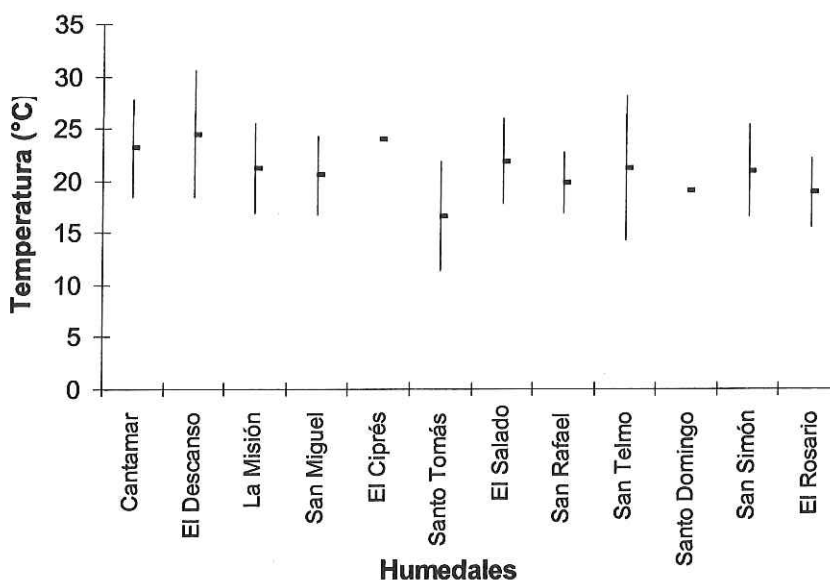


Figura 15.- Intervalo de temperatura del agua de los humedales durante 1996-1997 (datos de Ruiz Campos *et al.* 2000). Los sitios se encuentran ordenados de norte a sur. Las líneas verticales indican el rango y las líneas horizontales el valor promedio. En el caso de El Ciprés y Santo Domingo fueron valores únicos.

Los humedales norteros (Cantamar-El Salado) tienen un área menor que los humedales sureños (San Rafael- El Rosario). Comparativamente con el área de Estero de Punta Banda (18.71 km^2) y Bahía San Quintín (54.38 km^2), todos los humedales estudiados son pequeños, El Rosario (4.5 km^2), que es el de mayor área, es cuatro veces menor que el Estero de Punta Banda (Tabla IV).

Cada humedal pertenece a una cuenca hidrográfica distinta (Fig. 17). Las cuencas hidrográficas variaron en tamaño, las más pequeñas fueron la cuenca cinco, cuenca El Ciprés y cuenca seis, que corresponde a los humedales de Cantamar, El Ciprés y El Descanso, respectivamente; y las cuencas más extensas

fueron la cuenca ocho, 50 y 61 que corresponden respectivamente a La Misión, El Rosario y Santo Domingo (Tabla IV y Fig. 17).

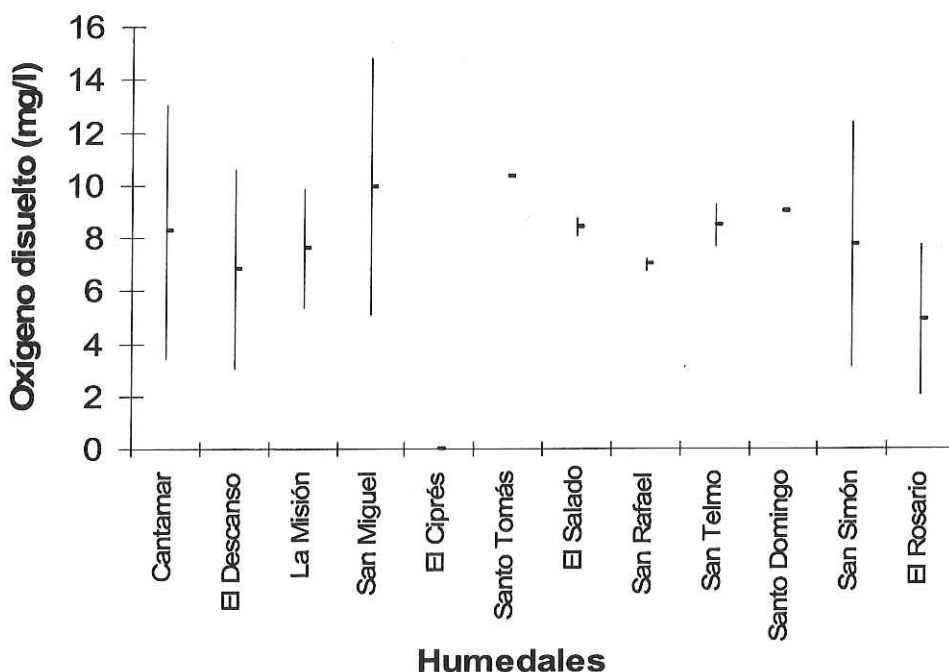


Figura 16.- Intervalo de oxígeno disuelto del agua de los humedales durante 1996-1997 (datos de Ruiz Campos *et al.* 2000). Los sitios se encuentran ordenados de norte a sur. Las líneas verticales indican el rango y las líneas horizontales el valor promedio.

Cada cuenca posee una red de arroyos que drenan el agua proveniente de las Sierras San Pedro Mártir y Juárez hacia el Océano Pacífico (Fig. 17). La longitud de los cauces de los arroyos varía de acuerdo con el tamaño de las cuencas, es decir, las cuencas más pequeñas poseen cauces de arroyos cortos y las cuencas más grandes tienen cauces de arroyos largos (Tabla IV).

Tabla IV.- Características abióticas de los humedales, que incluyen superficie de los humedales y de sus respectivas cuencas, longitud de los cauces de los arroyos y el volumen de precipitación total en la cuenca.

Características abióticas	Humedales											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
Área del humedal (km ²)	0.030	0.118	0.808	0.198	0.203	0.604	1.152	1.778	1.463	0.735	3.140	4.502
Código de cuenca *	5	6	8	11	El Ciprés	23	36	40	41	47	50	61
Área de la cuenca en (km ²)	69	165	2420	224	93	581	636	1262	946	1239	1620	2708
Longitud de cauces (km)	25	53	769	73		168	180	415	302	497	625	1021
Precipitación total mill. m ³	17	41	764	61	23	130	126	277	185	332	303	341

*Código asignado por Riemann (2004)

III.1.3. Características bióticas

La flora de los humedales incluyó especies muy diversas, desde plantas que toleran condiciones sumergidas (hidrófitas) hasta plantas xerófilas representadas por algunas especies típicas del matorral costero y duna que se encontraban en la frontera de los humedales. La flora exótica estuvo compuesta por especies asociadas con campos agrícolas y plantas de ornato de la zona residencial. La flora exótica representó el 30 % (76 especies) del total de las especies vegetales registradas para estos humedales (Anexo II).

El endemismo de la flora fue referido a la escala espacial de la Provincia Florística Californiana (Reisser, 1994) y en algunos casos como endémicas de Baja California (Tabla V). Las especies endémicas fueron más numerosas en Santo Tomás y El Rosario, mientras que Cantamar, El Descanso y San Simón no tuvieron ninguna (Tabla V).

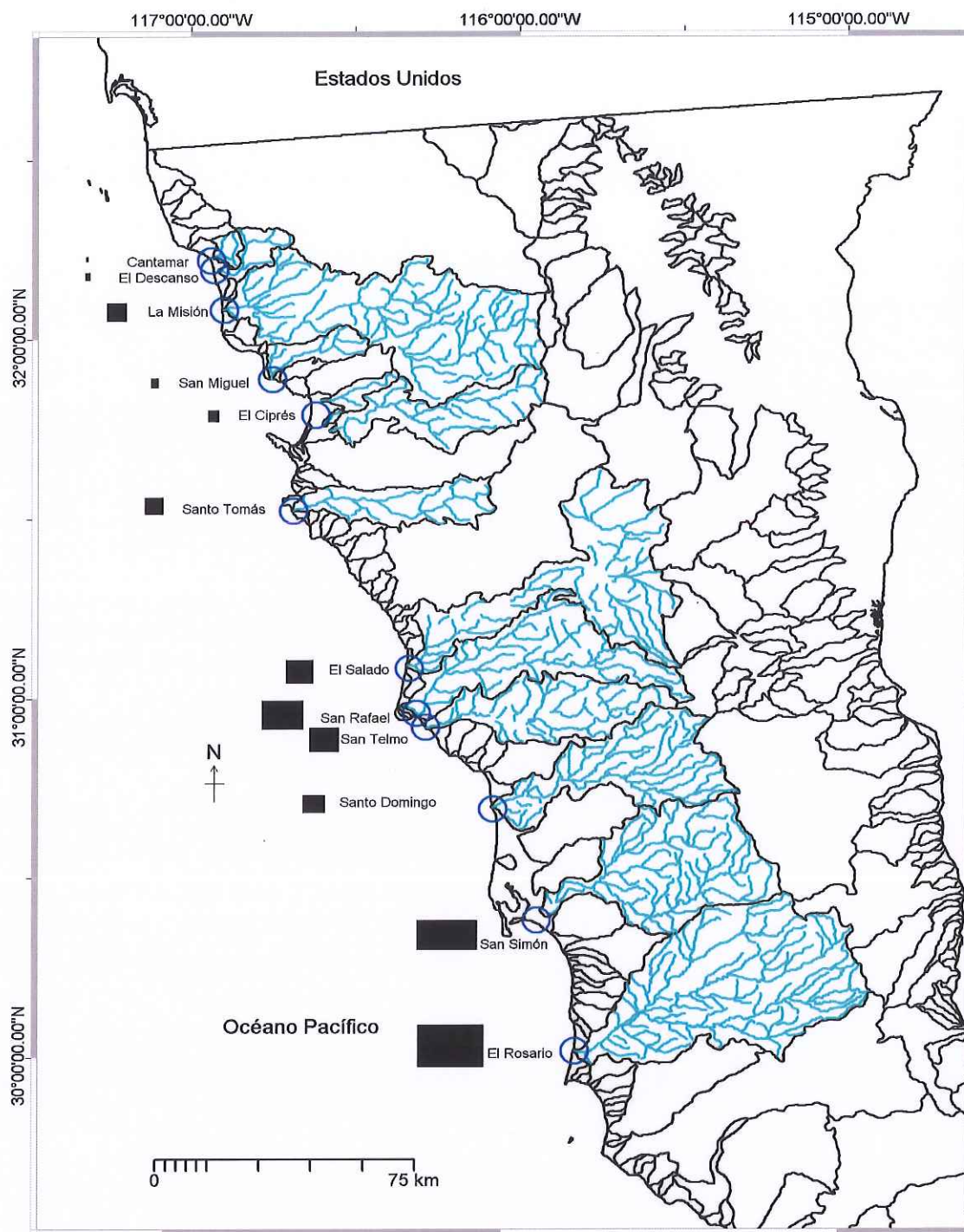


Figura 17.- Mapa de la región norte de Baja California que muestra a los humedales con sus respectivas cuencas hidrográficas y cauces de arroyos. Los cuadros negros representan el tamaño relativo de los diferentes humedales.

Las especies de plantas nativas catalogadas en algún estado de protección especial fueron *Adolphia californica*, *Calystegia macrostegia*, *Dudleya attenuata* subsp. *orcuttii* y *Lotus nuttallianus* como especies en peligro de extinción y *Ericameria palmeri* y *Ferocactus viridiscens* enlistadas como amenazadas (Tabla V). El número más alto de especies con categoría de protección se registró en Santo Tomás, le siguieron San Miguel, El Salado y Santo Domingo (Tabla V). En La Misión, San Telmo y El Rosario solo se reportó una especie; mientras que en Cantamar, El Descanso, El Ciprés, San Rafael y San Simón no se encontró ninguna especie vegetal con problemas de conservación (Tabla V).

Las aves de los humedales pequeños fueron tanto especies acuáticas como terrestres. En general, hubo más especies de aves terrestres que de aves acuáticas, excepto en El Descanso y San Telmo donde fue a la inversa (Anexo II). La mayoría de las especies fueron residentes permanentes (>50 %), seguidas de las visitantes estacionales (>20%) y hasta el 13% de las especies fueron visitantes ocasionales (Fig. 18).

En 2002 hubo 23 especies anidantes en los 12 sitios (Ruiz Campos *et al.* 2005) (Tabla VI). El Ciprés y Santo Domingo tuvieron el mayor número de especies anidantes, seguidos por La Misión y El Rosario. Solamente en San Simón no se observaron aves en reproducción ese año (Tabla VI), aunque existen registros previos de tres especies anidando en ese humedal (Palacios y Alfaro, 1991).

Solo tres especies de aves fueron exóticas (*Passer domesticus*, *Columba livia* y *Sturnus vulgaris*), las tres se encontraron en Cantamar, San Miguel y El

Rosario; en San Rafael y San Telmo no se observaron especies exóticas, mientras que en el resto de los humedales se presentaron sólo una o dos de estas especies (Anexo IV).

Tabla V. Especies endémicas de la flora y categorías de conservación según Hickman (1993), Wiggins (1980), Oberbauer (1991) y la Norma oficial Mexicana NOM 059-2001 (SEMARNAT, 2002).

Especie	Categoría de conservación	Distribución	Humedales											
			Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Abronia gracilis</i> Benth. subsp. <i>Gracilis</i>		endémica B. C.°							X					X
<i>Abronia gracilis</i> subsp. <i>platyphylla</i>		endémica B. C.°						X						
<i>Adolphia californica</i>	Peligro 2*	endémica C.*				X								
<i>Aesculus parryi</i> A. Gray+		endémica B. C.° *			X	X		X						X
<i>Agave shawii</i> Engelm. ssp. <i>Goldmaniana</i>		endémica B. C.°												X
<i>Agave shawii</i> Engelm. ssp. <i>shawii</i>		endémica C.°			X			X	X	X				X
<i>Ambrosia pumila</i>		endémica C.*												X
<i>Astragalus insularis</i> Kell. var <i>quintinensis</i>		endémica B. C.°										X		
<i>Atriplex julacea</i> S. Wats.		endémica B. C.°							X	X	X	X		X
<i>Bergerocactus emoryi</i> (Engelm.)		endémica B. C.°			X	X		X	X	X				X
<i>Calystegia macrostegia</i>	Peligro 2*	endémica C.*			X							X		
<i>Dudleya attenuata</i> subsp. <i>orcuttii</i> (Rose)	Peligro 2*	endémica C.**						X	X		X	X		
<i>Dudleya brittonii</i> D. A. Johansen		endémica B. C.°			X	X		X		X				
<i>Echinocereus maritimus</i> (M. E. Jones)		endémica B. C.°						X	X	X				X
<i>Ericameria palmeri</i> (A. Gray) var. <i>palmeri</i>	Amenazada °	-						X						
<i>Ferocactus viridescens</i> (Torr.)	Amenazada+	endémica C.**						X	X					X
<i>Fraxinus trifoliata</i> (Torr.)		endémica B. C.° *						X						
<i>Harfordia macroptera</i> (Benth.)		endémica B. C.°								X				
<i>Hazardia berberidis</i> (HBK)		endémica B. C.°			X			X						
<i>Hazardia ferrisiae</i> (S. F. Blake)		endémica B. C.°										X		
<i>Lotus nuttallianus</i>	Peligro 3*	endémica C.*				X								
<i>Lycium densifolium</i> Wigg.		endémica B. C.°												X
<i>Mammillaria brandegeei</i> (Coulter)		endémica B. C.°								X				
<i>Myrtillocactus cochal</i> (Orcut)		endémica B. C.°								X				
<i>Phacelia ixodes</i> Kell.		endémica C.**			X	X								
<i>Rosa minutifolia</i>		endémica C.°							X	X				
Total especies endémicas			0	0	7	6	1	10	8	9	2	5	0	10
Total especies en categoría de conservación			0	0	1	2	0	4	2	0	1	2	0	1

Fuente:

° Hickman (1993) y Wiggins (1980).

* Oberbauer (1991)

+ NOM-059 2001 (SEMARNAT, 2002).

Categorías según California Native Plant Society R-E-D Code (Reisser, 1994).

Peligro 2= En peligro una porción de su rango

Peligro 3= En peligro a través de toda su distribución

B. C.= Baja California

C=Región californiana

El 10% de las especies de aves consignadas en los humedales pequeños se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002): seis como especies en peligro de extinción, cinco como especies amenazadas y nueve como especies en la categoría de protección especial (Tabla VII). El mayor número de especies de aves en algún estado de conservación se encontró en El Rosario, seguido de Santo Tomás, San Telmo y Santo Domingo (Tabla VII).

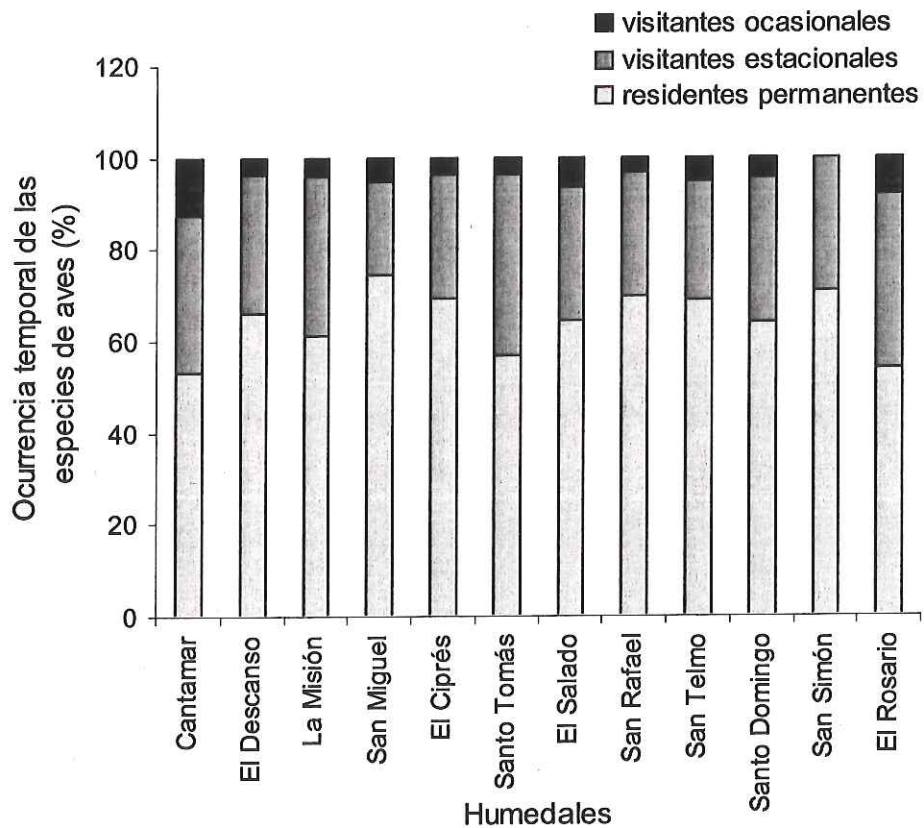


Figura 18.- Porcentaje de la presencia temporal de las aves en los humedales pequeños del noroeste de Baja California.

La ictiofauna de los humedales pequeños se encontró representada en su mayoría por especies esporádicas (16 especies) y solo algunas especies diádromas (cuatro especies) (Ruiz Campos *et al.* 2000). El número mayor de especies esporádicas ocurrió en Cantamar, La Misión, San Miguel, El Salado, y San Simón, mientras que la cantidad mayor de especies diádromas se observó en El Descanso y San Telmo. San Rafael, Santo Domingo, y El Rosario hubo igual cantidad de especies esporádicas y diádromas (Anexo V). El Ciprés fue el único humedal donde no se registraron peces (Anexo V).

La presencia temporal de la ictiofauna se dividió en especies residentes permanentes, visitantes de marea y visitantes ocasionales. Las especies residentes permanentes fueron las más frecuentes y se encontraron en todos los sitios (del 31 al 100%). Los visitantes de mareas fueron el segundo grupo en orden de importancia (del 0 al 40%) y los visitantes ocasionales se encontraron solo en La Misión, San Miguel, Santo Domingo y El Rosario (del 8 al 29 %) (Fig. 19).

Las dos especies exóticas fueron *Lepomis cyanellus* y *Gambusia affinis* y se registraron en El Descanso, La Misión, San Telmo y Santo Domingo. En San Miguel, Santo Tomás, San Rafael y El Rosario se presentó sólo una especie exótica, mientras que en Cantamar, El Salado y San Simón no se encontraron especies exóticas (Anexo II y V).

En estos humedales se encontraron dos especies en algún estado de conservación, una especie amenazada (*Gasterosteus aculeatus microcephalus*) que se consignó en El Descanso, Santo Domingo y El Rosario y una especie en

categoría de protección especial (*Lampetra tridentata*) que se encontró en Santo Domingo (Tabla VIII).

Tabla VI.- Listado de especies de aves que anidaron durante 2002 en los humedales pequeños (Ruiz Campos *et al.* 2005).

Especie	Humedales											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Sto. Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Agelaius phoeniceus</i>			X									
<i>Agelaius tricolor</i>	X		X									
<i>Anas cyanoptera</i>			X									
<i>Anas platyrhynchos</i>			X		X		X					
<i>Anas strepera</i>					X							
<i>Aythya americana</i>												X
<i>Callipepla californica</i>						X				X		
<i>Circus cyaneus</i>									X			
<i>Charadrius alexandrinus</i>										X		
<i>Charadrius vociferus</i>				X						X		X
<i>Falco peregrinus</i>												X
<i>Fulica americana</i>		X			X							X
<i>Gallinula chloropus</i>					X							
<i>Himantopus mexicanus</i>					X				X	X		
<i>Oxyura jamaicensis</i>		X			X							X
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>		X										
<i>Podilymbus podiceps</i>			X		X							
<i>Pyrocephalus rubinus</i>								X				
<i>Recurvirostra americana</i>										X		
<i>Speotyto cunicularia</i>										X		
<i>Sterna antillarum</i>										X		
<i>Sturnus vulgaris</i>												
<i>Zenaida macroura</i>								X				
<i>Total</i>	1	3	5	1	7	1	1	2	2	7	0	5

Tabla VII.- Listado de especies de la avifauna de los humedales, catalogadas en la NOM-059-ECOL-2001 en algún estado de conservación (SEMARNAT, 2002).

Especie	Categoría de conservación	Humedales											
		Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Aquila chrysaetos</i>	Amenazada (5 spp)	x					x	x	x	x	x		
<i>Charadrius alexandrinus</i>			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Passerculus sandwichensis</i>					x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Poliophtila californica</i>					x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Vireo bellii</i>			x		x			x				x	x
<i>Colaptes chrysoides</i>	Peligro de extinción (6 spp)								x				
<i>Laterallus jamaicensis</i>										x			x
<i>Pelecanus occidentalis</i>		x	x		x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Puffinus opisthomelas</i>											x		
<i>Rallus longirostris</i>							x			x			x
<i>Sterna antillarum</i>		x	x								x		
<i>Accipiter cooperii</i>	Protección especial (9 spp)				x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Accipiter striatus</i>										x			x
<i>Buteo albonotatus</i>													x
<i>Buteo lineatus</i>			x	x			x						x
<i>Egretta rufescens</i>							x	x					x
<i>Falco peregrinus</i>							x	x					x
<i>Larus heermanni</i>		x	x	x		x	x	x		x	x		x
<i>Rallus limicola</i>										x			
<i>Sterna elegans</i>								x	x		x		
Total	20 spp	5	5	5	4	7	10	8	7	10	10	2	12

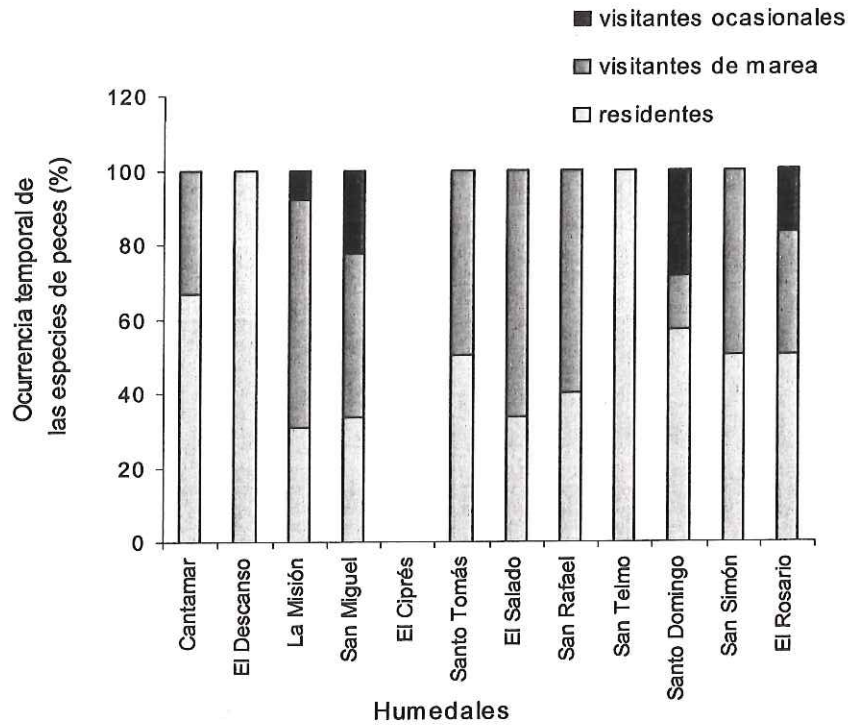


Figura 19.- Porcentaje de la presencia temporal de los peces en los humedales pequeños del noroeste de Baja California.

Tabla VIII.- Listado de especies de la ictiofauna de los humedales en algún estado de conservación, registrada en la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002), Ruiz Campos *et al.* (2000) y en Ruiz Campos y González Guzmán (1996).

Especie	Categoría de conservación	Humedales											
		Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>G. acuelatus microcephalus</i>	Amenazada		x								x		x
<i>Lampetra tridentata</i> °	Protección especial										x		
Total	2 spp	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1

^o En Ruiz Campos y González Guzmán (1996).

III.1.4. Uso de los humedales

Los humedales Cantamar, El Descanso, La Misión y San Miguel que se localizan al norte del corredor costero, están atravesados por la carretera transpeninsular federal No. 1 y la autopista escénica Tijuana-Ensenada. Todos los humedales tienen un uso recreativo (turismo de playa, campismo), aunque es más intenso en los humedales que se encuentran en el corredor costero Tijuana-Ensenada y en El Ciprés, debido a su cercanía con los poblados y ciudades (Anexo VI).

Hay actividad agrícola en todos los humedales (Anexo VI), utilizando parte del humedal o las áreas adyacentes como terreno de cultivo. Las hortalizas son los principales productos agrícolas y representan parte de la flora exótica que fue registrada en los sitios. Otro uso común de los humedales y áreas adyacentes es el pastoreo de ganado, excepto en Cantamar (Anexo VI).

En los humedales con asentamientos humanos aledaños existe un uso habitacional residencial (Cantamar, El Descanso, La Misión, San Miguel y El Ciprés), descarga de aguas negras (Cantamar, El Descanso, La Misión, San Miguel, El Salado y Santo Domingo) y fosas sépticas (El Descanso, La Misión, San Miguel, El Salado y Santo Domingo). En Santo Domingo existe un campo pesquero en la boca del arroyo y ranchos en las zonas aledañas al humedal. Hay basureros clandestinos asociados con el uso habitacional y con las actividades de recreación y existen en todos los humedales (Anexo VI).

Se realiza la extracción del agua de los humedales con fines agrícolas y domésticos (Anexo VI) y además existen aprovechamientos superficiales y subterráneos a lo largo de las cuencas hidrográficas de todos los humedales.

El tránsito de vehículos motorizados es común en los humedales del norte que son atravesados por las carreteras, aunque también existe tránsito de distintos tipos de vehículos en los terrenos de los humedales y sus áreas adyacentes.

La extracción de materiales para construcción, como arena y grava, se lleva a cabo en el cauce de los arroyos de El Descanso, La Misión, San Miguel, Santo Domingo y El Rosario (Anexo VI).

III.2 Descriptores ecológicos

III.2.1. Riqueza y abundancias

La riqueza regional de los doce humedales (riqueza gamma) comprendió el número total de especies para cada grupo taxonómico, que fue de 252 especies de flora, 186 especies de aves y 20 especies de peces (Anexos III, IV y V). La riqueza de la flora varió de 22 a 85 especies en los humedales. La Misión presentó la riqueza mayor seguido de Cantamar; la riqueza más baja se observó en los humedales de San Simón y San Telmo (Tabla IX). De manera general, la riqueza de la flora fue mayor en los humedales ubicados al norte (Cantamar-El Salado) que en los humedales ubicados al sur (San Rafael-El Rosario).

Al separar la flora de los humedales en nativa y exótica, se observó que el número de especies exóticas en los humedales disminuyó en dirección norte-sur. En Cantamar hubo más especies exóticas que nativas, patrón que se invirtió a partir de El Descanso y la cantidad de especies exóticas disminuyó hacia los humedales sureños (Tabla IX). Considerando únicamente la flora nativa, la riqueza fue mayor en La Misión y después Santo Tomás y El Rosario. La riqueza menor de especies nativas se encontró en San Simón seguido de San Telmo y El Descanso (Tabla IX).

Las plantas más numerosas en los humedales fueron *Juncus acutus*, *Salicornia virginica*, *S. subterminalis* y *Distichlis spicata* aún cuando no estaban en todos los humedales (Anexo III). Mientras que las especies comunes para todos los humedales pero con abundancias menores fueron *Distichlis spicata*, *Frankenia salina* y *Tamarix ramosissima*. Esta última es una especie exótica e invasiva (Anexo III).

La riqueza de aves en los humedales varió de 38 a 125 especies. El valor máximo de riqueza de aves se observó en El Rosario, seguido por Santo Tomás, La Misión y Santo Domingo. Los valores mínimos se encontraron en San Simón, El Descanso y El Ciprés (Tabla IX). Hubo una correlación positiva entre la riqueza total de aves y la riqueza de aves terrestres ($r=0.8593$), debido a que la riqueza de aves terrestres fue mayor que la riqueza de aves acuáticas en la mayoría de los humedales, con excepción de El Descanso y San Telmo. Por otro lado, la riqueza más alta de aves acuáticas se presentó en El Rosario, seguido de La Misión, El Descanso y Santo Tomás, y la riqueza más baja en San Simón y San Rafael.

Las especies de aves más abundantes en los humedales fueron *Fulica americana*, *Calidris alba*, *Larus occidentalis*, *Pelecanus occidentales* y *Larus delawerensis* (Anexo IV). Las aves más comunes que estuvieron presentes en todos los humedales fueron *Sayornis nigricans*, *S. saya*, *Larus occidentalis*, *Carpodacus mexicanus*, *Zonotrichia leucophrys*, *Dendroica coronata*, *Geothlypis trichas*, *Mimus polyglottos* y *Falco sparverius* (Anexo IV).

Los peces fueron el grupo taxonómico con menor variedad de especies; la riqueza específica varió de 2 a 13 especies en los humedales pequeños. La riqueza máxima se encontró en La Misión, seguido de San Miguel y Santo Domingo, los valores más bajos fueron para San Simón y El Ciprés, este último carente de peces (Tabla IX).

Las especies más abundantes en los humedales fueron *Fundulus parvinnis*, *Gasterosteus aculeatus microcephalus*, *Gambusia affinis*, *Mugil cephalus*, *Atherinops affinis* y *Gillichthys mirabilis*. Ninguna de las especies estuvo presente en todos los humedales (Anexo V).

La riqueza total (flora, aves y peces) máxima se observó en El Rosario y La Misión, seguido por Santo Tomás y Santo Domingo, mientras que San Simón tuvo la menor riqueza total (Tabla IX). La mayor abundancia relativa de flora se encontró en La Misión (293 plantas) y El Rosario (229 plantas), mientras que la abundancia menor de plantas se registró en San Simón (32 plantas) y San Telmo (34 plantas) (Tabla IX). La abundancia máxima de aves se encontró en El Rosario (3919 aves), seguido por Santo Domingo (2915 aves) y La Misión (2782 aves). La menor se presentó en San Simón (421 aves) (Tabla IX). La abundancia mayor de

peces ocurrió en El Rosario (1015 peces) seguido de La Misión (697 peces), mientras que las abundancias más bajas se registraron en Santo Tomás y El Salado donde solamente se registraron 32 y 37 peces respectivamente (Tabla IX).

Tabla IX.- Riqueza por grupo taxonómico, riqueza total y abundancia para cada uno de los humedales pequeños del Noroeste de Baja California. La riqueza de la flora se muestra separada en especies exóticas y nativas, la riqueza de aves se separó en aves acuáticas y terrestres.

Descriptores ecológicos	Humedales											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
Flora												
Riqueza	84	53	85	59	60	63	50	44	38	63	22	62
Riqueza de especies exóticas	49	23	18	17	24	9	8	4	8	16	4	8
Riqueza de especies nativas	35	30	67	42	36	54	42	40	30	47	18	54
Abundancia	151	59	293	86	65	160	202	135	34	64	32	229
Aves												
Riqueza	67	54	95	56	55	108	77	58	64	88	38	125
Riqueza aves acuáticas	24	39	43	7	27	38	33	13	37	28	13	53
Riqueza de aves terrestres	43	15	52	49	28	70	44	45	27	60	25	72
Abundancia	723	602	2782	539	852	1853	1691	600	1040	2915	421	3919
Peces												
Riqueza	3	5	13	9	0	4	3	5	3	7	2	6
Abundancia	556	464	697	175	0	33	37	104	429	219	516	1015
Riqueza total	154	112	193	124	115	175	130	107	105	158	62	193

III.2.2. Diversidad

El grupo con la diversidad más alta fue el de las aves y el de menor diversidad fue el de los peces. El Rosario fue el humedal que presentó

sistemáticamente el mayor valor de diversidad en cada grupo taxonómico (Fig. 20). La diversidad máxima de plantas terrestres ocurrió en El Rosario (15.14), seguido de La Misión (14.95) y Cantamar (14.19), mientras que la diversidad mínima se encontró en San Simón (4.51) y San Telmo (6.09) (Fig. 20). En cuanto a las aves, la mayor diversidad fue para El Rosario (19.8) seguido de San Rafael (19.2) y San Telmo (16.65). Los valores más bajos en la diversidad de aves fueron para El Salado (6.38) y El Descanso (6.84) (Fig. 20). En cuanto a la diversidad de peces, los valores más altos fueron para El Rosario (4.35), San Rafael (2.45) y El Salado (2.41) y los valores más bajos fueron para Cantamar (1.07) y El Ciprés donde no hubo peces (Fig. 20).

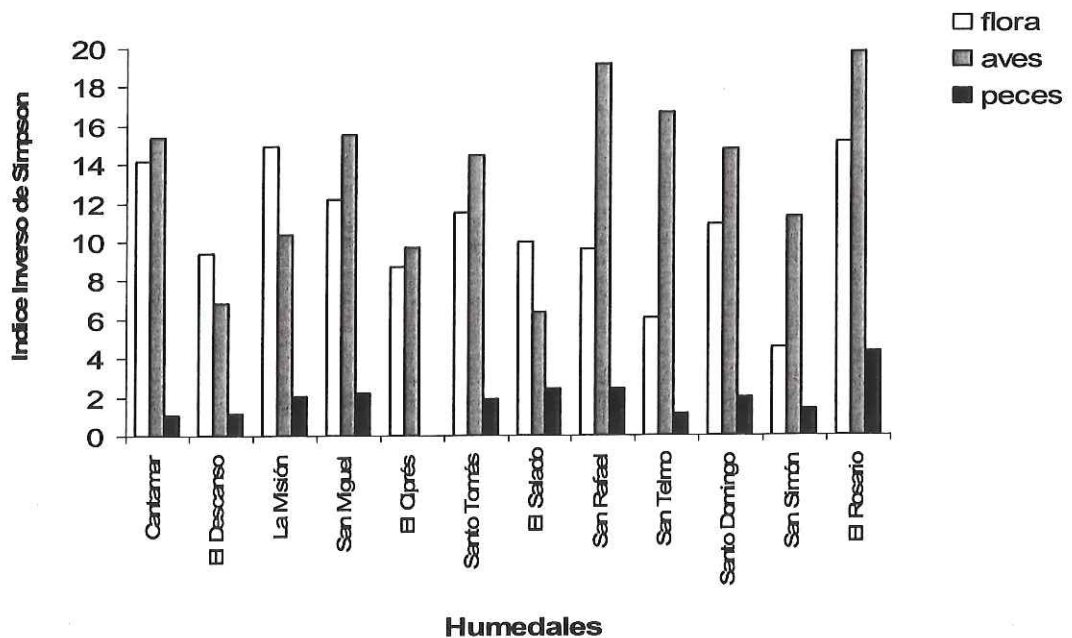


Figura 20.- Valores de diversidad (Inverso de Simpson) de la flora, aves y peces de los humedales pequeños del noroeste de Baja California.

III.2.3. Similitud

El análisis de agrupamiento que incluyó a los tres grupos taxonómicos (flora, aves y peces) mostró en general, niveles bajos de similitud. San Miguel fue el humedal más disímil separándose del resto de los humedales al 36% de similitud. El subgrupo con la mayor similitud estuvo formado por La Misión, Santo Tomás y El Rosario. De ellos, Santo Tomás y La Misión fueron los más similares (62%) en sus elencos de flora, aves y peces (Fig. 21).

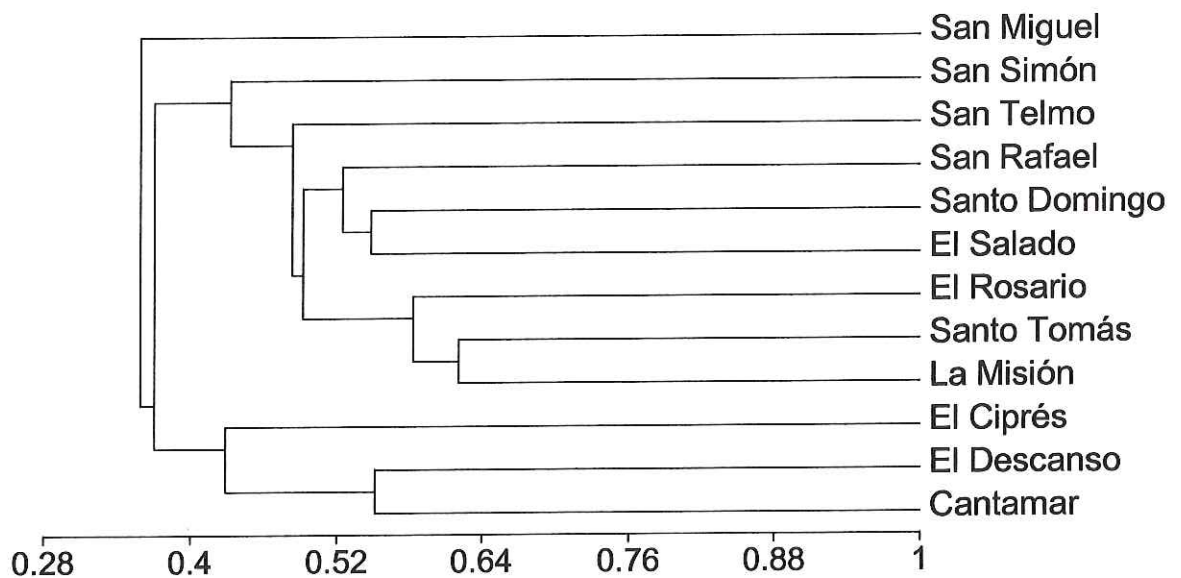


Figura 21.- Dendrograma que muestra la similitud de los humedales utilizando la presencia-ausencia (Coeficiente de Sorensen) de los tres grupos taxonómicos (flora, aves y peces).

El dendrograma de los sitios con base en la flora terrestre también mostró valores bajos de similitud (Fig. 22). Al 28% de similitud, se separaron los humedales y formaron dos grupos. El primero se formó por El Ciprés, Cantamar y El Descanso; y el segundo estuvo compuesto por el resto de los humedales (Fig. 22). El segundo grupo se dividió al 31% de similitud en dos subgrupos. El primer subgrupo se formó por La Misión, Santo Tomás y San Miguel. Los humedales más similares fueron Santo Tomás y La Misión con un 57 % de similitud, lo que coincidió con el dendrograma total y denota la influencia de la flora en el agrupamiento de los sitios con los tres grupos taxonómicos (Fig. 22).

El dendrograma para agrupar a los humedales con base en las especies de aves (Fig. 23) mostró una valores más altos de similitud que el dendrograma de la flora (Fig. 22). Los humedales se separaron al 45% de similitud formándose dos grupos: el primero grupo formado por San Simón, San Telmo y El Ciprés y el segundo compuesto por los nueve humedales restantes. El subgrupo con la mayor similitud estuvo formado por La Misión y Santo Tomás (70%) (Fig. 23).

El agrupamiento de los humedales con base en las especies de peces, mostró los niveles de similitud más bajos entre los humedales, al separarse San Simón del resto de humedales con el 18 % de similitud. Con el 34% de similitud se formaron dos grupos. El primero compuesto por San Rafael, El Salado, Santo Domingo, San Telmo y El Descanso y el segundo por El Rosario, San Miguel, La Misión, Santo Tomás y Cantamar (Fig. 26). San Telmo y El Descanso fueron los humedales con la mayor similitud (70%) (Fig. 24).

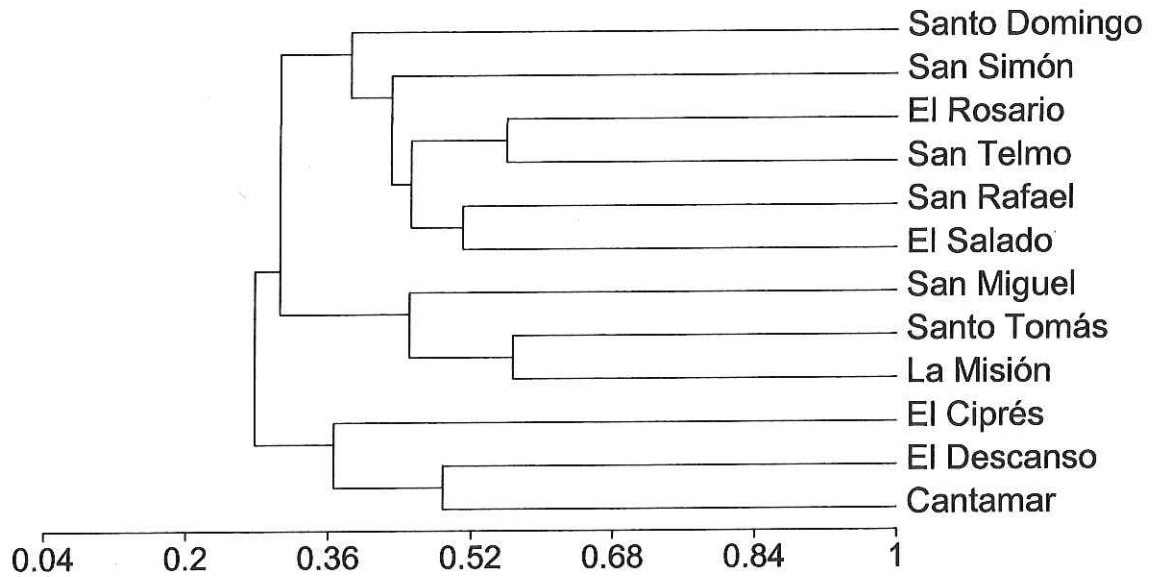


Figura 22.- Dendrograma que muestra la similitud de los humedales utilizando la presencia-ausencia (Coeficiente de Sorensen) de la flora terrestre.

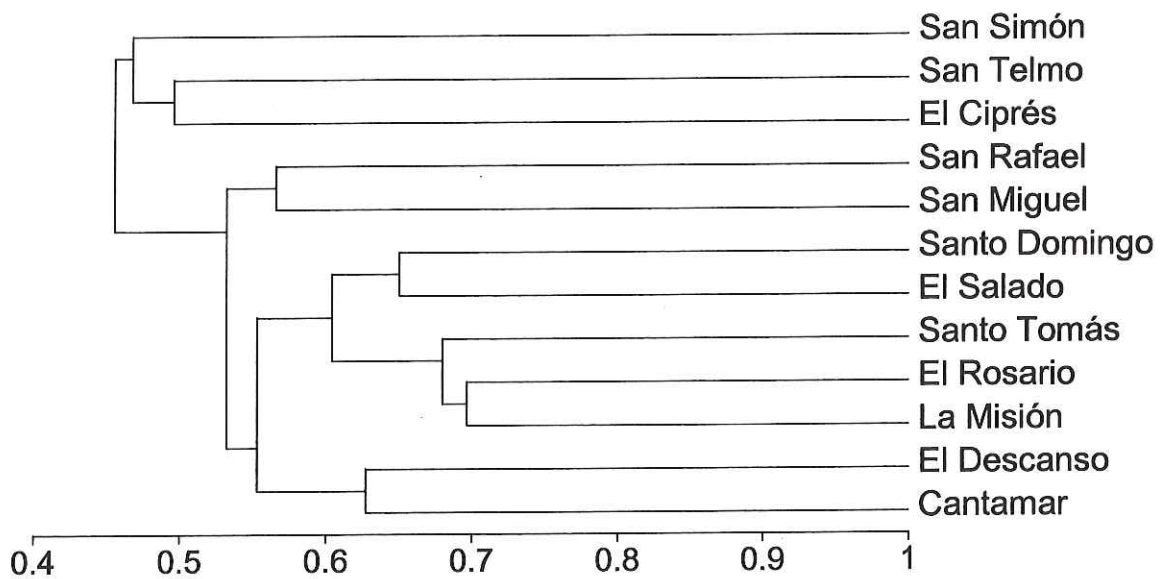


Figura 23.- Dendrograma que muestra la similitud de los humedales utilizando la presencia-ausencia (Coeficiente de Sorensen) de la avifauna.

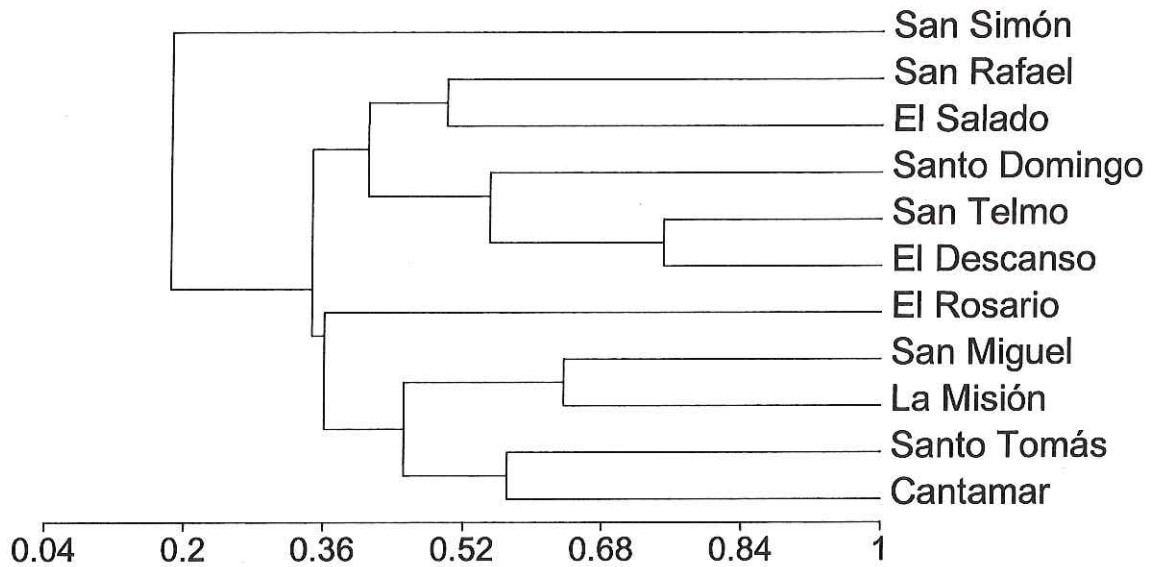


Figura 24.- Dendrograma que muestra la similitud de los humedales utilizando la presencia-ausencia (Coeficiente de Sorensen) de la ictiofauna.

III.2.4. Especies exclusivas

En el elenco específico de la flora, aves y peces se encontraron especies exclusivas para cada humedal. La flora fue el grupo taxonómico que tuvo el número mayor de especies exclusivas (109 especies), aún considerando sólo la flora nativa (76 especies). Cantamar fue el humedal que tuvo la cantidad más alta de especies únicas de flora, lo que es el reflejo de poseer el número mayor de especies exclusivas exóticas. Por otra parte, San Miguel y la Misión fueron los que presentaron un número más alto de especies únicas de vegetación nativa. Solamente San Simón no tuvo especies únicas (Tabla X).

Hubo 33 especies exclusivas de aves, de las cuales 11 se encontraron en El Rosario y seis en Santo Tomás. El resto se repartió entre La Misión, San Miguel, El Ciprés, El Salado, San Rafael, San Telmo y Santo Domingo. Los humedales que no tuvieron especies únicas de aves, fueron Cantamar, El Descanso y San Simón (Tabla X). Hubo siete especies exclusivas de peces, repartidas en solo cinco de los humedales, hubo dos especies en San Miguel y Santo Domingo y una especie exclusiva en La Misión, San Miguel y El Rosario. En el resto de los humedales no se registraron especies únicas (Tabla X).

Los humedales con el mayor número de especies exclusivas fueron El Rosario con 20 especies (8 especies de plantas nativas, 11 aves y 1 peces), La Misión con 16 especies (16 plantas nativas, 4 aves y 1 peces), San Miguel con 15 especies (12 especies de plantas nativas, 1 aves y 1 peces) y Santo Domingo con 13 especies (9 plantas nativas, 2 aves y 2 peces) (Tabla X).

Tabla X.- Número de especies exclusivas por grupo taxonómico de los humedales pequeños del noroeste de Baja California. El número de especies exclusivas de la flora se separó en exóticas y nativas, también se incluyen el total de especies exclusivas por sitio y el total de especies exclusivas por grupo taxonómico.

Especies exclusivas	Humedales												
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario	Total
Flora total	25	6	14	13	16	5	4	6	1	11	0	8	109
Flora exótica	17	3	3	1	6	0	1	0	0	2	0	0	33
Flora nativa	8	3	11	12	10	5	3	6	1	9	0	8	76
Aves	0	0	4	1	1	6	4	1	3	2	0	11	33
Peces	0	0	1	2	0	0	0	1	0	2	0	1	7
Total de especies	8	3	16	15	11	11	7	8	4	13	0	20	

III.2.5. Heterogeneidad

La heterogeneidad varió de tres a siete hábitats por sitio y, con base en este intervalo, se definieron tres niveles (bajo, medio y alto). Aquellos humedales con tres a cuatro hábitats se consideraron con un nivel bajo de heterogeneidad. Este fue el caso de Cantamar, San Miguel, San Rafael y San Simón. Los humedales con cinco hábitats se consideraron con heterogeneidad media y fueron El Descanso, El Ciprés, Santo Tomás y El Salado. Los humedales con seis y siete hábitats como La Misión, San Telmo y El Rosario, se clasificaron como sitios con una heterogeneidad alta (Tabla XI). La diversidad de hábitats en los humedales, que se estimó mediante el índice de diversidad de Shannon, otorga una importancia relativa a cada hábitat de acuerdo con su extensión dentro del humedal. En este caso, El Ciprés obtuvo la diversidad de hábitats mayor, seguido

de San Telmo y La Misión, mientras que la diversidad de hábitats menor la presentó San Miguel, San Rafael y San Simón. Cabe resaltar que los humedales calificados como de mayor diversidad de hábitats no coincidieron con los humedales con mayor número de hábitats (Tabla XI).

Tabla XI.- Tipos de hábitats presentes en cada humedal, mostrando el número total de hábitats y la diversidad de hábitats por humedal.

Hábitats	Humedales											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Sto. Domingo	San Simón	El Rosario
Duna					x		x		x	x	x	x
Marisma			x	x			x	x	x		x	x
Pradera					x	x		x		x		
Tular	x	x	x		x				x	x		x
Juncal			x			x	x		x	x	x	x
Ripario	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x
Espejo de agua	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Playa arenosa		x	x		x	x	x			x	x	x
Número de hábitats	3	4	6	3	6	5	5	3	6	7	5	7
Diversidad (H')	0.94	1.23	1.33	0.38	1.47	1.24	0.84	0.58	1.37	-	0.69	1.28

III.2.6. Patrones ecológicos

Hubo una correlación alta entre el tamaño de los humedales y el área de las cuencas hidrográficas ($r= 0.753$) y la longitud de los cauces ($r= 0.8009$) pero no con el volumen de precipitación anual total ($r= 0.323$) aunque La Misión y Santo Domingo fueron puntos extremos (Fig. 25).

Por otro lado, el análisis de los factores que pueden estar relacionados con la riqueza de especies en los humedales pequeños mostró los siguientes resultados:

- a) Área.- La relación área-riqueza describe una dependencia del número de especies presentes en una región con el área de esa región (Connor y McCoy, 2001). En este trabajo no se encontraron correlaciones significativas ni relación lineal entre el tamaño de los humedales y las riquezas de la flora ($r=0.42$), aves ($r=0.31$) y peces ($r=0$).
- b) Heterogeneidad.- La heterogeneidad considerada como el número de hábitats en los humedales no presentó relación con la riqueza de la flora ($r=0$), ni con la riqueza de peces ($r=0$), pero mostró una correlación significativa con la riqueza de aves ($r=0.62$), es decir, los humedales con un mayor número de hábitats poseen mayor número de especies de aves. Cuando se consideró la riqueza de aves residentes permanentes de los humedales la correlación con el número de hábitat aumentó ($r=0.67$). En contraste, al relacionar la heterogeneidad en términos de diversidad de hábitat, se observó que las correlaciones entre la diversidad de hábitat (índice de Shannon), con la riqueza de la flora, aves y peces no fueron significativas ($r=0$, $r=0.43$, $r=0$ respectivamente).

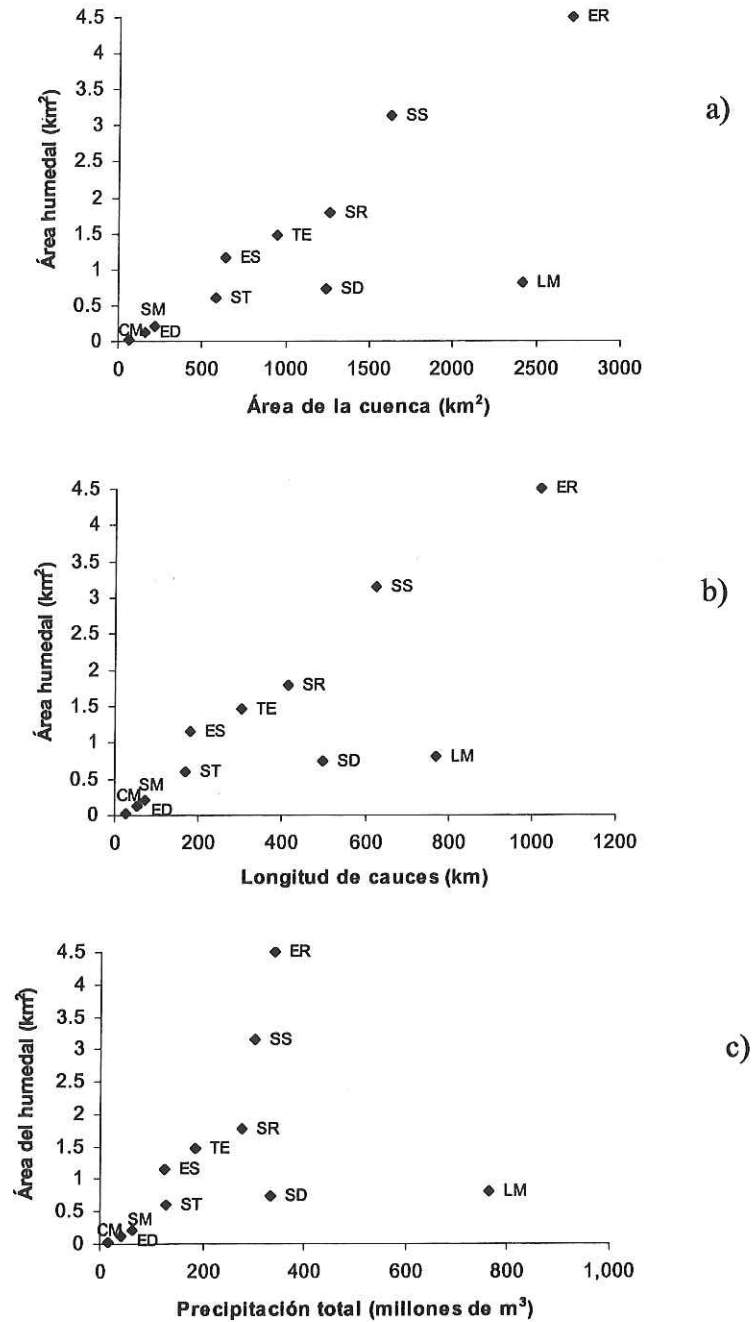


Figura 25.- Diagrama de dispersión donde se observa la relación entre el área del humedal y a) Área de la cuenca, b) Longitud de cauces de los arroyos y c) Volumen de precipitación total. Los sitios se encuentran ordenados de norte a sur: Cantamar (CM), El Descanso (ED), La Misión (LM), San Miguel (SM), El Ciprés (EC), Santo Tomás (ST), El Salado (ES), San Telmo (TE), San Rafael (SR), San Simón (SS) y El Rosario (ER).

III.3. Valoración ecológica

Para el análisis multicriterio se definieron seis criterios y doce indicadores. La matriz de impacto de los indicadores mostró los valores ordinales de cada indicador para agrupar a los humedales en tres categorías: con valores de uno cuando el valor real del indicador era bajo o el efecto negativo del disturbio era alto; con valores de dos cuando el valor o efecto eran intermedios; y con valores de tres para aquellos indicadores cuyos valores reales eran altos o el disturbio antropogénico era bajo (Tabla XII).

El criterio de integridad ecológica se consideró como el criterio de mayor peso, seguido del criterio de los procesos ecológicos relevantes, amenazas, riqueza específica, riqueza de hábitat y extensión (Tabla XIII).

Los pesos totales de los indicadores mostraron que los indicadores de mayor prioridad fueron las especies obligadas a los humedales, especies migratorias y especies que se reproducen en estos ecosistemas; las de menor prioridad fueron el tamaño de los humedales y el área del espejo de agua (Tabla XIV).

El análisis multicriterio AHP resultó en una jerarquización de los humedales de acuerdo a los valores mostrados en el enforque (Tabla XV), los humedales se agruparon en tres categorías:

- a) Importancia alta (2.325-2.813 puntos): En esta categoría se ubicaron El Rosario, Santo Tomás, La Misión y Santo Domingo.
- b) Importancia media (1.794-1.947 puntos): En esta categoría quedaron El Salado, El Ciprés, San Rafael y San Telmo.

- c) Importancia baja (1.528-1.629 puntos): En este grupo se ubicaron Cantamar, El Descanso, San Miguel y San Simón.

Tabla XII.- Matriz de impacto con los valores ordinales de los doce indicadores para el análisis de AHP (Ver tabla III de la sección de métodos para abreviaturas).

Humedales	Indicadores *											
	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	D1	E1	F1	F2
Cantamar	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1
El Descanso	3	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2
La Misión	3	2	2	3	3	1	1	1	3	3	1	2
San Miguel	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1
El Ciprés	2	2	1	3	1	2	2	3	1	2	1	2
Santo Tomás	3	3	3	1	3	3	2	2	3	2	1	2
El Salado	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
San Rafael	1	3	3	2	1	2	3	2	2	1	2	1
San Telmo	2	2	2	1	2	2	2	2	1	3	2	2
Santo Domingo	2	2	2	3	3	3	1	1	2	3	1	1
San Simón	1	3	1	2	1	1	2	3	1	1	3	2
El Rosario	3	3	2	3	3	3	2	1	3	3	3	3

Tabla XIII.- Matriz de comparación de los seis criterios con sus respectivos pesos (Ver tabla III de la sección de métodos para abreviaturas).

Criterios	A	B	C	D	E	F	Pesos
A	1	1	3	5	6	7	0.2945
B	1	1	3	5	6	7	0.2945
C	1/3	1/3	1	2	3	5	0.186
D	1/5	1/5	1/2	1	2	4	0.124
E	1/6	1/6	1/3	1/2	1	2	0.06562
F	1/7	1/7	1/5	1/4	1/2	1	0.03539

Tabla XIV.- Matriz de comparación pareada de los seis grupos de indicadores con sus pesos correspondientes y los pesos totales para cada indicador (Ver tabla III de la sección de métodos para abreviaturas).

Criterios	Indicadores	A1	A2	A3	Pesos	Pesos totales
A	A1	1	2	3	0.529412	0.1559
	A2	1/2	1	2	0.308824	0.0909
	A3	1/3	1/2	1	0.161764	0.0476
B	B1	1	1		0.5	0.1472
	B2	1	1		0.5	0.1472
C	C1	1	2	2	0.5	0.0930
	C2	1/2	1	1	0.25	0.0465
	C3	1/2	1	1	0.25	0.0465
D	D1	1			1	0.1240
	E1	1			1	0.0656
F	F1	1	2		0.666667	0.0236
	F2	1/2	1		0.333333	0.0118

Tabla XV.-Matriz de impacto con los productos de los valores ordinales multiplicados por los pesos totales de los indicadores y los enfoques para cada uno de los humedales (Ver tabla III de la sección de métodos para abreviaturas).

Humedales	Indicadores *												
	A1	A2	A3	B1	B2	C1	C2	C3	D1	E1	F1	F2	ENFOQUE
Cantamar	0.312	0.091	0.048	0.294	0.294	0.093	0.046	0.093	0.248	0.066	0.024	0.012	1.621
El Descanso	0.468	0.091	0.048	0.294	0.147	0.186	0.046	0.046	0.124	0.131	0.024	0.024	1.629
La Misión	0.468	0.182	0.095	0.442	0.442	0.093	0.046	0.046	0.372	0.197	0.024	0.024	2.430
San Miguel	0.312	0.182	0.095	0.294	0.147	0.093	0.046	0.093	0.248	0.066	0.024	0.012	1.612
El Ciprés	0.312	0.182	0.048	0.442	0.147	0.186	0.093	0.139	0.124	0.131	0.024	0.024	1.851
Santo Tomás	0.468	0.273	0.143	0.147	0.442	0.279	0.093	0.093	0.372	0.131	0.024	0.024	2.488
El Salado	0.156	0.273	0.095	0.294	0.294	0.186	0.093	0.093	0.248	0.131	0.047	0.035	1.947
San Rafael	0.156	0.273	0.143	0.294	0.147	0.186	0.139	0.093	0.248	0.066	0.047	0.012	1.805
San Telmo	0.312	0.182	0.095	0.147	0.294	0.186	0.093	0.093	0.124	0.197	0.047	0.024	1.794
Santo Domingo	0.312	0.182	0.095	0.442	0.442	0.279	0.046	0.046	0.248	0.197	0.024	0.012	2.325
San Simón	0.156	0.273	0.048	0.294	0.147	0.093	0.093	0.139	0.124	0.066	0.071	0.024	1.528
El Rosario	0.468	0.273	0.095	0.442	0.442	0.279	0.093	0.046	0.372	0.197	0.071	0.035	2.813

IV. DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo indican que, a pesar de su tamaño, los humedales pequeños del noroeste de Baja California son muy importantes para la conservación de la biodiversidad regional y nacional. El inventario permitió conocer sus características y recursos naturales y las amenazas para su conservación. La valoración ecológica permitió determinar la importancia relativa de cada humedal y, con base en criterios ecológicos y de disturbio antropogénico, realizar un establecimiento de prioridades para el manejo y la conservación.

Con base en el establecimiento de prioridades, los humedales se dividieron en tres categorías: 1) Importancia alta, 2) Importancia media y 3) Importancia baja. Los humedales agrupados en la categoría de **importancia alta**, recibieron los puntajes más altos en el análisis multicriterio AHP porque en general, obtuvieron valores altos en los indicadores de mayor peso, esto es, en el número de especies obligadas, número de especies de aves migratorias, número de especies de aves que anidan y peces que se reproducen en los humedales y riqueza de flora, aves y peces. Además de albergar el mayor número de especies en riesgo consignadas en la NOM-059 en algún estado de conservación. Estos humedales obtuvieron valores de bajos a intermedios en los indicadores de estado de degradación de zonas adyacentes, área del humedal y del espejo de agua, fuentes de contaminación y grado de modificación del humedal que fueron los indicadores que se les asignó el menor peso en el análisis multicriterio. Es decir, El Rosario, Santo Tomás, La Misión y Santo Domingo quedaron valorados como humedales de importancia alta porque sus características ecológicas fueron relevantes a

pesar de que el grado de disturbio antropogénico sea de moderado a alto y que sean humedales de área pequeña (a excepción de El Rosario que es el más grande) en relación al resto de los humedales.

En la categoría de **importancia media** se agruparon aquellos humedales con puntajes intermedios en el AHP, que fueron obtenidos por valores altos en los indicadores de menor peso como: número de especies exóticas, estado de degradación de la zona adyacente, fuentes de contaminación, grado de modificación del humedal y área del espejo de agua. Solamente San Telmo obtuvo un valor alto en la heterogeneidad y El Ciprés en el número de especies de marisma que fueron indicadores relacionados con características ecológicas. El resto de los indicadores tuvieron en su mayoría valores de intermedios a bajos, lo que significa que las características ecológicas de El Salado, El Ciprés, San Rafael y San Telmo son menos relevantes que las que caracterizan a El Rosario, Santo Tomás, La Misión y Santo Domingo a pesar de ser humedales de mayor extensión (excepto El Ciprés), y que este grupo de humedales (en especial San Rafael) posee un grado de disturbio de moderado a bajo, siendo menor respecto al grupo de humedales de importancia alta.

En la categoría **importancia baja** se incluyeron Cantamar, El Descanso, San Miguel, y San Simón, o sea los humedales con los puntajes más bajos del análisis AHP. Esto ocurrió porque los valores fueron bajos en la mayoría de los indicadores. Solo El Descanso obtuvo un valor alto en el número de especies obligadas y todos los humedales de este grupo obtuvieron una importancia moderada en el número de aves migratorias. Además Cantamar y San Miguel se

distinguieron por valores moderados en el número de especies obligadas y en la riqueza de flora, aves y peces. Por su parte, San Simón alcanzó valores altos en indicadores de bajo peso como el porcentaje de especies exóticas de flora, grado de modificación del humedal y área del humedal, pero valores bajos para indicadores de peso alto como el número de especies obligadas, la riqueza y el número de especies de aves que anidan y peces que se reproducen en los humedales. Por lo que este grupo de humedales, en general, se distingue porque sus características ecológicas fueron menos importantes que el resto de los humedales, son los de menor tamaño (excepto San Simón), poseen el menor número de especies en riesgo en la NOM-059 y los indicadores relacionados con el disturbio mostraron, en general, valores altos.

La conservación de las aves migratorias y sus hábitats ha promovido el inventario de humedales en México (Carrera González y De la Fuente León, 2003) y ha detonado otros esfuerzos para identificar sitios prioritarios para la conservación de aves en México (Pérez Arteaga *et al.* 2005; Ducks Unlimited, 2001; Arizmendi y Marquez Valdelamar, 2000; Manomet Centre for Conservation Science, 2001). Sin embargo, estos esfuerzos para establecer prioridades utilizan criterios poblacionales que no son representativos de la diversidad biológica de los humedales de México. A diferencia de éstas y otras evaluaciones de humedales (e.g. Williams, 1980; Götmark *et al.* 1986), que utilizan censos de aves acuáticas como criterio para priorizar los sitios, el análisis multicriterio utilizado en este trabajo permitió integrar un grupo de criterios (bióticos, abióticos y de disturbio) que evaluó a los humedales desde una perspectiva ecológica, más que como

sitios importantes para un solo grupo taxonómico.

El análisis de las características bióticas y abióticas de los humedales pequeños proporcionó la información para definir los perfiles de cada uno de ellos, explorar los patrones ecológicos observados, pero también fue la información base utilizada para establecer los criterios y los indicadores del análisis multicriterio AHP. Los resultados de la diversidad alfa (riqueza y diversidad) de los elencos de flora, aves y peces mostró que los humedales con las riquezas máximas no siempre fueron los de mayor diversidad como fue el caso de la riqueza máxima de la flora que correspondió a Cantamar, mientras que la mayor diversidad de flora fue para El Rosario. Como era de esperar, cuando los humedales presentaron el mismo valor de riqueza (e. g. vegetación de Santo Domingo y Santo Tomás; peces de El Descanso y San Rafael), el índice de diversidad fue mayor en el humedal donde las abundancias de las especies fueron más equitativas o hubo una baja dominancia (Anexos III, IV y V).

La comparación de los valores de diversidad de flora, aves y peces entre los doce humedales mostró que El Rosario fue el humedal más diverso en los tres grupos taxonómicos, este humedal presentó una equidad mayor en sus abundancias aunque no haya alcanzado las riquezas máximas en todos los grupos taxonómicos. En contraste, San Simón tuvo las diversidades mas bajas de flora, aves y peces y también los valores más bajos de riqueza. Aún cuando el índice de diversidad reflejó los cambios en la riqueza o en la estructura de la comunidad, generalmente resultó difícil de interpretar por sí mismo, y sus cambios sólo se pudieron explicar regresando a los datos de riqueza y abundancia

proporcional de las especies.

Las diferencias entre la riqueza de la flora terrestre de los humedales norteros con respecto a los humedales sureños, se explican por el número elevado de especies exóticas registrado en Cantamar, El Descanso, La Misión, San Miguel y El Ciprés. Este número alto de especies exóticas, coincide con la existencia de poblados adyacentes en estos humedales. La flora exótica en general estuvo compuesta por plantas de ornato, hortalizas y especies de vegetación secundaria. En los humedales adyacentes a zonas residenciales existió una variedad de especies exóticas mayor que en aquellos humedales cerca de campos agrícolas donde la vegetación exótica se compone de pocas especies de cultivo o pocas especies de vegetación secundaria en el caso de campos agrícolas abandonados.

Las diferencias de la riqueza de aves entre los humedales estuvo en función de la heterogeneidad (medida como número de hábitat por sitio). Se supone que entre más parches de hábitat éstos proporcionan una diversidad mayor de recursos que pueden ser explotados por un número mayor de especies de aves (Pianka, 1988). La avifauna de los humedales pequeños estuvo conformado por diferentes tipos de aves que utilizan diferentes hábitats: los patos se encontraron en el espejo de agua, las aves playeras y garzas frecuentaron las zonas limícolas, las aves de marismas prefirieron el tular y el juncal, mientras que las aves terrestres usaron distintos hábitats con vegetación emergente (duna, juncal, tular y ripario). Esto sugiere que en cada tipo de hábitat se asocian comunidades de aves distintas, debido a los diferentes patrones de selección de

hábitat de las especies (Carrascal y Palomino, 2002).

En este estudio la heterogeneidad se consideró de manera horizontal utilizándose parches de hábitat caracterizados por una asociación florística distinta o por carecer de vegetación, siendo este un método similar empleado en trabajos recientes (e.g. Carrascal y Palomino, 2002; Isacch y Martínez, 2001) y que difiere de los trabajos tradicionales donde la heterogeneidad era medida como la diversidad de alturas del follaje (Mac Arthur y Mac Acthur, 1961; Mac Acthur *et al.* 1966; Karr y Roth, 1971; Recher, 1969; Moss, 1978). Los intervalos de altura que presentan una correlación mayor con la diversidad de aves, son aquellos que comprenden a las asociaciones florísticas (pastos, arbustos, cubierta baja y cubierta alta) en contraste con los casos cuando estas divisiones verticales se han hecho a intervalos fijos y artificiales (Moss, 1978). Esto sugiere que las aves responden a las asociaciones florísticas más que a la altura de la vegetación *per se*.

Las diferencias en la riqueza de peces entre los humedales se asoció con la estabilidad del cuerpo de agua, esto es, con la existencia de una conexión con el mar y con la permanencia del cuerpo de agua. El elenco de peces se encontró formado en su mayoría por especies esporádicas de afinidad marina que ingresan al cuerpo de agua del humedal durante eventos de marea alta. La ausencia de peces en El Ciprés, se explica porque es un humedal que se encuentra totalmente aislado del mar por una cadena de dunas y porque ningún arroyo desemboca directamente en él. San Miguel tuvo la segunda riqueza más alta de peces, pero tiene un espejo de agua tan variable que éste desapareció durante 2002 y 2003

cambiando radicalmente las condiciones para la presencia de peces en este humedal. Por otra parte, La Misión a pesar de ser una bocana cerrada que solo se abre en condiciones de tormentas invernales o mareas altas, posee un espejo de agua permanente con lo que se explica porque obtuvo la riqueza de peces más alta.

Por otra parte, no hubo ninguna relación entre el tamaño del humedal y la riqueza de la flora, aves y peces, lo cual contrasta con los resultados de otros estudios (Williams, 1995; Coleman *et al.* 1982; Condit *et al.* 1996; Moore y Hooper, 1975). Pero concuerda con lo reportado por Ruiz Campos *et al.* (2005) para aves en estos humedales. Williams (1980), tampoco encontró relación entre el área del humedal y la riqueza de la avifauna ($r=0.1845$), argumentando que los humedales son sitios heterogéneos. Específicamente para los humedales pequeños, la forma funcional de la relación entre la riqueza de aves y el área, no se ajustó a ningún modelo probablemente porque el grupo taxonómico se encuentra formado por distintos grupos de aves (terrestres y acuáticas), que además tiene una permanencia distinta en los sitios (ocasionales, residentes o migratorias) y estas características de las especies pueden hacer muy variables los datos y carecer de una relación matemática *per se* con el área de cada humedal. En el caso de la flora, esta relación puede carecer de una función matemática, por la influencia de las especies exóticas que aumentan en cantidad de acuerdo a la cercanía de poblados como ocurre en el norte del área de estudio (Cantamar a El Ciprés). Es posible que la relación área – riqueza no exista en estos ambientes, ya sea porque son mosaicos de hábitats heterogéneos o porque el disturbio antropogénico

(plantas exóticas, deforestación por pastoreo o tránsito de vehículos, etc) pueda estar modificando el número de especies y el tamaño de los humedales.

Los análisis de agrupamiento para los humedales destacaron la singularidad de los sitios al mostrar niveles bajos de similitud. Esto se acentuó en los análisis de similitud de la vegetación y los peces, mientras que la similitud de los humedales respecto a las aves fue mayor. Ruiz Campos *et al.* (2000) explicaron que la similitud baja de la ictiofauna en los humedales, se debe a la gran variación estacional en la composición de las especies de la ictiofauna. Por otra parte, la similitud baja de la flora puede estar influenciada por la gran variedad de especies exóticas que se existen en los humedales (79 especies de ornato, hortalizas e invasivas secundarias). En el caso de las aves, posiblemente la condición vágil de este grupo les permite moverse entre los sitios y así disminuir las diferencias en los humedales.

De las 20 especies de peces registradas en los humedales en conjunto, un 35 % de especies fueron exclusivas, para la flora de las 252 especies el 30% fueron exclusivas y de sus especies nativas el 44%; mientras que de las 186 especies de aves solo el 18% de su elenco fueron especies exclusivas. Esto también explica los niveles bajos de similitud presentados en la flora y en los peces, comparados con los de las aves.

Tanto una similitud baja como un porcentaje alto de especies exclusivas indicaron que estos humedales a pesar de compartir características hidrológicas similares como ser de tipo estuarino (a excepción de El Ciprés), son ambientes muy particulares respecto a sus contenidos de flora, aves y peces. Esto los

convierte en sitios únicos y poco reemplazables, así como más vulnerables por el desarrollo costero que amenaza su permanencia. La desaparición de los humedales que tuvieron una mayor cantidad de especies exclusivas (El Rosario, La Misión, San Miguel y Santo Domingo) reduciría la riqueza regional en 40 especies nativas de vegetación (16 %), 18 especies de aves (10%) y 6 especies de peces (30%), teniendo un impacto importante en la biodiversidad regional. En contraste, la desaparición de San Simón no tendría efecto en la riqueza regional en ninguno de los grupos taxonómicos considerados.

Los humedales con el número mayor de especies exclusivas quedaron considerados en la categoría de **importancia alta** en la valoración realizada con el AHP. A excepción de San Miguel que es un humedal que se ubicó en la categoría de **importancia baja**. El número de especies exclusivas no fue un indicador empleado en el AHP, por lo que esta característica apoya los resultados de la valoración ecológica de estos humedales.

Los humedales pequeños han sido catalogados como corredor de aves migratorias (Ruiz Campos *et al.* 2005). En conjunto, estos humedales pequeños albergaron 6270 individuos correspondientes a 75 especies de aves migratorias. Otra característica que distingue a estos humedales estuarinos, es la presencia de especies restringidas a estos hábitats, como son las aves de marisma que se registraron en seis de los doce humedales pequeños. El rascón picudo *Rallus longirostris levipes* es un ave de marisma en peligro de extinción, que se considera indicador de la calidad y la cantidad del hábitat de marisma (Eddleman *et al.* 1988) y que se encontró presente en El Ciprés, El Rosario y San Telmo.

Otra de las funciones importantes de los humedales pequeños es proporcionar hábitat para la anidación de aves, más que por el número de especies que anidan en estos humedales, la importancia de estos sitios es resaltada por el tipo de especies que los utilizan para anidación, como las aves de marisma *R. longirostris* levipes, *Fulica americana*, *Gallinula chloropus* y *Podilymbus podiceps* que utilizan el humedal El Ciprés como sitio de anidación.

El tamaño de los humedales varió directamente con el área de la cuenca y la longitud de los cauces de los arroyos. Esta relación fue lineal y sugiere una influencia importante de los sucesos que ocurren en la parte alta y media de la cuenca sobre las características del humedal. También refleja la importancia del aporte de agua dulce para la existencia de estos humedales estuarinos. Los registros de extracción de agua superficial de la Comisión Nacional de Agua (Anexo VII) indican un volumen mayor de explotación en San Telmo y Santo Domingo y los pozos registrados son más numerosos en la zona de San Telmo a El Rosario y en la Misión, coincidiendo con las zonas agrícolas más importantes de la región (Valle de Guadalupe, Valle de San Quintín). Además los registros de los aprovechamientos superficiales del agua en la cuenca que corresponde a La Misión (Anexo VII) ocupan el cuarto sitio en volumen respecto al resto de los humedales. Esto podría indicar un efecto en el aporte de agua dulce al humedal de La Misión y su repercusión directa en el tamaño de este humedal.

El hecho de que los humedales pequeños tengan aporte de agua dulce los hace especialmente importantes y a la vez dependientes del manejo y la conservación del agua en la región. El arroyo de Santo Domingo, ha sido

canalizado en su parte baja y ya no hay un aporte superficial de agua dulce hacia el humedal. Esto ha llevado a la casi desaparición de la bocana del humedal Santo Domingo y explica por qué el tamaño del humedal no se relaciona con el tamaño de su cuenca correspondiente. Por otra parte, debido a la sobreexplotación del agua y la disminución del aporte superficial al humedal, el humedal San Telmo ha perdido parte del tular original, que es el hábitat utilizado por las aves de marisma, lo que ha ocasionando la pérdida de especies de este grupo de aves.

La extracción de materiales como la grava y arena que se llevan a cabo arroyo arriba mediante la extracción con maquinaria pesada, puede ocasionar cambios importantes en el lecho de los arroyos como disminuir el estrato que sirve de protección antes posibles fuentes superficiales de contaminación o que se pierda la capacidad de almacenamiento de agua subterránea y por lo tanto, pueda aumentar el agua de escorrentía (Vázquez González, 2000). Esto podría aumentar el volumen de agua y sedimentos drenados al océano y por lo tanto un mayor asolvamiento de los humedales.

La agricultura es una actividad común en los humedales y en sus zonas adyacentes que ocasiona la deforestación de la vegetación nativa. El pastoreo y el tránsito de vehículos reducen o eliminan la capa de vegetación. La reducción de la capa de vegetación emergente puede afectar los hábitats del humedal que son utilizados para la anidación de las aves como los rálidos (Eddleman *et al.* 1988). La deforestación también repercute en los procesos de erosión natural ocasionando una erosión acelerada (Ponce, 1994). Esto afecta a los humedales de distintas maneras, una de ellas es la pérdida de suelo, otra es la remoción y el

transporte de sedimentos a través del flujo de agua que puede ocasionar asolvamientos en zonas de pendiente leve y modificar los patrones de flujo o los cauces de los arroyos, que pudieran producir inundaciones en periodos de lluvias intensas (Ponce, 1994).

Los efectos de la vegetación exótica pueden ser bastante nocivos para estos humedales. El ejemplo más alarmante es la presencia de *Tamarix ramossisima* que es una especie exótica e invasiva que se registró en todos los sitios y se encuentra catalogada entre las cien especies más nocivas e invasoras del mundo por los impactos que provoca (Cleverly *et al.* 2002). Es una especie oportunista que puede reemplazar o desplazar especies leñosas nativas como *Populus* spp. y *Salix* spp, ya que su condición de freatofita le permite tolerar condiciones de poca humedad por periodos largos de tiempo porque tiene la capacidad de extraer agua de las capas subterráneas, además tiene tasas de transpiración más elevadas que las especies nativas, lo que puede provocar desecación del suelo y reducción de la meseta de agua (Cleverly *et al.* 2002). Es un recurso alimenticio de calidad pobre para los consumidores, alberga pocas especies de insectos y por lo tanto es un hábitat pobre para aves (Kennedy y Hobbie, 2004). El follaje y la hojarasca son flamables y fomentan la propagación del fuego, donde la vegetación y fauna nativa es destruida, mientras que la diseminación de semillas de *T. ramossisima* después de un incendio, es más exitosa que las especies nativas (Dudley *et al.* 2001).

Este trabajo debería servir para la toma de decisiones bien informadas en la planeación e implementación de las políticas de manejo del suelo y del agua, y

como un insumo importante en las decisiones de conservación y restauración de los humedales costeros del corredor Tijuana – El Rosario.

V. CONCLUSIONES

- El perfil de los humedales pequeños del noroeste de Baja California representa una base de datos esencial para conocer y valorar las áreas y los recursos naturales del noroeste de Baja California.
- Este trabajo resalta la importancia de estos humedales pequeños en la biodiversidad regional, así como las amenazas a los que se encuentran expuestos debido al disturbio antropogénico no regulado que pone en riesgo su permanencia.
- El análisis multicriterio utilizado en este trabajo (AHP) permitió integrar un grupo de criterios (bióticos, abióticos y de disturbio) que evaluó a los humedales desde una perspectiva ecológica, más que como sitios importantes para un solo grupo taxonómico.
- Los humedales de importancia alta desde el análisis ecológico fueron El Rosario, La Misión, Santo Tomás y Santo Domingo, por poseer las características ecológicas más relevantes. Mientras que los humedales importancia baja fueron Cantamar, El Descanso, San Miguel y San Simón.
- El tamaño de estos humedales se relacionó directamente con el tamaño de la cuenca hidrográfica y la longitud de sus cauces, y está afectado por el aprovechamiento antropogénico del agua en la cuenca.
- La riqueza (flora, aves y peces) no tuvo relación con el área del humedal, es posible que la condición heterogénea (mosaico de hábitats) de los humedales o el disturbio antropogénico influyan en el tamaño de los sitios o

en el número de especies que ahí se encuentran.

- La riqueza de aves se relacionó con el nivel de heterogeneidad de los humedales, esto es porque un mayor número de hábitats puede proporcionar una diversidad mayor de recursos que pueden ser explotados por un número mayor de especies de aves.
- La similitud baja de sus comunidades (flora, aves y peces) y el porcentaje alto de especies exclusivas indican que estos humedales son ambientes muy particulares respecto a sus elencos bióticos. Esto los caracteriza como sitios singulares y poco reemplazables.
- Los humedales pequeños analizados en este trabajo, resultaron sitios importantes para las aves, como sitios para la anidación, hábitat temporal para aves migratorias y algunos de ellos también como hábitat para aves de marisma; registrándose una riqueza regional de 186 especies.
- Los humedales presentaron un número alto de especies exóticas de flora, asociado principalmente a las zonas urbanas adyacentes a estos sitios. El caso más amenazante es la presencia de *Tamarix ramosissima* que se encuentra en todos los humedales y es considerada como una especie invasora y nociva por los impactos que provoca en el ecosistema.

VI. LITERATURA CITADA

- Ananda, J. y G. Herath. 2003. The use of Analytic Hierarchy Process to incorporate stakeholder preferences into regional forest planning. *Forest Policy and Economics*. 5:13-26 p.
- Anselin, A., P. M. Meire y L. Anselin. 1989. Multicriteria techniques in ecological evaluation an example using the Analytical Hierarchy Process. *Biological Conservation*. 49:215-229 p.
- Arizmendi, M. C. y L. Márquez Valdelamar. 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. México. CONABIO. 440 pp.
- Ávila Caballero, V. H. 1990. Taxonomía y ecología de la entomofauna acuática (Odonata; Hemiptera) del arroyo Santo Tomás, Municipio de Ensenada, Baja California. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada. 92 pp.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. 1981. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque. 194 pp.
- Cabrera Santillán, S. E. 1997. Aspectos ecológicos de la ictiofauna de la bocana del Arroyo La Misión, Baja California, México, Tesis de maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada. México. 59 pp.
- Carrascal, L. M. y D. Palomino. 2002. Determinantes de la riqueza de especies de aves en las islas Selvagem y Canarias. *Ardeola*. 49(2): 211-221 p.
- Carrera González, E. y G. De la Fuente de León. 2003. Inventario y clasificación de humedales en México. Parte I. Ducks Unlimited. México. 239 pp.

- Cleverly, J. R., C. N. Dahm y J. R. Thibault. 2002. Seasonal estimates of actual evapo-transpiration from *Tamarix ramosissima* stands using three-dimensional eddy covariance. *Journal of Arid Environments*. 52:181-197 p.
- Coleman, B. D., M. A. Mares, M. R. Willing y Y. Hsieh. 1982. Randomness, area and species-richness. *Ecology*. 63:1121-1133 p.
- Condit, R., S. P. Hubbell, J. V. LaFrankie, R. Sukumar, N. Manokaran, R. Foster y P. S. Ashton. 1996. Species-area and species-individual relationships for tropical trees: A comparison of the 50-ha plots. *Journal of Ecology*. 84:549-562 p.
- Contreras, F. 1985. Las Lagunas Costeras Mexicanas. Centro de Ecodesarrollo, Secretaria de Pesca, México. 253 pp.
- Connor, E. F. y E. D. McCoy. 2001. Species-area relationships. *Encyclopedia of Biodiversity*. 5:397-411 p.
- Cowardin, L., V. Carter, F. C. Golet y E. T. LaRoe. 1979. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. U. S. Department of the Interior Fish and Wildlife Services. Washington, D. C. FWS/OBS-79/31. 45 pp.
- Dahl, T. E. 1990. Wetland losses in the United States 1780s to 1980s. U. S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Washington D.C. 21 pp.
- Delgadillo, R. J. 1998. Florística y ecología del norte de Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. 2ª ed. Mexicali, B. C. 407 pp.
- Ducks Unlimited. 2001. Ducks Unlimited's Conservation Plan. Long Grove. Ducks

Unlimited. 212 pp.

- Dudley, T. L., C. J. De Loach, P. A. Lewis y R. I. Carruthers. 2001. Cage tests and field studies indicate leaf-eating beetle may control saltcedar. *Ecological Restoration*. 19: 260-261 p.
- Eddleman, W. R., F. L. Knopf, B. Meanley, F. A. Reid y R. Zembal. 1988. Conservation of North American Rallids. *Wilson Bulletin*. 100(3): 458-475 p.
- Escofet, A. y I. Espejel. 1999. Conservation and management-oriented ecological research in the coastal zone of Baja California, Mexico. *Journal of Coastal Conservation*. 5:43-50 p.
- Findlay, S. E. G., E. Kiviat, C. Nieder y E. A. Blair. 2002. Functional assessment of a reference wetland set as a tool for science, management and restoration. *Aquatic Sciences*. 64:107-117 p.
- García Leyton, L. A. 2004. Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. 285 pp.
- Götmark, F., M. Ahlund y M. Eriksson. 1986. Are indices reliable for assesing conservation value of natural areas?. An avian case study. *Biological Conservation*. 38: 55-73.
- Gould, F. W. y R. Moran. 1981. The grasses of Baja California, México. *Society Of Natural History. Memoir* 12. San Diego. 140 pp.
- Herath, G. 2004. Incorporating community objectives in improved wetland management: the use of analytic hierarchy process. *Journal of Environmental Management*. 70: 263-273 p.

- Hernández Leonel, M. L. 2004. La infauna de fondos blandos en el corredor costero Tijuana-El Rosario (B. C., México): Un análisis de la comunidad. Tesis de maestría Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada. Ensenada. 78 pp.
- Hickman, J. C. 1993. The Jepson Manual: Higher plants of California. University of California Press. Berkeley. 1400 pp.
- Howell, S. N. G. 2001. Regional distribution of the breeding avifauna of the Baja California Peninsula. En: R. A. Erickson y S. N. G. Howell (eds.). Birds of the Baja California Peninsula: Status, Distribution and taxonomy. Monographs in Field Ornithology 3, Colorado Springs, 10-22 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1995. Estudio hidrológico del estado de Baja California. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D. F. 180 pp.
- Isacch, J. P. y M. M. Martínez. 2001. Estacionalidad y relaciones con la estructura del hábitat de la comunidad de aves de pastizales de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*) manejados con fuego en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Ornitología Neotropical. 12:345-354 p.
- Jones, C. K. 1995. Land use management Plan Lagunita El Cipres, Ensenada, Baja California Norte, Mexico. Tesis de maestría. University of Arizona. Arizona. 136 pp.
- Karr, J. R. y R. R. Roth. 1971. Vegetation structure and avian diversity in several new world areas. American Naturalist. 105:423-435 p.
- Kennedy, T. A. y S. E. Hobbie. 2004. Saltcedar (*Tamarix ramosissima*) invasion

alters organic matter dynamics in a desert stream. *Freshwater Biology*. 49:65-76.

Kennish, M. J. 1986. *Ecology of estuaries*. CRC Press. Boca Raton. 710 pp.

Kramer, G. W. y R. Migoya. 1989. The Pacific coast of Mexico. En: Smith, L. M., R. L. Pederson y R. M. Kaminsky. (eds.). *Habitat management for migrating and wintering waterfowl in North America*. Texas Technical University Press, Lubbock, 507-528 p.

Krebs, C. J. 1985. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper Collins College Publishers. 4ª Edición. New York. 801 pp.

Lahdelma, R., P. Salminen y J. Hokkanen. 2000. Using multicriteria methods in Environmental Planning and management. *Environmental management*. 26: 595-605 p.

Li, W., Z. Wang y H. Tang. 1999. Designing the buffer zone of a nature reserve: a case study in Yancheng Biosphere Reserve, China. *Biological Conservation*. 90:159-165 p.

Löffler, H. 1990. Human uses. En: Patten, B. C. (ed.). *Wetlands and shallow continental water bodies*. Vol. 1. Academic, Holanda, 1-17 p.

Mac Arthur R. H. y J. W. Mac Arthur. 1961. On birds diversity. *Ecology*. 42:594-599 p.

Mac Arthur, R., H. Recher y M. Cody. 1966. On the relation between habitat selection and species diversity. *American Naturalist*. 100:319-325 p.

- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 179 pp.
- Maltby, E. 1991. Wetlands and their values. En: M. Finlayson y M. Moser (eds.). Wetlands. Facts on File, Oxford, 8 p.
- Manomet Center for Conservation Science. 2001. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network. <http://www.manomet.org/WHSRN.htm>.
- Margules, C. R. y M. B. Usher. 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potential: An review. Biological Conservation. 21:79-109 p.
- Mitsch, W. J. y J. G. Gosselink. 1993. Wetlands. Van Nostrand Reinhold Company. 2ª. Edición. Nueva York. 722 pp.
- Moffett, A. y S. Sarkar. 2006. Incorporating multiple criteria into the design of conservation area networks: a minireview with recommendations. Diversity and Distributions. 12:125-137 p.
- Moore, N. W. y M. D. Hooper. 1975. On the number of birds species in British woods. Biological Conservation. 8: 239-250 p.
- Moss, D. 1978. Diversity of woodland song-bird populations. Journal of Animal Ecology. 47:521-527 p.
- Oberbauer, T. A. 1991. Vegetation of Northwestern Baja California. Fremontia. 20:3-10.
- Palacios, E. y L. Alfaro. 1991. Breeding birds of Laguna Figueroa and La Pinta pond, Baja California, Mexico. Western Birds. 22:27-32 p.
- Pérez-Arteaga, A., S. F. Jackson, E. Carrera y K. J. Gaston. 2005. Priority sites for wildfowl conservation in Mexico. Animal Conservation. 8:41-50 p.

- Pianka, E. R. 1988. Evolutionary ecology. Harper Collins. New York. 468 pp.
- Ponce, V. M. 1994. Engineering hidrology: Principles and practices. Prentice Hall. Englewood Cliffs. 640 pp.
- Recher, H. F. 1969. Bird species diversity and habitat diversity in Australia and North America. American Naturalist. 13 (929):75-79 p.
- Reiser, H. 1994. Rare plants of San Diego County. Aquafir Press. Imperial Beach. 234 pp.
- Ridgley, M. A. y F. R. Rijsberman. 1992. Multicriteria evaluation in a policy analysis of a Rhine Estuary. Water Resources Bulletin. 28 (6): 1095-1110 p.
- Riemann, H. 2004. Sistema de Información geográfica de la Península de Baja California. El Colegio de la Frontera Norte. Inédito.
- Ruiz Campos, G. y S. González Guzmán. 1996. First freshwater record of Pacific Lamprey, *Lampetra tridentata*, from Baja California, Mexico. California Fish and Game. 82:144-146 p.
- Ruiz Campos, G. y M. Rodríguez Meraz. 1993. Notas ecológicas de la avifauna de Laguna El Rosario, Baja California, México. Southwestern Naturalist. 38: 59-64 p.
- Ruiz Campos, G., S. Contreras Balderas, M. L. Lozano Vilano, S. González Guzmán y J. Alaníz García. 2000. Ecological and distributional status of the continental fishes of northwestern Baja California, Mexico. Bulletin Southern California Academy of Sciences. 99(2):59-90 p.
- Ruiz Campos, G., E. Palacios, J. A. Castillo Guerrero, S. González Guzmán y E. H. Batché González. 2005. Composición espacial y temporal de la

- avifauna de humedales pequeños costeros y hábitat adyacentes en el noroeste de Baja California, México. *Ciencias Marinas*. 31(3):553-576 p.
- Sánchez González, S., G. Ruiz Campos y S. Contreras Balderas. 2001. Feeding ecology and habitat of the stickleback, *Gasterosteus aculeatus microcephalus* in a remnant population of northwestern Baja California, México. *Ecology of Freshwater Fish*. 10:191-197 p.
- Saaty, T. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*. 15:234-281.
- Scott, D. A. y M. Carbonell (eds.). 1986. *Directory of Neotropical wetlands*. IUCN, Cambridge and IWRB. Slimbridge. 684 pp.
- Secretaría de Protección al Ambiente. 1995. Programa regional de desarrollo urbano, turístico y ecológico del corredor costero Tijuana-Ensenada, B. C. Periódico Oficial del estado de Baja California. 2 de junio de 1995. 75 pp.
- Secretaría de la Convención Ramsar. 2004. Manual de la Convención Ramsar: Guía a la Convención sobre los humedales (Ramsar, Irán 1971). Secretaría de la Convención Ramsar. 3ª ed. Gland. 73 pp.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección Ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Miércoles 6 de marzo del 2002. Segunda sección. 81 pp.
- Shreve, F. y I. L. Wiggins. 1964. *Vegetation and flora of the Sonoran Desert*. Vol.

- 1,2. Stanford University Press. California. 1740 pp.
- Tamayo, J. L. y R. C. West. 1964. The hydrogeography of middle America. En: I. R. Wauchope. (ed.). Handbook of middle America. Vol I. University of Texas Press, Austin, 84-121 p.
- Van der Ploeg, S. y L. Vlijm. 1978. Ecological evaluation, nature conservation and land use planning with particular reference to methods used in Netherlands. Biological Conservation. 14:197-221 p.
- Vázquez González, R. 2000. Posibles efectos en los recursos hidráulicos subterráneos, de los aprovechamientos de materiales pétreos en los cauces de los arroyos. Informe Técnico Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada. 12 pp.
- Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford. 1225 pp.
- Williams, G. 1980. An index for ranking of wildfowl habitats, as applied to eleven sites in West-Surrey, England. Biological Conservation. 18:93-99 p.
- Williams, M. R. 1995. An extreme-value function model of the species incidence and species-area relations. Ecology. 76: 2607-2616 p.
- Zedler, J. B. 1994. Restoring a nation's wetlands why, where and how?. En: G. K. Meffe y C. R. Carroll (eds). Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts, 417-418 p.
- Zúñiga Castillo, W. R. 1995. Ordenamiento ambiental para un plan de manejo integral de la cuenca del Arroyo Santo Domingo, B. C. México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California. 197 pp.

Anexo I.- Escala de medidas utilizada para determinar la importancia de un criterio sobre otro en el análisis multicriterio AHP (Saaty, 1977).

Intensidad de importancia relativa	Definición
1	Igual importancia
3	Débil importancia de uno sobre el otro
5	Importancia fuerte
7	Importancia demostrada
9	Importancia absoluta
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes
Recíprocos	Si un criterio i tiene un número superior a cero, cuando es comparado con un criterio j , entonces j tiene el valor recíproco cuando es comparado

Especie	Humedal											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Abronia gracilis</i> Benth. subsp. <i>gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-
<i>Abronia gracilis</i> subsp. <i>platyphylla</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Abronia maritima</i>	0	0	0	0	-	0	2	0	-	2	3	6
<i>Abronia umbellata</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acacia retinodes</i> *	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Adolphia californica</i>	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aeonium arboreum</i> var. <i>arboreum</i> *	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aesculus parryi</i>	0	0	-	-	0	3	0	0	0	0	0	-
<i>Agave americana</i> L. *	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agave shawii</i> Engelm. ssp. <i>Goldmaniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Agave shawii</i> Engelm. ssp. <i>Shawii</i>	0	0	5	0	0	3	4	2	0	0	0	1
<i>Amaranthus</i> sp	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ambrosia camissonis</i>	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3	0	0
<i>Ambrosia</i> cf. <i>eriocentra</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	0	0	0	0	0	5	0	10	-	0	0	11
<i>Ambrosia psilostachya</i>	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Ambrosia pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
<i>Ambrosia</i> sp.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammania coccinea</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anagalis arvensis</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anemopsis californica</i>	-	12	23	0	0	1	0	0	0	-	0	-
<i>Apium graveolens</i> L.*	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	-
<i>Arctotis stoechadifolia</i> *	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artemisia californica</i>	0	2	10	0	0	3	7	2	0	0	0	0
<i>Artemisia douglasiana</i>	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artemisia palmeri</i>	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artemisia</i> sp.	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arundo donax</i> *	7	-	0	-	-	0	0	0	0	-	0	0
<i>Asclepias subulata</i>	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus insularis</i> var <i>quintinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
<i>Astragalus</i> sp.	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0
<i>Astragalus trichopodus</i>	0	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0
<i>Atriplex canescens</i> subsp. <i>canescens</i>	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Atriplex julacea</i> +	0	0	0	0	0	0	6	11	-	-	0	18
<i>Atriplex leucophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
<i>Atriplex</i> cf. <i>pacifica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
<i>Atriplex polycarpa</i>	0											

Continuación (Anexo III)

Especie	Humedal											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Azolla filiculoides</i>	0	0	-	0	0	2	0	0	0	0	0	-
<i>Baccharis emoryi</i>	0	0	-	0	0	-	0	0	0	-	0	0
<i>Baccharis salicifolia</i>	1	-	10	3	17	3	0	15	-	-	-	14
<i>Baccharis sarathroides</i>	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bebbia juncea</i> var. <i>juncea</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bergerocactus emoryi</i>	0	0	5	-	0	6	-	-	0	0	0	1
<i>Berula erecta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
<i>Beta vulgaris</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachypodium distachyon</i> *	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brassica geniculata</i> *	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brassica juncea</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brassica rapa</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brassica tournefortii</i> *	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-
<i>Bromus diandrus</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bromus madritensis</i> subsp. <i>rubens</i> *	-	0	0	-	0	0	-	0	-	0	0	0
<i>Cakile maritima</i> *	12	9	0	0	3	0	1	0	-	-	0	0
<i>Calystegia macrostegia</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0
<i>Camissonia cheiranthifolia</i> subsp. <i>suffruticosa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-	0	0
<i>Camissonia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-
<i>Carpobrotus chilensis</i> *	0	0	0	-	6	-	-	0	0	-	0	0
<i>Carpobrotus edulis</i> *	2	5	-	1	-	0	0	0	0	3	0	0
<i>Centaurea melitensis</i> *	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chamaesyce micromera</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium ambrosioides</i> *	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	0	0
<i>Chenopodium</i> cf. <i>foliosum</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium</i> cf. <i>macrosperrum</i> var. <i>halophilum</i> *	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium murale</i> *	1	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0
<i>Chloracantha spinosa</i> var. <i>spinosa</i>	0	0	-	0	0	0	0	9	0	0	0	0
<i>Chrysanthemum coronarium</i> *	6	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clematis ligusticifolia</i> var. <i>californica</i>	-	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Cneoridium dumosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Conyza bonariensis</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza canadensis</i>	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coriandrum sativum</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cortadeira selloana</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cotula coronopifolia</i> *	3	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
<i>Cressa truxillensis</i>	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	-
<i>Cuscuta salina</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cynara scolymus</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cynodon dactylon</i>	1	-	0	0	-	0	0	-	0	0	0	-
<i>Datura</i> sp.	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Distichlis spicata</i> var. <i>stolonifera</i>	8	9	13	2	1	11	2	-	2	5	4	18
<i>Dudleya attenuata</i> subsp. <i>orcuttii</i>	0	0	0	0	0	-	2	0	-	-	0	4

Continuación (Anexo III)

Especie	Humedal										
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón
<i>Dudleya brittonii</i> +	0	0	10	2	0	-	0	-	0	0	0
<i>Dudleya</i> sp.	0	0	-	0	0	0	5	0	-	0	1
<i>Echinocereus maritimus</i>	0	0	0	0	0	-	-	1	0	0	1
<i>Echinochloa crus-galli</i> *	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Eclipta postrata</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Eichornia crassipes</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
<i>Eleocharis acicularis</i> var. <i>bella</i>	0	0	-	0	0	3	0	0	0	0	-
<i>Encelia californica</i> Nutt. var. <i>californica</i>	0	0	5	-	0	3	7	0	0	0	6
<i>Ephedra californica</i>	0	0	0	0	1	-	9	-	0	3	0
<i>Eremocarpus setigerus</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Ericameria palmeri</i> var. <i>palmeri</i>	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<i>Benth.</i>	0	0	14	13	0	-	39	6	0	0	0
<i>Eriogonum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
<i>Erodium cicutarium</i> *	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Eucalyptus globulus</i> *	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	-
<i>Euphorbia misera</i>	0	0	8	3	0	7	4	3	0	0	8
<i>Ferocactus viridescens</i>	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	-
<i>Foeniculum vulgare</i> *	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frankenia palmeri</i>	0	0	0	0	0	0	0	35	-	-	17
<i>Frankenia salina</i>	7	6	12	7	-	-	10	2	-	-	9
<i>Fraxinus trifoliata</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Fraxinus velutina</i> var. <i>coriacea</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium angustifolium</i> Nutt. subsp. <i>angustifolium</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galvezia juncea</i> var. <i>juncea</i>	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0
<i>Glinus radiatus</i> *	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Glycyrrhiza glabra</i> *	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium bicolor</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium</i> cf. <i>microcephalum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
<i>Gnaphalium palustre</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
<i>Gnaphalium</i> sp.	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Harfordia macroptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Hazardia berberidis</i>	0	0	-	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Hazardia ferrisiae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
<i>Hazardia</i> sp.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Helianthus gracilentus</i>	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Helianthus niveus</i> subsp. <i>niveus</i>	0	0	0	0	2	0	-	0	0	0	0
<i>Heliotropium curassavicum</i> var. <i>oculatum</i>	6	3	-	0	-	0	-	0	1	0	-
<i>Heteromeles arbutifolia</i>	0	-	-	-	0	3	0	0	0	0	0
<i>Heterotheca grandiflora</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Heterotheca sessiliflora</i> ssp. <i>sessiliflora</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
<i>Hymenoclea monogyra</i>	-	0	0	-	0	-	0	0	-	0	-
<i>Isocoma menziesii</i> var. <i>menziesii</i>	0	0	24	7	0	-	21	2	0	6	1
<i>Isocoma menziesii</i> var. <i>sedoides</i>	0	0	0	0	1	22	0	0	0	0	2

Continuación (Anexo III)

Especie	Humedal											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Isocoma menziesii</i> var. <i>veronioides</i>	0	-	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Isomeris arborea</i>	0	-	8	0	0	-	0	0	0	-	0	0
<i>Iva hayesiana</i>	2	0	9	-	0	0	4	3	1	1	0	0
<i>Jaumea carnosa</i>	2	0	9	0	0	0	4	0	2	-	0	4
<i>Juncus acutus</i>	-	-	31	0	0	33	0	9	5	14	3	24
<i>Juncus balticus</i>	4	0	1	0	0	0	0	0	0	-	0	0
<i>Juncus xiphioides</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Lavatera assurgentiflora</i> *	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lessingia filaginifolia</i>	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leymus condensatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lolium multiflorum</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lolium perenne</i> *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
<i>Lotus argophyllus</i> var. <i>argophyllus</i>	0	0	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0
<i>Lotus nuttallianus</i>	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lotus scoparius</i> var. <i>brevialatus</i>	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lotus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
<i>Ludwigia peploides</i> subsp. <i>peploides</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-
<i>Lupinus longifolius</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<i>Lycium brevipes</i>	0	0	0	0	1	0	-	0	0	-	0	12
<i>Lycium californicum</i> Nutt.	0	0	-	0	0	1	13	-	-	3	-	4
<i>Lycium densifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Lycium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2	-	0	1	0	0
<i>Lycopersicum esculentum</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lythrum hyssopifolium</i> *	0	0	0	-	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Machaerocereus gummosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
<i>Malacothamnus marruboides</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Malosma laurina</i>	-	0	-	-	0	2	0	0	-	0	0	0
<i>Malva parviflora</i> *	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mammillaria brandegeei</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
<i>Mammillaria dioica</i>	0	0	1	1	0	-	-	-	0	0	0	2
<i>Marah macrocarpus</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Marrubium vulgare</i> *	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Medicago hispida</i> *	-	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
<i>Melilotus alba</i> *	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i> *	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> *	0	0	0	0	0	0	-	0	-	4	-	0
<i>Mimulus aurantiacus</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Miravilis laevis</i> var. <i>laevis</i>	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	1
<i>Monanthocloë littoralis</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	-	0	1	-
<i>Myoporum laetum</i> *	1	-	2	0	0	4	0	0	0	-	0	-
<i>Myrtillocactus cochal</i>	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
<i>Nicotiana glauca</i> *	-	-	4	1	-	-	0	-	0	-	0	-
<i>Olea europea</i> *	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0

Continuación (Anexo III)

Especie	Humedal											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Oligomeris linifolia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Opuntia littoralis</i>	0	0	-	0	0	-	0	-	0	0	0	0
<i>Opuntia prolifera</i>	0	0	0	-	0	1	-	-	-	-	0	-
<i>Oxalis pes-caprae</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pachycereus pringlei</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Palafoxia arida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
<i>Phacelia distans</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phacelia ixodes</i>	0	0	8	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phoenix canariensis</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phoenix dactylifera</i> *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyla incisa</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phytolacca octandra</i>	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Picris echinoides</i> *	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
<i>Plantago major</i> *	-	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0
<i>Platanus racemosa</i>	-	-	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Pluchea odorata</i>	0	-	0	0	0	2	0	2	0	0	0	-
<i>Pluchea sericea</i>	0	-	-	0	6	0	-	-	0	0	-	0
<i>Polygonum hydropiperoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
<i>Polygonum punctatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
<i>Polypogon monspeliensis</i> *	-	0	0	-	-	0	0	0	-	-	0	-
<i>Populus fremontii</i>	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potamogeton foliosus</i>	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potamogeton illinoensis</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prosopis glandulosa</i> var. <i>Torreyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	2
<i>Quercus agrifolia</i> var. <i>oxydenia</i>	0	-	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i> var. <i>saximontanus</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Raphanus sativus</i> *	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhamnus ilicifolia</i>	0	0	-	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Rhus integrifolia</i> var. <i>integrifolia</i>	0	0	-	1	0	3	1	0	0	0	0	0
<i>Ribes malvaceum</i> var. <i>viridifolium</i>	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes viburnifolium</i>	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Ricinus communis</i> *	1	-	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rosa minutifolia</i>	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0
<i>Rubus ursinus</i>	0	0	-	0	0	-	0	0	0	-	0	0
<i>Rumex crispus</i> *	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex fueginus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
<i>Rumex violascens</i>	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ruppia maritima</i>	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salicornia subterminalis</i>	0	0	49	0	0	0	-	7	7	5	14	35
<i>Salicornia virginica</i>	6	-	2	13	0	0	40	-	11	-	4	2
<i>Salix laevigata</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salix lasiolepis</i>	12	-	4	0	2	20	0	6	-	-	0	5
<i>Salix gooddingii</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salsola tragus</i> *	2	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	0

Continuación (Anexo III)

Especie	Humedal											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
Salvia sp.	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Sambucus mexicana	0	-	-	-	0	-	0	0	0	-	0	0
Schinus molle *	0	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0
Schinus terebinthifolius *	1	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schismus barbatus *	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
Scirpus americanus	0	0	-	-	0	0	0	0	2	0	0	-
Scirpus californicus	-	2	0	0	10	0	0	0	0	-	0	0
Scirpus robustus	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Selaginella sp.	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0
Silbium marianum *	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simmondsia chinensis	0	0	1	3	0	4	10	-	0	0	0	0
Sisymbrium irio *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
Sisyrinchium bellum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
Solanum americanum *	-	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Sonchus asper *	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Sonchus oleraceus *	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Sonchus sp. *	0	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Spergularia marina	0	0	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0
Sphaeralcea sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
Stephanomeria sp.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suaeda californica	0	0	0	0	0	0	-	0	-	-	-	2
Suaeda sp.	-	-	-	0	0	0	2	-	-	-	-	-
Suaeda taxifolia subsp. brevifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2
Tamarix ramosissima *	6	-	15	4	2	2	-	-	3	-	-	4
Tetragonia tetragonioides *	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toxicodendron diversilobum	0	0	-	0	0	-	0	0	0	3	-	0
Typha domingensis	4	2	-	-	0	-	0	0	-	2	0	1
Urtica cf. holosericea	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verbena bracteata	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0
Verbena sp.	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Viguiera laciniata	0	0	4	7	0	4	0	2	0	0	0	0
Vinca major *	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vitis girdiana	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Washingtonia robusta Wendl. *	25	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Xanthium strumarium	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	0	0
Abundancia por humedal	151	59	293	86	65	160	202	135	34	64	32	229
Riqueza por humedal	84	53	85	59	60	63	50	44	38	63	22	62
Riqueza total	252											

(-) Presencia de la especie, pero sin dato de abundancia

(*) Especie exótica

Anexo IV.- Listado específico de la avifauna de los humedales pequeños que incluye la riqueza y la abundancia durante los muestreos estacionales de 2002.

Especie	Humedales											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Accipiter cooperii</i>	0	0	0	1	1	1	1	3	1	1	1	0
<i>Accipiter striatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
<i>Actitis macularia</i>	4	0	3	2	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Aechmophorus clarkii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Aechmophorus occidentalis</i>	13	0	4	0	0	0	0	44	0	1	0	0
<i>Aeronautes saxatalis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	29
<i>Agelaius phoeniceus</i>	24	50	69	32	39	13	10	0	0	43	23	79
<i>Agelaius tricolor</i>	21	31	49	0	0	0	0	0	0	0	0	66
<i>Aimophila ruficeps</i>	0	0	0	1	0	1	6	0	0	0	0	0
<i>Amphispiza belli</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Anas acuta</i>	0	0	51	0	4	0	0	0	67	0	4	293
<i>Anas americana</i>	0	0	13	0	12	0	1	0	12	0	10	138
<i>Anas clypeata</i>	0	0	42	0	32	8	0	0	0	0	0	0
<i>Anas crecca</i>	0	0	93	0	5	8	0	0	1	0	0	17
<i>Anas cyanoptera</i>	0	0	93	0	39	0	1	0	0	0	27	33
<i>Anas discors</i>	0	2	27	0	0	12	16	0	1	0	0	169
<i>Anas platyrhynchos</i>	0	2	129	0	19	1	3	0	89	0	0	120
<i>Anser albifrons</i>	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anthus rubescens</i>	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1
<i>Aphelocoma californica</i>	0	0	0	3	0	13	0	0	0	10	0	0
<i>Aquila chrysaetos</i>	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	0	0
<i>Ardea alba</i>	0	0	7	0	0	4	1	0	1	0	0	8
<i>Ardea herodias</i>	0	0	13	0	0	3	14	2	2	3	0	3
<i>Arenaria interpres</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0
<i>Arenaria melanocephala</i>	15	0	0	0	0	1	0	0	17	35	0	0
<i>Aythya affinis</i>	0	11	68	0	0	9	0	0	8	0	0	9
<i>Aythya americana</i>	0	0	37	0	8	0	0	0	0	0	0	7
<i>Aythya collaris</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bombycilla cedrorum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Bubulcus ibis</i>	0	1	0	0	33	0	0	0	0	3	0	1
<i>Bucephala albeola</i>	0	0	52	0	1	1	1	0	0	0	0	1
<i>Bucephala clangula</i>	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Buteo albonotatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	0	5	1	0	6	1	6	3	1	1	7
<i>Buteo lineatus</i>	0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1
<i>Butorides virescens</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Calidris alba</i>	0	78	0	0	0	0	620	8	1	313	0	0
<i>Calidris alpina</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	91	19	6
<i>Calidris mauri</i>	3	2	20	3	0	1	48	0	16	200	66	10
<i>Calidris minutilla</i>	3	3	0	0	0	11	35	13	48	101	11	23
<i>Calypte anna</i>	1	5	4	3	0	10	0	3	0	10	0	4
<i>Calypte costae</i>	2	0	1	7	0	14	3	2	0	19	0	5
<i>Callipepla californica</i>	0	0	0	89	0	362	49	50	0	64	34	65
<i>Campylo. brunneicapillus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Carduelis lawrencei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Carduelis psaltria</i>	7	4	0	3	1	4	9	2	0	4	0	8

Especie	Humedales											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Carduelis tristis</i>	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carpodacus mexicanus</i>	48	38	1	32	50	22	10	8	37	65	7	12
<i>Cathartes aura</i>	0	0	4	0	0	4	0	37	2	6	6	4
<i>Catharus guttatus</i>	0	0	1	1	0	3	0	0	1	0	0	0
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	16	8	5	0	0	8	19	1	0	40	0	7
<i>Ceryle alcion</i>	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	1
<i>Circus cyaneus</i>	0	0	0	0	1	2	6	3	4	9	3	4
<i>Cistothorus palustris</i>	1	0	0	0	2	0	7	0	0	3	9	3
<i>Colaptes auratus</i>	0	0	0	0	0	5	0	1	0	1	0	1
<i>Colaptes chrysoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Columba livia*</i>	27	21	24	40	12	0	0	0	0	0	0	15
<i>Columbina passerina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	4
<i>Contopus sordidulus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Corvus brachyrhynchos</i>	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corvus corax</i>	19	7	15	6	4	4	5	23	0	0	0	5
<i>Chaetura vauxi</i>	5	0	2	0	0	3	0	0	0	1	0	0
<i>Chamaea fasciata</i>	0	2	4	23	0	37	2	3	0	7	0	1
<i>Charadrius alexandrinus</i>	8	0	0	0	0	5	17	20	24	24	0	0
<i>Charadrius semipalmatus</i>	0	1	0	0	0	0	8	0	1	0	0	6
<i>Charadrius vociferus</i>	10	2	29	6	7	4	13	2	9	5	7	21
<i>Chondestes grammacus</i>	0	0	0	0	0	0	0	26	2	0	0	0
<i>Dendroica coronata</i>	6	7	24	39	12	192	3	74	29	60	7	18
<i>Dendroica nigrescens</i>	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Dendroica petechia</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	1	2	0	1
<i>Dendroica townsendi</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Egretta caerulea</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Egretta rufescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Egretta thula</i>	2	1	14	0	2	13	0	0	2	3	0	21
<i>Elanus leucurus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>Empidonax difficilis</i>	1	0	4	1	0	8	0	2	0	3	0	2
<i>Eremophila alpestris</i>	0	0	0	0	2	0	0	3	6	0	0	350
<i>Euphagus cyanocephalus</i>	6	0	21	12	2	32	138	25	0	37	3	319
<i>Falco columbarius</i>	0	1	1	0	0	0	1	2	0	1	0	1
<i>Falco peregrinus</i>	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1
<i>Falco sparverius</i>	1	1	3	3	1	2	3	0	3	1	2	5
<i>Fulica americana</i>	3	202	686	0	226	56	0	1	0	0	0	454
<i>Gallinago gallinago</i>	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	9
<i>Gallinula chloropus</i>	0	1	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gavia immer</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gavia pacifica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gavia stellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Geococcyx californianus</i>	0	0	1	1	0	2	0	0	2	1	0	0
<i>Geothlypis trichas</i>	19	11	3	2	10	8	5	1	4	5	1	25
<i>Guiraca caerulea</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Himantopus mexicanus</i>	3	8	193	0	0	0	6	0	6	0	0	0
<i>Hirundo rustica</i>	0	0	2	4	3	5	2	1	3	0	0	10
<i>Icteria virens</i>	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	7
<i>Icterus cucullatus</i>	2	0	4	2	0	3	0	4	0	0	0	8
<i>Icterus parisorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Continuación (Anexo IV)

Especie	Humedales											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Junco hyemalis</i>	1	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0
<i>Lanius ludovicianus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	2	3	0	4
<i>Larus argentatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	13
<i>Larus californicus</i>	0	0	0	0	0	24	0	0	74	0	0	1
<i>Larus delawarensis</i>	11	2	400	0	4	26	8	10	4	3	7	234
<i>Larus glaucescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
<i>Larus heermanni</i>	7	1	43	0	2	74	46	0	37	82	0	268
<i>Larus occidentalis</i>	19	10	34	50	100	174	25	0	67	262	2	130
<i>Larus philadelphia</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Laterallus jamaicensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Limnodromus spp.</i>	0	0	17	0	0	13	0	0	4	0	13	41
<i>Limosa fedoa</i>	7	0	0	0	0	3	1	17	1	115	0	36
<i>Melanerpes uropygialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Melanitta perspicillata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	1
<i>Melospiza lincolni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Melospiza melodia</i>	27	3	12	1	6	21	7	0	5	18	1	49
<i>Mergus serrator</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Mimus polyglottos</i>	4	2	3	9	5	7	5	2	12	3	1	13
<i>Molothrus ater</i>	1	0	42	0	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Myiarchus cinerascens</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	3
<i>Numenius americanus</i>	1	0	0	0	30	0	25	0	2	2	0	31
<i>Numenius phaeopus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	3	5	0	1
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	0	11	0	3	4	2	0	0	0	0	1
<i>Oreoscoptes montanus</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	2
<i>Oxyura jamaicensis</i>	0	14	95	0	8	9	0	0	0	0	0	24
<i>Pandion haliaetus</i>	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	3
<i>Passer domesticus*</i>	53	0	13	21	0	0	0	0	0	25	10	32
<i>Passerculus sandwichensis</i>	0	13	14	2	2	1	29	12	49	20	25	14
<i>Passerina amoena</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pelecanus occidentalis</i>	1	1	0	9	7	33	63	9	30	517	0	64
<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	2	12	0	1	7	32	20	0	0	11	4	4
<i>Phainopepla nitens</i>	2	0	10	0	0	9	0	0	0	1	0	2
<i>Phalacrocorax auritus</i>	0	0	6	1	0	10	0	4	7	101	0	4
<i>Phalaropus fulicaria</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Phalaropus lobatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	0	0	2	0	0	9	0	0	0	3	0	1
<i>Picoides nuttallii</i>	1	0	0	2	0	14	0	0	0	0	0	0
<i>Picoides scalaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Picoides villosus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pipilo crissalis</i>	2	1	8	10	0	40	1	50	9	11	0	2
<i>Pipilo chlorurus</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Pipilo maculatus</i>	0	0	2	1	0	11	0	0	0	0	0	0
<i>Piranga ludoviciana</i>	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Plegadis chihi</i>	0	0	12	0	34	1	0	0	0	0	0	56
<i>Pluvialis fulva</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pluvialis squatarola</i>	67	3	0	0	0	0	82	3	156	48	0	0
<i>Podiceps nigricollis</i>	0	1	7	0	0	0	7	0	0	0	2	5
<i>Podilymbus podiceps</i>	0	2	27	0	7	4	0	0	0	0	0	7

Especie	Humedales											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
<i>Poliophtila californica</i>	0	0	3	4	1	25	2	8	3	17	0	3
<i>Porzana carolina</i>	6	1	0	0	1	2	0	0	1	0	0	3
<i>Psaltriparus minimus</i>	11	0	45	29	0	105	30	24	0	88	0	13
<i>Puffinus opisthomelas</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	2	4
<i>Quiscalus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rallus limicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Rallus longirostris</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	1
<i>Recurvirostra americana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Regulus calendula</i>	11	1	3	1	0	7	0	2	0	1	0	4
<i>Sayornis nigricans</i>	6	1	10	4	7	11	5	4	0	11	1	20
<i>Sayornis saya</i>	2	1	6	1	3	9	6	2	5	4	4	5
<i>Seiurus noveboracensis</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Selasphorus rufus</i>	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0
<i>Selasphorus sasin</i>	0	0	0	0	1	16	0	1	0	8	0	0
<i>Sialia currucoides</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	0	0	3	6	0	62	0	3	0	2	0	75
<i>Sterna antillarum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Sterna caspia</i>	0	0	8	0	1	4	2	0	0	100	0	2
<i>Sterna elegans</i>	0	0	0	0	0	5	5	0	0	34	0	0
<i>Sterna forsteri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Sterna maxima</i>	1	0	0	2	0	3	2	0	7	111	0	81
<i>Sturnella neglecta</i>	0	0	4	0	0	0	72	33	21	9	85	0
<i>Sturnus vulgaris*</i>	135	10	0	14	2	10	7	0	0	0	0	18
<i>Tachycineta bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Tachycineta thalassina</i>	0	0	0	0	54	3	1	0	0	7	0	70
<i>Thryomanes bewickii</i>	1	0	0	1	0	2	0	1	0	5	0	1
<i>Toxostoma redivivum</i>	0	1	0	1	0	5	6	0	0	0	0	0
<i>Tringa flavipes</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Tringa melanoleuca</i>	1	2	5	0	0	5	4	0	0	0	6	2
<i>Troglodytes aedon</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Troglodytes troglodytes</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Turdus migratorius</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
<i>Tyrannus verticalis</i>	2	0	3	0	0	0	0	2	0	4	0	4
<i>Tyrannus vociferans</i>	5	0	1	1	0	10	2	1	0	12	2	16
<i>Vermivora celata</i>	7	5	2	2	0	9	5	2	1	5	1	5
<i>Vireo bellii</i>	1	0	1	0	0	4	0	0	0	8	0	5
<i>Vireo gilvus</i>	1	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0
<i>Wilsonia pusilla</i>	1	1	2	0	1	4	1	0	0	0	0	1
<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Zenaida asiatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6
<i>Zenaida macroura</i>	8	0	5	4	8	10	1	3	3	15	0	2
<i>Zonotrichia leucophrys</i>	39	10	49	30	18	74	129	20	64	18	12	52
Abundancia por humedal	723	602	2782	539	852	1853	1691	600	1040	2915	421	3919
Riqueza por humedal	67	54	95	56	55	108	77	58	64	88	38	125
Riqueza total	186											

[illegible]

[illegible]

Anexo VII. Aprovechamientos superficiales de los arroyos y balance hídrico de las cuencas hidrográficas. El balance hídrico se calculó con la diferencia entre la precipitación total anual y el gasto de agua anual por aprovechamientos superficiales (datos de Riemann, 2004).

Características hidrológicas	Humedales											
	Cantamar	El Descanso	La Misión	San Miguel	El Ciprés	Santo Tomás	El Salado	San Rafael	San Telmo	Santo Domingo	San Simón	El Rosario
Precipitación total en millones de m ³	17.235	41.355	763.967	61.336	23.248	129.774	125.759	277.001	184.881	331.764	302.799	340.820
Gasto de agua por aprovechamientos superficiales en m ³ por año	3066	**	355452	98055	821.25	165969	30030	298601	2230108	1166943	152683	827156
Balance hídrico en millones m ³	17.232	41.355	763.612	61.238	23.24730	129.608	125.729	276.702	182.651	330.597	302.647	339.993

** No existe información