



Plan de manejo y conservación para la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora, como hábitat crítico para el Pejerrey (*Leuresthes sardina*), el Playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*) y otras aves playeras.

Roberto Carmona<sup>1-2\*</sup> y Adriana Hernández-Alvarez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Apartado postal 19-B. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.

<sup>2</sup>Pronatura Noroeste, A.C.

\*Correo de correspondencia (RC): [beauty@uabcs.mx](mailto:beauty@uabcs.mx)



**Forma recomendada de citar:** Carmona, R. y A. Hernández Alvarez. 2017. Plan de manejo y conservación para la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora, como hábitat crítico para el Pejerrey (*Leuresthes sardina*), el Playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*) y otras aves playeras. Informe Final para la Fundación David and Lucile Packard. 45 pp.

## 1.- Marco conceptual

Los Programas de Conservación y Manejo son el instrumento de planeación, administración y operación de un área importante para la biota y permiten establecer las bases para regular las actividades que en ellas se realizan. Además en dichos planes se incluyen los lineamientos generales y específicos para lograr la conservación, incluyendo el uso sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad. Estos programas reflejan un concepto moderno de conservación, donde el cambio se asume como una constante y la participación de las comunidades como un requisito indispensable, como actores y beneficiarios de las mismas. Su intención no es limitar la toma de decisiones, sino nutrirla, fundamentarla y, una vez tomadas e implementadas las decisiones, darles seguimiento y evaluarlas.

La elaboración del plan de manejo y conservación enfocado en las playas arenosas del Golfo de Santa Clara como hábitat crítico para el Playero rojizo (*Calidris canutus roselaari*) y el Pez Pejerrey (*Leuresthes sardina*) en la región del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado surge en relación a la importancia de la zona para estas especies, al ser el sitio de parada migratoria del Playero rojizo y el área de reproducción más importante de Pejerrey, además de ser relevante para otras aves playeras.

La conservación de los recursos naturales requiere entonces de procesos de planeación, como una forma de clasificación territorial, de manera que se puedan generar un conjunto de acciones coordinadas y concertadas que orienten la recuperación y conservación de los recursos y servicios ambientales. Esto se podrá lograr en la medida en que se actúe bajo prácticas interdisciplinarias e interinstitucionales, con base en una estrategia lógica, sencilla y aplicable para un desarrollo equilibrado.

Debido a la importancia ambiental de la región donde se ubica el área de estudio, se ha considerado necesario asegurar su funcionalidad a través de la implementación de estrategias de manejo de los ecosistemas, de tal manera que garanticen la conservación de la biodiversidad y la continuidad de los servicios ambientales.

## 2.- Antecedentes

La región del Alto Golfo de California ha sido reconocida ampliamente por su relevancia biológica tanto para vida marina como terrestre. Los canales del delta del Río Colorado son zonas de alta productividad primaria, lo que favorece su idoneidad como zona de desove, crianza de peces, así como exportación de larvas y juveniles y zona de alimentación para una gran cantidad de especies marinas (Sánchez-Velasco *et al.* 2012).

El noroeste de México es una de las zonas más importantes para la invernación de las aves playeras en general y en esta región sobresale el Alto Golfo de California (Morrison *et al.* 1992, Massey y Palacios 1994, Mellink *et al.* 1997, Page *et al.* 1997, Carmona *et al.* 2011, Carmona y Danemann 2013, Carmona y Danemann 2014). Por lo que el área está catalogada como de sitio de importancia "Hemisférica" por la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras, puesto que es utilizada por más del 30% del total poblacional de una especie o subespecie, en este caso por el 36% del total poblacional del Playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus rooseelaari*). Además durante el invierno es usada por 160,000 aves playeras al año. La mayor parte son playeros pequeños (80%) como el Playerito occidental (*Calidris mauri*), seguidos de especies grandes (15%)

como el Picopando canelo (*Limosa fedoa*) y el Playero pihuihui (*Tringa semipalmata*) y las aves medianas (5%), como el Playero rojizo.

El Playero rojizo (*Calidris canutus*; Fig. 1) es un ave migratoria de largas distancias de la familia Scolopacidae, que durante sus movimientos estacionales hace uso de diferentes humedales intermareales, como sitios de paso y como áreas de invernación (Harrington 2001). Es una de las especies catalogadas como prioritaria, debido a que recientemente se han registrado severas disminuciones poblacionales, al menos para una subespecie, causadas principalmente por la destrucción y modificación de hábitat (Niles *et al.* 2008, USFWS 2005).



**Figura 1.** Playeros rojizos (*Calidris canutus roselaari*) descansando en la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora, durante la temporada migratoria de primavera.

De las seis subespecies del Playero rojizo, sólo dos migran a través del continente Americano, *C. c. rufa* y *C. c. roselaari* (Harrington 2001, Morrison *et al.* 2006). Estas subespecies ocupan áreas de reproducción y sitios de invernación claramente diferenciados (Buehler *et al.* 2006).

La subespecie *C. c. rufa* migra por el corredor del Atlántico. Durante la primavera, cerca de 30,000 *C. c. rufa* utilizan la bahía de Delaware, EEUU, este es el último y más importante sitio durante esta migración (Baker *et al.* 2004, González *et al.* 2006, Niles *et al.* 2008). La llegada de los playeros rojizos de esta subespecie a la bahía coincide con el desove del Cangrejo cacerola (*Limulus polyphemus*), por lo que las aves utilizan los huevos del cangrejo como un recurso alimenticio de alto valor energético y fácil de conseguir (Shuster y Botton 1985). En los últimos años se había registrado una disminución drástica de la población de esta subespecie, debido principalmente a la sobrepesca del Cangrejo cacerola, pues con base en un análisis de las tendencias de abundancia y densidad de huevos disponibles y la abundancia y masa corporal de los Playeros rojizos a lo largo de

9 años, Niles *et al.* (2009), describen que la disminución en la densidad de huevos coincidió temporalmente con la disminución de la masa de los Playeros rojizos al dejar el sitio, y proponen que esto resultó en una baja en la tasa de supervivencia de adultos y menor reclutamiento de juveniles. El anterior sirve como ejemplo de la importancia que tienen los sitios de paso como áreas de alimentación en los éxitos de la migración y la reproducción.

En contraste con la información científica disponible para el Playero rojizo del Atlántico, para el Playero rojizo del Pacífico se cuenta aún con muy pocos estudios (Harrington 2001). A la fecha los humedales de Guerrero Negro, Baja California Sur, han sido descritos como el sitio de invernada más importante para la subespecie, pues cada invierno se registran hasta 8,000 Playeros rojizos (Arce 2011, Carmona datos sin publicar). Además se cuenta con información adicional a la abundancia, ya que desde 2006 comenzó un esfuerzo de captura y marcaje de individuos, con base en las capturas, Arce (2011) detalló que el 88% de las aves invernantes son adultas y predominan los machos (80%).

### 3.- Justificación

La presencia invernal del Playero rojizo es contrastante, pues algunos autores no mencionan el registro de la especie (*v. gr.* Grinnell 1928, Massey y Palacios 1994, Mellink *et al.* 1997), mientras que otros han referido algunas observaciones puntuales sobresalientes (*v. gr.* Van Rossem 1945, Russell y Monson 1998, Patten *et al.* 2001). Más recientemente Soto-Montoya *et al.* (2009), reportaron la presencia en primavera-verano de hasta 1,900 aves. Así con base en el trabajo de Soto-Montoya *et al.* (2009) y con el objetivo de documentar con mayor detalle la abundancia del Playero rojizo en la playa del Golfo de Santa Clara, en la primavera de 2010 el Laboratorio de Aves de la Universidad Autónoma de Baja California Sur comenzó a trabajar en el área, para realizar conteos y observaciones sobre comportamiento y búsqueda de aves marcadas, entre febrero y mayo, principalmente en la playa arenosa, donde se registró la mayor cantidad de Playeros rojizos en la primera temporada de trabajo (Hernández-Alvarez 2011).

Para poder entender el uso de la zona por parte de los playeros, es necesario describir la biología reproductiva del pez Pejerrey (*Leuresthes sardina*; Fig. 2), es una especie endémica del norte del Golfo de California, de cuerpo elongado y delgado. Los pejerreyes tienen diferenciación sexual en tamaño, los machos miden en promedio 17.2 cm de longitud total (desde 14.4 a 20.4 cm) y las hembras 19.1 cm en promedio (de 17.0 a 21.8 cm), lo que se refleja también en los pesos, pues las hembras son más pesadas (Carmona *et al.* en revisión). Los peces son bien conocidos por la gente local, por su particular sistema de reproducción. Entre enero y junio, con máximos en marzo y abril, entre dos a cinco días después de las lunas llena y nueva, los peces comienzan a reunirse en la orilla del mar, y justo después del punto de la marea más alta salen del agua, los individuos suben hasta medio metro costa arriba, las hembras se entierran (dos terceras partes de su cuerpo en posición vertical), con la cola hacia abajo, para depositar sus huevos, a la par hasta 10 machos se enrollan a su alrededor para expulsar el semen y asegurar la fertilización, finalmente los peces regresan al mar. Los desoves pueden abarcar hasta 5 kilómetros de costa casi de manera continua. Cada pez pasa fuera del agua de siete a 10 segundos y la salida constante puede durar cerca de dos horas (Thomson y Muench 1976), lo que a lo largo del período total de desove implica que el número de individuos involucrados se incrementa exponencialmente.



**Figura 2.** Grupo de Pejerreyes (*Leuresthes sardina*) durante el evento masivo de desove en la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora, nótense a las hembras es posición vertical.

Una vez que los huevos han sido fecundados, se mantienen enterrados y protegidos del sol por 9 días en promedio, cuando la marea alcanza otra vez la altura a la que se depositaron, la fricción del agua incita su rompimiento y las larvas recién eclosionadas se dirigen al mar (Moffatt y Thomson 1978). Hemos observado que de haber perturbación en la playa al momento de la puesta los peces desovan dentro del agua, por lo que los huevos quedan sobre la playa, lo que los hace inviables.

El período de reproducción del Pejerrey es similar al de la presencia del Playero rojizo en el Golfo de Santa Clara. Desde finales de febrero la abundancia de las aves aumenta, casi a la par de disminuciones registradas en Guerrero Negro, Baja California Sur, el sitio de invernación más cercano, ubicado a 450 km al suroeste del Alto Golfo de California (Carmona *et al.* 2006, Carmona *et al.* 2008, Arce 2011). Las abundancias en el Golfo de Santa Clara alcanzan máximos entre finales de marzo y mediados de abril, finalmente para mediados de mayo los playeros se han ido del sitio, coincidentemente con el arribo a su siguiente punto en la ruta, ubicado a 1,000 km de distancia, San Francisco, California, donde se han observado hasta 3,500 individuos a inicios de mayo (Gill com. pers.). Mil kilómetros más al norte, en la costa del sur de Washington los Playeros rojizos llegan desde inicios de mayo, con abundancias máximas a mediados de este mes; la mayor abundancia registrada en Grays Harbor fue el 12 de mayo de 2008 con 3,175 aves (Buchanan 2008).

A pesar de que en general durante la temporada no reproductiva, la dieta de las aves playeras se base en invertebrados, de manera similar lo expuesto en la bahía de Delaware, los Playeros rojizos en el Golfo de Santa Clara, aprovechan la oferta de alimento abundante y rico en energía, los huevos del Pejerrey. En los días posteriores a los desoves cuando las aves playeras “descubren” un sitio abundante en este recurso, las especies grandes y con picos más largos remueven la arena para crear un hueco hasta los huevos, permitiendo así el acceso al recurso de las especies medianas y pequeñas, con picos más cortos. Debido a que los huevos no son depositados homogéneamente, su distribución provoca que se reúnan densas parvadas en áreas reducidas, por lo que las interacciones agresivas entre las aves son comunes en su afán por defender o alcanzar uno de los parches (Hernández-Alvarez 2011, Hernández-Alvarez *et al.* 2013).

Se ha indicado que la “decisión” de defender o no un sitio de alimentación se relaciona con la abundancia de alimento, qué tan redituable es y la densidad de las aves, pues si estas variables son altas valdrá la pena invertir energía en su defensa (Recher y Recher 1969), tal como sucede con los huevos de Pejerrey, recurso abundante y rico energéticamente, así la defensa, tanto intra como interespecifica, de territorios cobra sentido. Sobre todo al considerar que para las aves migratorias de largas distancias, incluido el Playero rojizo, el almacenamiento de grasa corporal previo a los movimientos migratorios es una actividad crucial en los sitios de paso (Pfister *et al.* 1998, Robinson *et al.* 2003). Particularmente durante la migración al norte, hacia los sitios de reproducción (Robinson *et al.* 2003, Atkinson *et al.* 2007).

Al momento de llegar al Golfo de Santa Clara los Playeros rojizos presentan perfiles abdominales delgados, que van aumentando gradualmente para al final de la temporada alcanzaron valores altos (aves robustas; Hernández-Alvarez 2011, 2013). Estos cambios concuerdan con lo observado en otros sitios como de Bahía de San Antonio Oeste, Argentina (González *et al.* 1996), la península Eiderstedt del mar de Wadden (Wiersma y Piersma 1995) y la bahía de Delaware (Robinson *et al.* 2003, Atkinson *et al.* 2007). Con un patrón temporal casi idéntico se encuentra la muda del plumaje invernal al reproductivo, del cual se ha argumentado que depende de aspectos nutricionales (Piersma y Jukema 1993), de tal manera que los cambios en la coloración y el aumento de masa corporal registrados para el Playero rojizo en el Golfo de Santa Clara, sugieren una calidad alta del sitio para la preparación previa a la partida hacia las áreas de reproducción.

Un aspecto relevante ha sido elucidado mediante trabajo de captura, marcaje y reobservación. A lo largo de 10 años, en Guerrero Negro, B.C.S. se han marcado cerca de 1,000 individuos, a los que se suma 500 aves de Washington y Nome, Alaska. Con base en el número de aves identificadas en una temporada respecto a las vistas el año anterior, la tasa de retorno de los Playeros rojizos al Golfo de Santa Clara es cercana al 50 %, similar a la que se ha observado en la costa de Washington, donde el 47 % de los *C. c. roseaari* observados en la primavera 2009 fueron vistos en 2010 (Buchanan *et al.* 2012), y es ligeramente mayor a la de los *C. c. rufa* durante la migración de primavera por la bahía de Delaware, donde presentaron una tasa de retorno del 40 % (Gillings *et al.* 2009). Tasas de retorno cercanas al 50 % permiten concluir que estos sitios comparten características que estimulan la alta fidelidad de los Playeros rojizos a ellos, puesto que uno de los principales factores que influyen en el uso de hábitat en las aves playeras es la disponibilidad y calidad de alimento (van de Kam *et al.* 2004).

En suma, los resultados generados en los últimos ocho años indican que las playas arenosas del Golfo de Santa Clara son un sitio de alta calidad debido a la disponibilidad de alimento. Su

relevancia durante la migración primaveral para los Playeros rojizos queda demostrada con base en la abundancia registrada, el aumento de masa corporal, la realización de la muda al plumaje reproductivo y la tasa de retorno alta (Fig. 3), pese a las tasas de agresión comentadas, además de que la conservación de este hábitat es esencial para el mantenimiento como especie de los Pejerreyes.



**Figura 3.** El Playero rojizo 828 (marcado en Guerrero Negro, B.C.S.), reobservado en las playas arenosas del Golfo de Santa Clara, Sonora, por tres años consecutivos, con la muda al plumaje reproductivo casi completa y perfil abdominal alto.

Otras especies registradas en las playas arenosas que están protegidas oficialmente en México (SEMARNAT 2010), que se verían beneficiadas por la implementación del presente plan de manejo y conservación incluyen: al Gallito marino menor (*Sternula antillarum*), el Charrán elegante (*Thalasseus elegans*), las Gaviotas parda y de patas amarillas (*Larus heermanni* y *L. livens*) y la Garza rojiza (*Egretta rufescens*), especies catalogadas bajo protección especial, además del Chorlo nevado (*Charadrius nivosus*; amenazado) y el Ostrero americano del Pacífico (*Haematopus palliatus frazari*; en peligro de extinción).

#### 4.- Objetivos

El **objetivo general** del plan de manejo presente es incrementar la posibilidad de mantener a largo plazo las condiciones del hábitat para los Playeros rojizos, los Playeros blancos y los Pejerreyes que utilizan las playas arenosas que se localizan al sur del poblado Golfo de Santa Clara, Sonora.

Así los **objetivos particulares** son:

- Conservar los recursos naturales y los procesos ecológicos y evolutivos que suceden en la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora.
- Promover y contribuir a la realización de líneas y programas de investigación de la flora y fauna silvestre, conservación de la biodiversidad y entendimiento de los procesos ecológicos, así como realizar acciones de educación ambiental dirigidas al sitio.
- Proponer medidas de prevención y control de amenazas a la biodiversidad.

#### Metas a corto plazo

Las metas a corto plazo son las que se pretenden realizar en un periodo igual o menor a un año, e incluyen:

- Dar continuidad al programa de monitoreo de aves en general y en particular del Playero rojizo y el Pejerrey en el sitio, a fin de poder detectar cualquier cambio que implique un riesgo en las poblaciones.
- Conformar y establecer el programa de vigilancia ambiental permanente, para garantizar la protección y conservación del hábitat.
- Establecer las acciones más viables y los criterios para conservar las condiciones del hábitat y/o las poblaciones de fauna silvestre, particularmente del Playero rojizo y el Pejerrey.

#### Metas a mediano plazo

El periodo establecido para el cumplimiento de las metas a mediano plazo es de dos a seis años, en el que se definen un conjunto de estrategias de desarrollo a seguir, vinculadas a:

- Dar seguimiento y evaluar la calidad del hábitat para el Pejerrey, a través de estudios de caracterización de la arena y variables ambientales.
- Dar seguimiento y evaluar la calidad del hábitat para el Playero rojizo, por medio de investigación del uso, éxito alimenticio, frecuencia de agresiones, cambios temporales en el perfil abdominal y muda al plumaje reproductivo y búsqueda de individuos anillados, entre otros.
- Para el resto de la comunidad ornifaunística, determinar la composición de las poblaciones presentes y sus cambios temporales.
- Identificar y vigilar la presencia y abundancia de las especies consideradas como indicadoras de las condiciones del hábitat.



## **Metas a largo plazo**

Se trata de dos metas para las cuales se establecerá un plan específico que deberá culminar con el legado natural permanente. Se contempla un periodo superior a los 10 años para alcanzarlas:

- Lograr la conservación del hábitat natural de las diversas especies de fauna silvestre en el área y favorecer la continuidad de los ciclos ecológicos en la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora.
- Comparar el estado de salud a lo largo del tiempo y con otros ecosistemas análogos.

## **Finalidad del programa de manejo**

### **Protección:**

Este programa se fundamenta en la importancia del área para el Playero rojizo, pero el sitio es también usado por otras especies bajo diferentes estatus de protección por Gobierno Mexicano. Actualmente se terminó la ficha MER (Método de evaluación de riesgo), requerida para solicitar la inclusión del Pejerrey en la NOM-059, además se terminó la parte biológica del Estudio Técnico Justificativo para tratar de incluir a las playas arenosas como Área de protección de especies acuáticas. Por último en 2015 mediante trabajo propio se elevó la categoría de la zona dentro de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras, pasando de sitio internacional a hemisférico.

### **Investigación:**

Se contempla fortalecer una línea de investigación tal que permita valorar características poblacionales de las especies más relevantes, lo que permitirá establecer estrategias para su conservación.

### **Educación ambiental:**

Se trata de una actividad cuyo fin último es orientar, mediante pláticas, conferencias, talleres y material de divulgación a las personas residentes y visitantes de la zona, aunque no directamente involucradas al sitio.

### **Beneficio ambiental:**

Con el programa de manejo de la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora, se busca garantizar que las condiciones actuales del sitio permanezcan o mejoren, lo que permitirá la continuidad de las poblaciones del Pejerrey y del Playero rojizo, entre otras especies; pues las mencionadas deben ser consideradas como *taxa* paraguas, cuya protección implicará el cuidado de otras poblaciones.

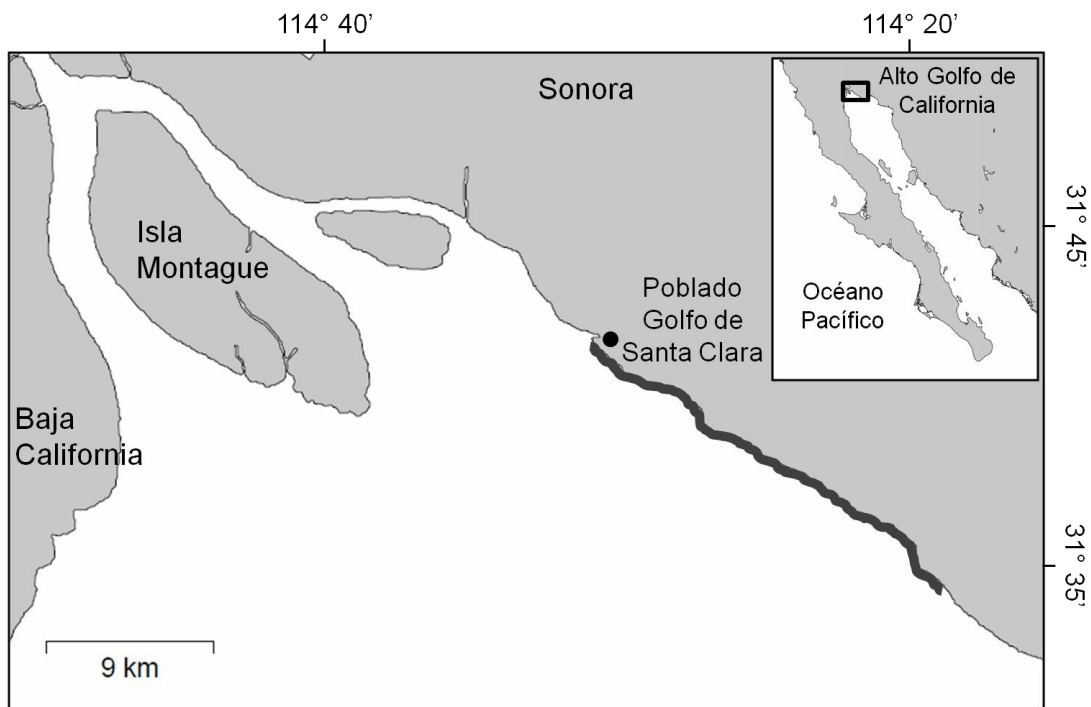
## **5.- Datos generales del proyecto**

### **Nombre del proyecto**

Plan de manejo y conservación para la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora, como hábitat crítico para el Pejerrey (*Leuresthes sardina*), el Playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*) y otras aves playeras.

## Localización del proyecto

La Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado se localiza en el noroeste de México y es compartida por los estados de Baja California y Sonora, posee una superficie total de 934,756 hectáreas. Incluye la desembocadura del Río Colorado al Golfo de California, en cuyo delta se localizan tres canales que delimitan a las Islas Montague y Pelicano (CONANP 2007; Fig. 4).



**Figura 4.** Área de estudio, en gris oscuro se señala la playa sur, adyacente al poblado Golfo de Santa Clara, Sonora.

El clima de la región es extremo, existen dos períodos de lluvias (verano e invierno) pero éstas son muy esporádicas, con un promedio de cinco días lluviosos al año (Lavín y Organista 1988). El área presenta una alta tasa de evaporación (900 mm/año), que aunada al aporte errático de agua dulce por el Río Colorado y a la baja precipitación (media anual de 68 mm) han provocado que el sistema presente condiciones antiestuarinas (Álvarez-Borrego y Galindo-Bect 1974). El Alto Golfo por su poca profundidad presenta variaciones extremas de temperatura, alta evaporación, alta salinidad, deposición de sedimentos finos, altos índices de turbidez y grandes amplitudes de marea (CONANP 2007). Durante el invierno dominan los vientos del noroeste (aproximadamente 8-12 m/s), mientras que en verano las presiones a gran escala dirigen vientos débiles del sureste (2-5 m/s), orientados a lo largo del golfo (Badan-Dangon *et al.* 1985). El Alto Golfo presenta mareas diurnas y semidiurnas, con amplias variaciones en su nivel, las cuales oscilan entre siete y 10 m en San Felipe y en el Delta del Río Colorado, respectivamente (Filloux 1973). Este amplio régimen de mareas combinado con la baja pendiente de las playas provoca que durante las mareas bajas queden al descubierto grandes zonas de inundación, sitios ideales para la alimentación de diferentes especies de aves playeras (Myers *et al.* 1987, CONANP 2007). La región presenta una

gran diversidad de ambientes que incluyen vegetación marina y halófitas (marismas y acuáticas emergente), dunas, desiertos arenosos y matorral, entre otros (Brown 1982).

En la porción norteña de la costa de Sonora se localiza el poblado Golfo de Santa Clara, desde donde se extiende hacia el sur una playa de arena que cambia su forma a lo largo del año en función de las corrientes y régimen de marea. La playa está bordeada por dunas con vegetación escasa y tiene una longitud de 53 km y una anchura variable de 400-600 m (Fig. 5).



**Figura 5.** Vista panorámica de la playa arenosa adyacente al poblado Golfo de Santa Clara, Sonora.

## **6.- Datos generales de los responsables de la elaboración del presente plan de manejo y conservación**

Esta propuesta fue elaborada por el Dr. Roberto Carmona y la M. en C. Adriana Hernández Álvarez, quienes se encuentran adscritos al Departamento Académico de Biología Marina de la Universidad Autónoma de Baja California Sur y a son investigadores asociados de Pronatura Noroeste A.C.

## **7.- Características físicas**

### **Edafología**

El área está formada por rocas sedimentarias de origen variado, principalmente aluvial, como los depósitos deltaicos del Río Colorado. Los tipos de suelo más comunes en la región son: solonchak y tegosoles, los primeros ocupan las grandes planicies y marismas de inundación del delta del Río Colorado. Con menor extensión también se presentan tipos yermosoles, xerosoles, regosoles, litosoles y fluvisoles (CONANP 2007).

En la playa arenosa al sur del Golfo de Santa Clara se presentan además algunos parches de sustratos rocosos conocidos como coquinas, constituidos por arena y conchas principalmente de moluscos, cementadas con calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), que fueron fundidas por el calor y luego se solidificaron.

### Hidrología

La zona comprendida desde el Golfo de Santa Clara a Puerto Peñasco está incluida dentro de la Región Hidrológica 8-Sonora Norte, la cual drena hacia el mar, particularmente por la cuenca del Gran Desierto de Altar-Río Bamori, con un coeficiente de escurrimiento de 0-1%. Esta cuenca se caracteriza por la presencia de afloramientos de agua dulce fósil cercanos a la costa, por ejemplo los pozos de Bahía Adair, sin embargo, la disponibilidad del agua superficial es limitada debido a la baja precipitación y las altas tasas de evaporación, además de la alta permeabilidad del suelo.

El Alto Golfo de California tiene ciclos de mareas diurnas y semidiurnas con un amplio intervalo que registran variaciones de hasta 7 m en San Felipe (Gutiérrez-González 1989), hasta cerca de 10 m en el delta del Río Colorado (Filloux 1973; Fig. 6). Este intervalo amplio da origen a corrientes de mareas con velocidades de 0.4 nudos a lo largo de la costa de Sonora (Hendrickson 1973), a la vez que se produce un fenómeno de homogeneización vertical de la columna de agua (Gaxiola-Castro *et al.* 1978). En la parte más norteña ocurre una circulación termohalina que aunada a la mezcla por mareas, representa un mecanismo de fertilización natural para esta región (Lavín y Organista 1988).



**Figura 6.** Fotografías tomadas en marea baja (arriba) y alta (abajo) en la playa cercana al humedal El Doctor.

## Climatología

El clima de la región en general es extremo con eventos erráticos y poco predecibles. La temperatura media anual es de 18 a 24° C. La fracción marina presenta un clima más continental que oceánico debido a que es un mar somero rodeado del Desierto Sonorense y por la cadena montañosa de Baja California, que genera una disminución en la influencia del Océano Pacífico. Se presentan dos estaciones, la de invierno de latitud media de noviembre a mayo y la de verano subtropical de junio a octubre (Mosiño y García 1974). El periodo de lluvias se presenta en las dos estaciones pero las precipitaciones son muy esporádicas, el número de días de lluvia al año es aproximadamente cinco, con una precipitación total anual menor a 100 mm (Lavín y Organista 1988).

Durante el invierno se presentan vientos del noroeste de aproximadamente 8 a 12 m/seg, dirigidos a lo largo del Golfo, estos vientos son fríos y traen aire del desierto al mar. Durante el verano las presiones a gran escala dirigen vientos débiles y cálidos del sureste (de 2 a 5 m/seg) orientado a lo largo del Golfo (Badan-Dangon *et al.* 1985). La región puede estar sujeta a eventos climáticos extremos como tormentas tropicales, huracanes o marejadas, si bien son raros.

## 8.- Características biológicas

### Flora

La flora terrestre vascular de la región se estima en 228 especies, entre las que sobresalen por su endemismo *Distichlis palmeri*, *Suaeda puertopenascoa*, *Camissonia claviformis yumae*, *Pholisma sonora* y *Croton wigginsii* (Fig. 7; Felger 1992). En las inmediaciones de la playa arenosa se puede encontrar vegetación como:

a) de dunas costeras: de gran importancia por los procesos de estabilización del litoral contra eventos erosivos, este tipo de vegetación está representada por Alfombrilla (*Abronia maritima*), Ajo silvestre (*Hesperocallis undulata*; Fig. 7), Acacia (*Acacia* spp.), Quelite (*Amaranthus greggii*), *Ipomoea* spp., *Croton punctatus*, *Hosackia nivea* y *Monanthochloe littoralis*; estas plantas sirven de refugio a la fauna, permitiendo el desarrollo de relaciones tróficas.



**Figura 7.** Vegetación típica de la región, el endémico *Croton wigginsii* (izquierda) y el Ajo silvestre (*Hesperocallis undulata*; derecha).

b) halófitas: en la costa se presentan pastos marinos dominados por *Spartina foliosa*. En los suelos arenosos hay asociaciones de arbustos de poca altura con tallos u hojas suculentas, hierbas y algunos zacates perennes, entre los que sobresalen: el Saladito (*Frankenia palmeri*), la Sosa (*Suaeda esteroa* y *S. puertopenascoa*), el Hielito (*Sesuvium verrucosum*), el Zacate salado (*Distichlis palmeri*) y el Zacatón (*Sporobolus airoides*; Felger 1995).

c) de desiertos arenosos: esta vegetación también favorece la estabilización de la zona costera, por lo general está compuesta por Mezquite (*Prosopis glandulosa*), Gobernadora (*Larrea tridentata*), Chollas (*Cylindropuntia bigelovii*), Hierba de burro (*Ambrosia dumosa*), Popotillo (*Ephedra trifurca*; Fig. 8) y Dalea (*Psoralea emoryi*).

d) secundaria arbustiva: plantas que se establecieron como resultado de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria a consecuencia de actividades humanas o fenómenos naturales. Las especies de este tipo son principalmente los Pinos salados (*Tamarix aphylla* y *T. ramosissima*; Fig. 9).



**Figura 8.** Vegetación típica de la región, Cañatillo (*Ephedra trifurca*).



**Figura 9.** Vegetación secundaria arbustiva, el Pino salado (*Tamarix aphylla*).

**Fauna**  
**Aves**

En lo que se refiere a la ornitofauna esta ha recibido atención desde hace al menos 20 años (Mellink y Palacios 1993, Massey y Palacios 1994, Mellink *et al.* 1997, Hinojosa-Huerta *et al.* 2007, Soto-Montoya *et al.* 2009). Adicionalmente desde 2010 el Laboratorio de Aves de la Universidad Autónoma de Baja California Sur y Pronatura Noroeste, A.C., hemos realizado monitoreo durante la temporada migratoria de primavera, desde finales de febrero hasta principios de mayo, con la finalidad de caracterizar el uso del lugar y evaluar cambios y tendencias de las abundancias a través de los años. Desde entonces se han identificado 133 especies que utilizan la playa arenosa, las dunas y las aguas contiguas. Estas 133 especies pertenecen a 39 familias y 16 órdenes (Tabla I). De ellas 14 se encuentran protegidas por el Gobierno Mexicano, 6 bajo protección especial, 6 amenazadas y 2 en peligro de extinción (Tabla I). Sobresalen además del Playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*), dos playeros de reproducción local: el Ostrero americano del Pacífico (*Haematopus palliatus frazari*; Fig. 10) y el Chorlo nevado (*Charadrius nivosus*; Fig. 11), a las que se añade el único lárido endémico del Golfo de California, la Gaviota de patas amarillas (*Larus livens*; Fig. 12).



**Figura 10.** Ostreros americanos del Pacífico (*Haematopus palliatus frazari*) descansando en la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora, nótese que el individuo de la izquierda presenta la punta del pico negra, se trata de un juvenil.



**Figura 11.** Pollo de Chorlo nevado (*Charadrius nivosus*) recientemente eclosionado en la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora.



**Figura 12.** Gaviota de patas amarillas (*Larus livens*) en la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora.

Las especies con la mayor cantidad de registros son el Playero blanco (*Calidris alba*) con un máximo de 20 mil individuos, el Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*; máximo de 12 mil), el Playerito occidental (*C. mauri*; máximo de 8 mil), el Achichilique de pico amarillo (*Aechmophorus occidentalis*; máximo 8 mil), la Gaviota parda (*Larus heermanni*; 8 mil) y el Playero rojizo (*C. canutus roselaari*; máximo de 6 mil; Fig. 13; Tabla I). Entre estas seis especies se acumula cerca del 70% de los registros totales, es decir el sitio es utilizado principalmente por especies migratorias. De las 26 especies de aves playeras que utilizan la playa arenosa, tres se encuentran bajo algún tipo de protección por el gobierno Mexicano (SEMARNAT 2010; Tabla I). Sin embargo, a nivel continente, 14 son consideradas como especies de alta preocupación o en peligro en Estados Unidos y Canadá (Donaldson *et al.* 2000, Brown *et al.* 2001).





**Figura 13.** Las seis especies más abundantes durante la primavera en el Golfo de Santa Clara, Sonora (de izquierda a derecha y arriba-abajo): Playero blanco (*Calidris alba*), Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*), Playerito occidental (*C. mauri*), Achichilique de pico amarillo (*Aechmophorus occidentalis*), Gaviota parda (*Larus heermanni*) y Playero rojizo (*C. canutus roselaari*).

**Tabla I.** Aves registradas en la playa arenosa y sus áreas adyacentes. Las especies se enlistan en orden taxonómico, incluidos el orden, la familia y la especie. Además se indica su nombre común en inglés y la abundancia máxima registrada en un día, para las primaveras de 2010 a 2017. Se añade su estatus de protección según la NOM-059 (Pr: protección especial, A: amenazada, y P: en peligro de extinción). En **negritas** se resaltan las seis especies de mayor abundancia.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia máxima	NOM-059
Anseriformes	Anatidae	<i>Branta bernicla</i>	Brant	6	A
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Mallard	2	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas discors</i>	Blue-winged Teal	3	
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Cinnamon Teal	4	
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya americana</i>	Redhead	7	
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Lesser Scaup	160	
Anseriformes	Anatidae	<i>Melanitta perspicillata</i>	Surf Scoter	387	
Anseriformes	Anatidae	<i>Melanitta americana</i>	Black Scoter	1	
Anseriformes	Anatidae	<i>Clangula hyemalis</i>	Long-tailed Duck	5	
Anseriformes	Anatidae	<i>Bucephala albeola</i>	Bufflehead	2	
Anseriformes	Anatidae	<i>Bucephala clangula</i>	Common Goldeneye	12	
Anseriformes	Anatidae	<i>Mergus serrator</i>	Red-breasted Merganser	30	
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps auritus</i>	Horned Grebe	2	
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps grisegena</i>	Red-necked Grebe	1	
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	Eared Grebe	36	
<b>Podicipediformes</b>	<b>Podicipedidae</b>	<b><i>Aechmophorus occidentalis</i></b>	<b>Western Grebe</b>	<b>8,006</b>	
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Aechmophorus clarkii</i>	Clark's Grebe	2	
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Rock Pigeon	15	
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Eurasian Collared-Dove	2	
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Mourning Dove	2	
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vaux's Swift	59	
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes saxatalis</i>	White-throated Swift	2	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Calypte anna</i>	Anna's Hummingbird	2	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Calypte costae</i>	Costa's Hummingbird	1	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Selasphorus rufus</i>	Rufous Hummingbird	4	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Selasphorus calliope</i>	Calliope Hummingbird	1	
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	American Coot	1	

Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Black-necked Stilt	156	
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Recurvirostra americana</i>	American Avocet	662	
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	American Oystercatcher	26	P
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Black-bellied Plover	77	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	Snowy Plover	11	A
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Wilson's Plover	3	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Semipalmated Plover	17	
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Killdeer	2	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Whimbrel	276	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius americanus</i>	Long-billed Curlew	482	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limosa fedoa</i>	Marbled Godwit	538	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Ruddy Turnstone	22	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria melanocephala</i>	Black Turnstone	14	
<b>Charadriiformes</b>	<b>Scolopacidae</b>	<b><i>Calidris canutus</i></b>	<b>Red Knot</b>	<b>6,123</b>	<b>P</b>
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris virgata</i>	Surfbird	517	
<b>Charadriiformes</b>	<b>Scolopacidae</b>	<b><i>Calidris alba</i></b>	<b>Sanderling</b>	<b>20,000</b>	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alpina</i>	Dunlin	23	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Least Sandpiper	2	
<b>Charadriiformes</b>	<b>Scolopacidae</b>	<b><i>Calidris mauri</i></b>	<b>Western Sandpiper</b>	<b>8,187</b>	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>	Short-billed Dowitcher	297	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Spotted Sandpiper	3	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Greater Yellowlegs	7	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>	Willet	164	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Lesser Yellowlegs	1	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Phalaropus tricolor</i>	Wilson's Phalarope	1	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Phalaropus lobatus</i>	Red-necked Phalarope	1	
Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus philadelphia</i>	Bonaparte's Gull	76	
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Laughing Gull	90	
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Franklin's Gull	42	
<b>Charadriiformes</b>	<b>Laridae</b>	<b><i>Larus heermanni</i></b>	<b>Heermann's Gull</b>	<b>7,819</b>	<b>Pr</b>
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus delawarensis</i>	Ring-billed Gull	4,638	
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus occidentalis</i>	Western Gull	1	
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus livens</i>	Yellow-footed Gull	414	Pr

Charadriiformes	Laridae	<i>Larus californicus</i>	California Gull	1,138	
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus argentatus</i>	Herring Gull	833	
Charadriiformes	Laridae	<i>Sternula antillarum</i>	Least Tern	143	Pr
Charadriiformes	Laridae	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Gull-billed Tern	28	
Charadriiformes	Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	Caspian Tern	468	
Charadriiformes	Laridae	<i>Chlidonias niger</i>	Black Tern	2	
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna forsteri</i>	Forster's Tern	574	
Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus maximus</i>	Royal Tern	283	
Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus elegans</i>	Elegant Tern	4,003	
Charadriiformes	Laridae	<i>Rynchops niger</i>	Black Skimmer	462	
Gaviiformes	Gaviidae	<i>Gavia stellata</i>	Red-throated Loon	8	
Gaviiformes	Gaviidae	<i>Gavia pacifica</i>	Pacific Loon	391	
Gaviiformes	Gaviidae	<i>Gavia immer</i>	Common Loon	253	
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Oceanodroma Melania</i>	Black Storm-Petrel	52	A
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Oceanodroma microsoma</i>	Least Storm-Petrel	6	A
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Magnificent Frigatebird	1	
Suliformes	Sulidae	<i>Sula nebouxii</i>	Blue-footed Booby	3	Pr
Suliformes	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Brown Booby	6	
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Double-crested Cormorant	834	
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	American White Pelican	26	
<b>Pelecaniformes</b>	<b>Pelecanidae</b>	<b><i>Pelecanus occidentalis</i></b>	<b>Brown Pelican</b>	<b>12,460</b>	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Great Blue Heron	32	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Great Egret	19	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Snowy Egret	86	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Reddish Egret	1	Pr
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Cattle Egret	15	
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	White-faced Ibis	254	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Black-crowned Night-Heron	1	
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Turkey Vulture	6	
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Osprey	4	
Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Great Horned Owl	3	
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Belted Kingfisher	1	
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Peregrine Falcon	1	Pr

Falconiformes	Falconidae	<i>Falco mexicanus</i>	Prairie Falcon	1	A
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Western Wood-Pewee	1	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax difficilis</i>	Pacific-slope Flycatcher	3	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Black Phoebe	2	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Sayornis saya</i>	Say's Phoebe	1	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Ash-throated Flycatcher	1	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Western Kingbird	2	
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Loggerhead Shrike	3	
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo gilvus</i>	Warbling Vireo	2	
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Common Raven	16	
Passeriformes	Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Horned Lark	1	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta bicolor</i>	Tree Swallow	42	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Violet-green Swallow	1	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Northern Rough-winged Swallow	88	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Cliff Swallow	171	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Barn Swallow	23	
Passeriformes	Poliopitidae	<i>Poliopitila melanura</i>	Black-tailed Gnatcatcher	2	
Passeriformes	Mimidae	<i>Toxostoma lecontei</i>	LeConte's Thrasher	7	
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Northern Mockingbird	3	
Passeriformes	Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	European Starling	1	
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	House Sparrow	20	
Passeriformes	Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	House Finch	12	
Passeriformes	Passerellidae	<i>Artemisiospiza belli</i>	Bell's Sparrow	1	
Passeriformes	Passerellidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Savannah Sparrow	1	
Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia leucophrys</i>	White-crowned Sparrow	1	
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis celata</i>	Orange-crowned Warbler	6	
Passeriformes	Parulidae	<i>Oreothlypis ruficapilla</i>	Nashville Warbler	1	
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis tolmiei</i>	MacGillivray's Warbler	2	A
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	Common Yellowthroat	2	
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Yellow-rumped Warbler	12	
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga nigrescens</i>	Black-throated Gray Warbler	2	
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga townsendi</i>	Townsend's Warbler	1	
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Western Tanager	6	

Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Black-headed Grosbeak	2
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina amoena</i>	Lazuli Bunting	2
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Red-winged Blackbird	3
Passeriformes	Icteridae	<i>Xanthocephalus xanthocephalus</i>	Yellow-headed Blackbird	1
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Great-tailed Grackle	8
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Hooded Oriole	2
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	Bullock's Oriole	1

En cuanto al **Playero rojizo del Pacífico**: entre finales de febrero y principios de mayo (2010-17), hemos estudiado aspectos específicos sobre la especie, que incluyen su ecología alimenticia, cambios temporales en el perfil abdominal (como indicativo de la masa) y la muda del plumaje básico (invierno) al alterno (verano), la frecuencia de comportamiento agonístico, captura y marcaje y tasas de retorno. Algunos de nuestros resultados más resaltables son:

(1) A pesar de las fluctuaciones intra e interanuales, la abundancia de los Playeros rojizos en el sitio alcanza entre 4,000 y 6,000 individuos (máximo de 6,123 aves en abril 2017; Fig. 14).

(2) Con base en la distribución de las aves y su comportamiento alimenticio, sabemos que el uso de la playa se relaciona con la disponibilidad de los huevos de Pejerrey (*Leuresthes sardina*), de los que principalmente se alimenta la especie.

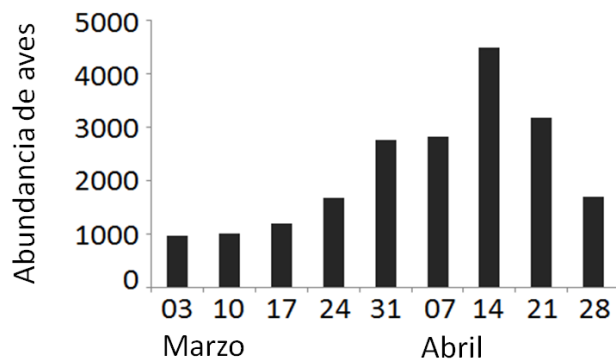
(3) La ganancia de masa corporal, evaluada con el perfil abdominal, aumenta constantemente a lo largo de cada temporada y con base en el perfil abdominal de individuos capturados y pesados, estimamos un aumento de *c.a.* 40 g, en 18 días en promedio (marzo 2015; Fig. 15).

(4) Los playeros realizan la muda del plumaje básico al alterno en 18 días en promedio (2011-2017; Fig. 16).

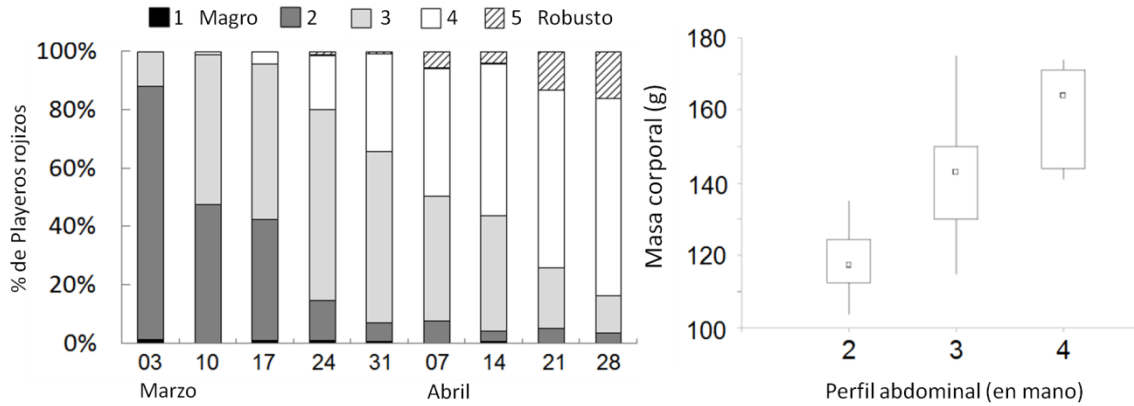
(5) La frecuencia de agresiones intraespecíficas máxima es de 1.3 agresiones/min (marzo 2015; Fig. 17).

(6) La tasa de retorno respecto al año anterior máxima ha sido de 58% (2012). Hemos capturado y anillado 98 individuos (2010 a 2017), de los cuales 59 (60%) han sido reobservados en la zona. Del total de aves capturadas, el 88% fueron adultos.

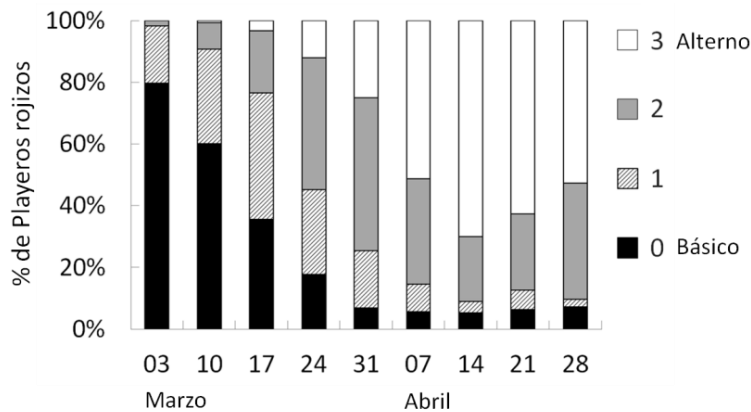
En suma, la playa arenosa del Golfo de Santa Clara es el sitio de paso migratorio primaveral más importante en México para los Playeros rojizos del Pacífico (*C. c. roselaari*), con al menos el 30% de la población total estimada y su presencia en el área está íntimamente relacionada a la abundancia de los huevos de Pejerrey.



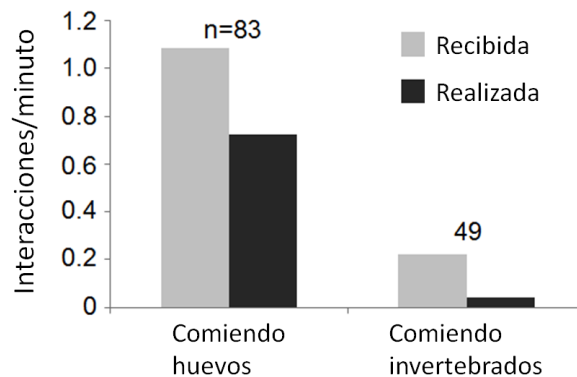
**Figura 14.** Abundancia máxima por semana del Playero rojizo (*Calidris canutus roselaari*) en el Golfo de Santa Clara, Sonora. El gráfico muestra como ejemplo la temporada 2013.



**Figura 15.** Cambios temporales en el perfil abdominal (izquierda; promedio de 2010 a 2015) y relación entre el perfil abdominal y la masa corporal (derecha; ejemplo 2011), en el Golfo de Santa Clara.



**Figura 16.** Cambios temporales en la muda del plumaje básico (de invierno) al alternativo (de verano) en el Golfo de Santa Clara, Sonora. El gráfico muestra el promedio de 2010 a 2015.

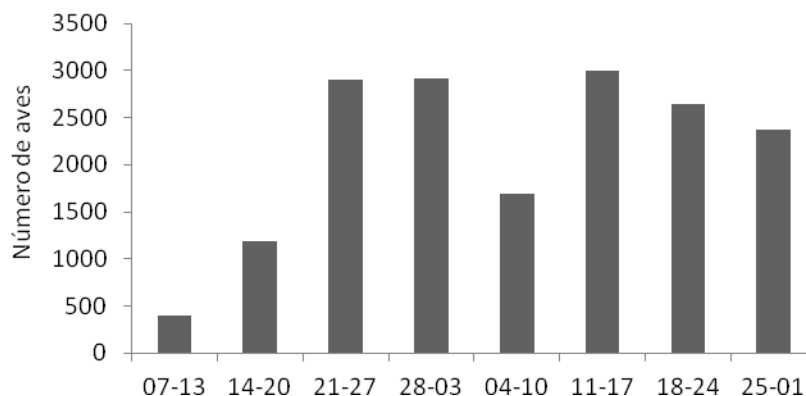


**Figura 17.** Frecuencia de agresiones observadas en los Playeros rojizos mientras se alimentaban de huevos de pejerrey o de invertebrados. El gráfico muestra como ejemplo la temporada 2015.



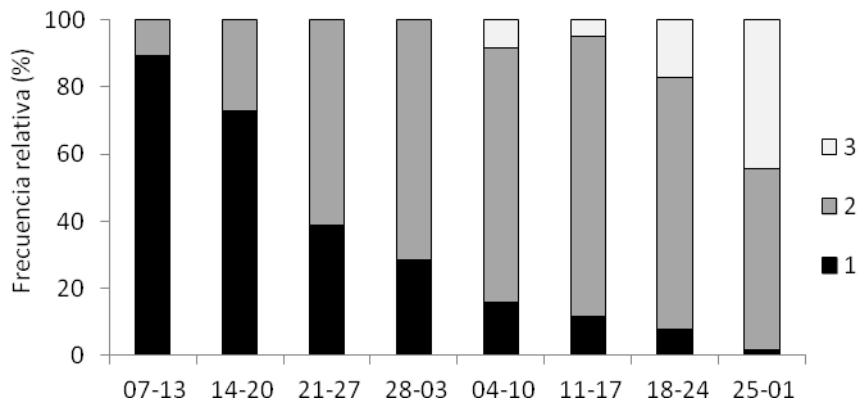
Referente a los **Playeros blancos** algunos de nuestros resultados más resaltables son (se utiliza la temporada 2015 como ejemplo en todos los casos):

(1) Abundancia de aves por kilómetro. Durante los primeros días de cada temporada se encuentran densidades bajas que van en aumento hasta alcanzar valores de hasta 2,100 aves/km. Las observaciones resaltan la importancia del Golfo de Santa Clara como el único sitio en el país donde se han observado grupos relevantes de esta especie, aunque con fluctuaciones interanuales, el máximo que hemos registrado son 20,000 aves en marzo 2014. Se ha indicado que en México y Centroamérica los Playeros blancos se presentan en bajas densidades (2-7 aves/km; Payne 2010); en contraste en el Golfo de Santa Clara las densidades fluctúan entre 300 y más de 2,000 aves/km, en relación a la disposición en parches de los huevos de Pejerrey (Fig. 18).



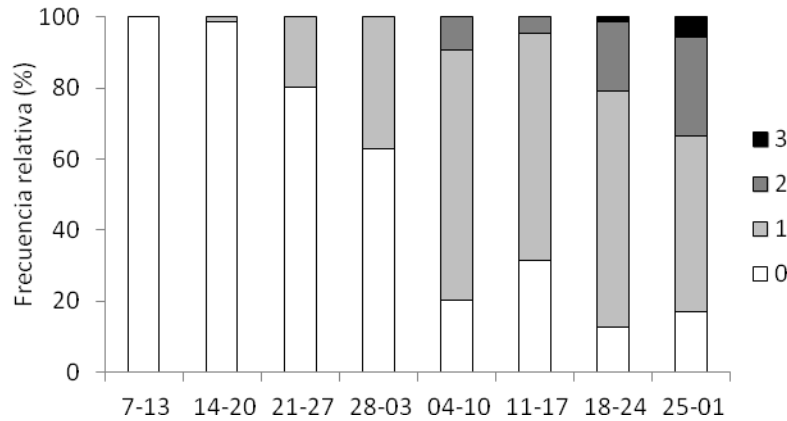
**Figura 1.** Abundancia máxima por semana de los Playeros blancos durante la primavera 2015 en el Golfo de Santa Clara, Sonora.

(2) Perfil abdominal. Al inicio de cada temporada cerca del 90% de las aves están delgadas, en adelante los perfiles 2 y 3 se observan más frecuentemente, Y para la última semana más del 40% de las aves presentan el mayor perfil (Fig. 19). Los incrementos en los perfiles reafirman la importancia del área para la recuperación energética de esta especie y están en relación estrecha con la abundancia de huevos de Pejerrey.



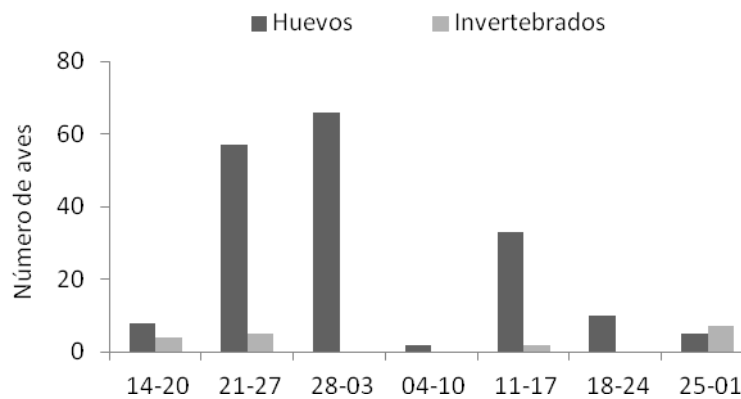
**Figura 2.** Frecuencia relativa (%) semanal de los perfiles abdominales del Playero blanco en el Golfo de Santa Clara, Sonora, durante la primavera 2015. Aves delgadas (1), aves medias (2) y aves muy robustas (3).

(3) Muda al plumaje alternativo. Con un patrón temporal similar al aumento de perfil abdominal, a lo largo de la temporada se observa una clara transición del plumaje de invierno al plumaje alternativo (Fig. 20). Así puede haber compatibilidad entre el almacenamiento de energía (aumento en peso) y la adquisición del plumaje reproductivo de manera simultánea, si existe una fuente alimenticia accesible, predecible y alta en energía, como los huevos de Pejerrey.



**Figura 20.** Frecuencia relativa (%) semanal de plumajes. Aves en plumaje completamente básico (0), aves 1-50% de plumaje reproductivo (1), aves con 50 a 75% de plumaje reproductivo (2) y aves en plumaje casi o completamente alternativo (3).

(4) Estrategias de alimentación. A lo largo de la primavera la frecuencia con la que se alimentaron los Playeros blancos, sin considerar la estrategia utilizada, es relativamente homogénea. Sin embargo, el sondeo es más utilizado por los Playeros blancos. El recurso alimenticio principalmente aprovechado fueron los huevos de Pejerrey depositados en la arena, dejando a los invertebrados como alimento complementario (Fig. 21).



**Figura 3.** Recursos aprovechados por los Playeros blancos observados en el Golfo de Santa Clara, Sonora, durante la primavera 2015.

(5) Reobservaciones. Hemos realizado 90 reobservaciones de al menos 23 Playeros blancos. La mayoría (14) fueron anillados en el propio golfo, cinco en Paracas, Perú, dos en Saskatchewan, Canadá, y una en Massachusetts y Nueva Jersey, respectivamente. Aunque el tamaño de muestra es pequeño, permite saber que existe la tendencia a retornar al sitio, que la zona es utilizada tanto por aves invernantes del Pacífico como por individuos del corredor transcontinental.

## Reptiles

Durante el tiempo de monitoreo de aves hemos realizado registros de la comunidad de reptiles, sin embargo, debe considerarse que no ha habido un esfuerzo sistemático por caracterizar este componente de la fauna. A la fecha se han registrado seis especies de reptiles. Es resaltable que de éstas, 4 se encuentran protegidas por el Gobierno Mexicano, una bajo protección especial y tres amenazadas (Tabla II; Fig. 22).

**Tabla II.** Especies de reptiles registradas en la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora. Para cada especie se muestra el orden y la familia, el nombre común en inglés y el estatus de protección por la NOM-059.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Zebra-tailed Lizard	A
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma mcalli</i>	Flat-tailed Horned Lizard	A
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus ornatus</i>		
Squamata	Teiidae	<i>Aspidozelis tigris</i>	Western Whiptail Lizard	
Squamata	Colubridae	<i>Coluber flagellum</i>	Coachwhip	A
Squamata	Viperidae	<i>Crotalus scutulatus</i>	Red diamond rattlesnake	Pr



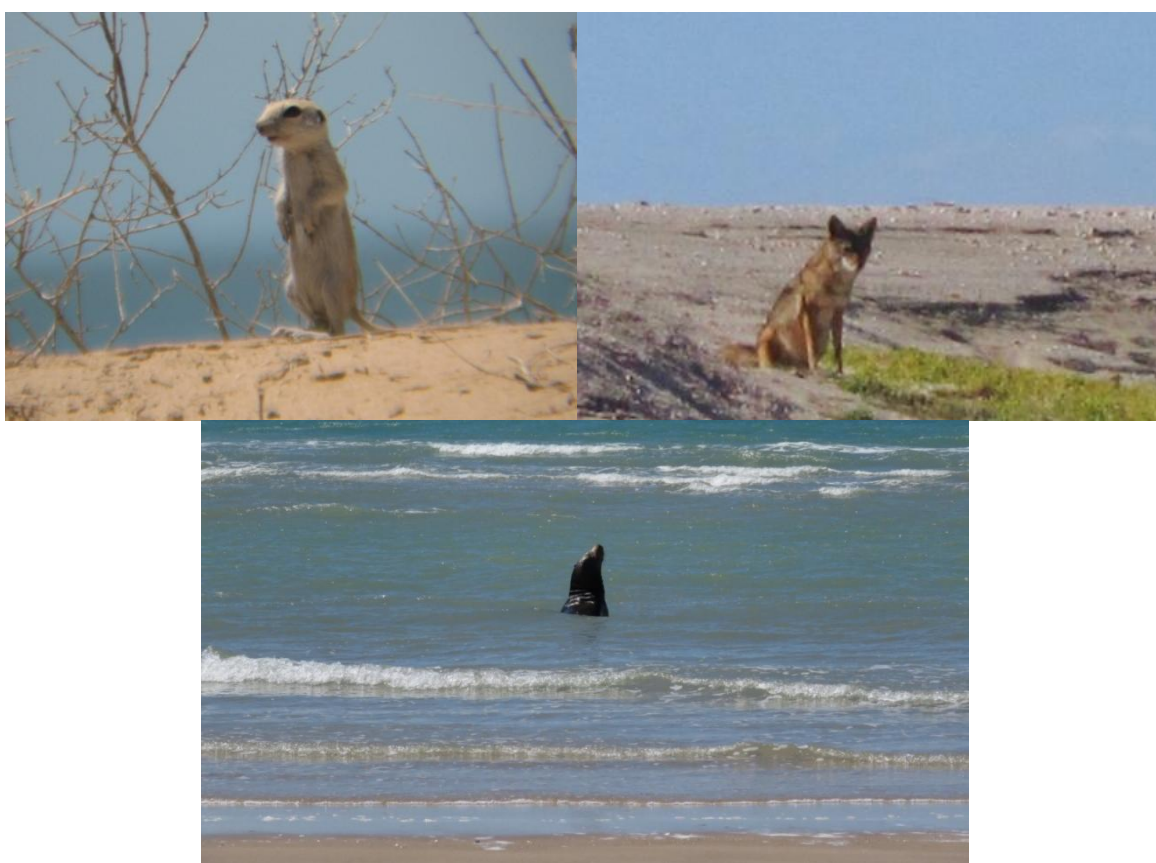
**Figura 22.** Dos de las especies de reptiles registradas en el Golfo de Santa Clara, *Callisaurus draconoides* (izquierda) y *Coluber flagellum* (derecha).

## Mamíferos

Respecto a las especies de mamíferos terrestres, aunque sin aplicar un esfuerzo dirigido, en la zona se han registrado 6 especies, de las cuales sólo el Lobo marino (*Zalophus californianus*) está enlistado en la NOM-059 (Tabla III; Fig. 23).

**Tabla III.** Especies de mamíferos registrados en la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora. Para cada especie se muestra el orden y la familia, el nombre común en inglés y el estatus de protección por la NOM-059.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Black-tailed Jack Rabbit	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Desert Cottontail	
Rodentia	Sciuridae	<i>Xerospermophilus tereticaudus</i>	Round-tailed Ground Squirrel	
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	
Carnivora	Canidae	<i>Procyon lotor</i>	Northern Raccoon	
Pinnipeda	Otaridae	<i>Zalophus californianus</i>	California Sea Lion	Pr



**Figura 23.** Algunos mamíferos registrados en la zona de influencia de la playa arenosa del Golfo de Santa Clara, Sonora. *Xerospermophilus tereticaudus* (arriba izquierda), *Canis latrans* (arriba derecha) y *Zalophus californianus* (abajo).

La información expuesta permite enmarcar la importancia biológica de las playas arenosas al sur del poblado Golfo de Santa Clara, por lo que es imprescindible: (1) elevar su estatus de protección oficial y (2) plantear el plan de manejo y conservación (documento presente) que permita incrementar la posibilidad de mantener a largo plazo las condiciones del hábitat en la zona. Se resalta la importancia de la misma para los Playeros rojizos, los Playeros blancos y los Pejerreyes.

## 9.-Componentes de plan de manejo

El programa de este plan de manejo incluye el desarrollo de cinco fases, todas ellas torales, de inicio sobresale la necesidad de la valoración de los recursos físicos y biológicos, ya que esta fase es el eje de priorización para las siguientes. Otra particularmente relevante es el diseño e implementación de estrategias de conservación, pues en ésta se contempla promover actividades que favorecen la estabilidad de la biodiversidad en el Golfo de Santa Clara.

El plan de acción presente, cuyo propósito es la conservación de los recursos naturales, partió del reconocimiento del área de estudio, sus antecedentes y la recopilación de datos complementarios al tema (Fig. 24). Lo que permitirá la definición de las estrategias de conservación, mismas que favorecerán la interacción entre los usuarios, las instituciones gubernamentales y las ONGs en dicha estrategia.

La valoración de los recursos sujetos a conservación es una de las fases cruciales en el plan de manejo. El objetivo al final de esta fase es la identificación de los elementos del paisaje con mayor oportunidad para la conservación de la biodiversidad (Fig. 24). La siguiente fase del plan de manejo contempla el diseño de las estrategias de conservación y de los mecanismos de implementación en el corto y mediano plazo (Fig. 24). El paso siguiente corresponde a la ejecución de las estrategias, la zonificación es la primera actividad de esta fase (Fig. 24). Por último la evaluación de la estrategia de conservación es prioritaria pues permitirá verificar el cumplimiento de los objetivos del proceso de planeación (Fig. 24).

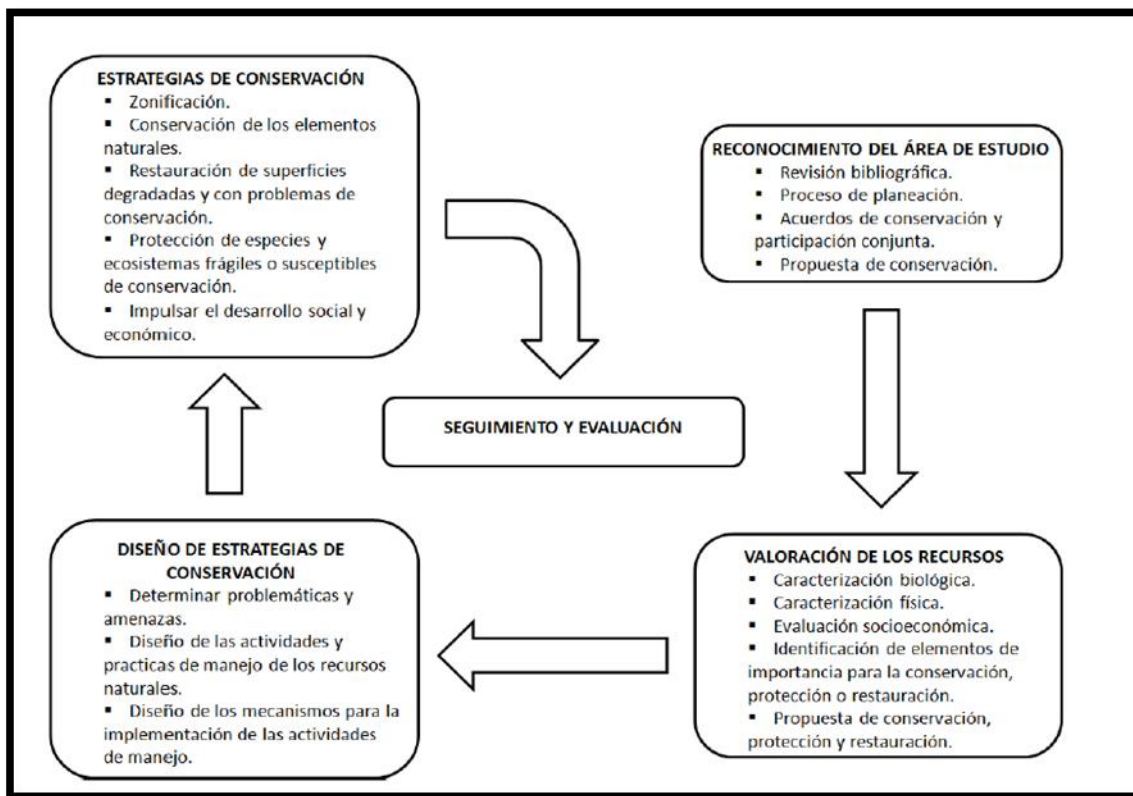


Figura 24. Diagrama metodológico de la planeación para la conservación de biodiversidad.

## 9.1. Componente de restauración

La restauración de un ecosistema consiste en un conjunto de procedimientos que tienen como fin aproximarse a las condiciones originales del hábitat, partiendo de un estado alterado del mismo. La restauración puede ser total o parcial, o puede catalizar para que las condiciones originales se alcancen con mayor rapidez.

La restauración total implica recuperar los procesos ecológicos y evolutivos que tenía originalmente un ecosistema, atendiendo a todos los componentes originales de dicho ecosistema: flora, fauna, suelo y los procesos hidrológicos. Para lograrla se debe atender las particularidades del proceso de sucesión ecológica. En el caso de una restauración parcial se trata de conseguir que se recuperen sólo algunos aspectos del ecosistema original, o bien lograr y mantener un estado sucesional intermedio de las comunidades que existían previamente.

Los ecosistemas formados por playas arenosas y sus dunas adyacentes son *per se* cambiantes, con base en vientos y mareas, por lo anterior es difícil proponer "restauración" para una zona en constante cambio. Así únicamente se propone:

### 9.1.2. Restauración de macrofauna original

En la zona se han visto perros y gatos ferales asociados al poblado, pero sin dueños aparentes, es necesario removerlos, pues pueden tener afectación sobre la comunidad de la zona, pues constantemente espantan a las aves, impidiendo que se alimenten, o disminuyendo sus tiempos de ingesta.

## 9.2. Componente de protección

Para cumplir con los objetivos del plan de manejo se hace necesario desarrollar estrategias de protección. Este componente tiene como objetivo proteger a las especies silvestres que habitan en la superficie de afectación del plan de manejo, particularmente al Playero rojizo, el Playero blanco y el Pejerrey, que "serán utilizados" como especies paraguas. Un plan de manejo adecuado requiere identificar los recursos biológicos de la zona, así como los patrones de distribución y estado de conservación, en este sentido existen notorios adelantos, dado el trabajo previo (desde 2010) realizado en el área. Además este componente contempla realizar acciones de capacitación y concientización ambiental dirigido a los usuarios del área, respecto a lo cual también existen adelantos.

Para la protección de los recursos naturales, es necesario inicialmente aplicar técnicas que permitan detectar eventuales cambios en las abundancias (monitoreo), la detección oportuna de dichos cambios permitirá dar respuesta a las potenciales causas que los ocasionen. Al considerar que este plan de manejo, sin excluir a otras especies, se centra en las tres recién indicadas, se propone un plan de monitoreo basado en éstas.

### 9.2.1. Monitoreo de aves

Serán evaluadas las tendencias de este grupo durante la etapa de ejecución del plan de manejo y a largo plazo permitirá evaluar la pertinencia de las acciones sugeridas. Las acciones estarán enfocadas a determinar la abundancia y la densidad de poblaciones.

Se sugiere, dado el tamaño de las aves acuáticas y la experiencia generada gracias a más de 7 años de visitas constantes, llevar a cabo recorridos primaverales a lo largo de línea de playa (hasta El Borrascoso por lo menos dos veces al mes en marzo y abril, 53 km de largo). En cada uno se identificarán y cuantificarán a los individuos presentes; los conteos se realizarán con ayuda de binoculares (8 y 10x) y telescopios (15-60x). Independientemente de la longitud de los transectos la abundancia será estandarizada a individuos/kilómetro, lo que permitirá ulteriores comparaciones. Los datos serán analizados en conjunto (aves playeras) y para las dos especies de interés (*C. alba* y *C. canutus*). Se tomarán en cuenta diferencias espaciales (a lo largo de la playa) y temporales (a lo largo de la época primaveral).. La periodicidad sugerida es de al menos una visita semanal durante la primavera, lo que permitirá evaluar cambios temporales en el uso del humedal. Las especies se identificarán mediante guías de campo (Sibley 2000, Kaufman 2005, Dunn y Alderfer 2006). Se emplearán conteos directos en parvadas de hasta 300 individuos, parvadas mayores se estimarán utilizando el método de conteo por bloques (Howes 1989), el tamaño del bloque variará de 10 a 1,000 individuos, dependiente del tamaño total de la parvada. Además el número de aves en cada bandada será estimado por dos observadores, de tal forma que si las estimaciones difieren, el ejercicio se repetirá.

### 9.2.2. Monitoreo de Pejerrey

Tal como se ha venido haciendo por tres temporadas a lo largo de cada desove se capturarán peces adultos de ambos sexos. Para dichas capturas se utilizarán individuos capturados por el equipo de trabajo. Los peces capturados serán trasladados a un “laboratorio de campo”, en donde se les medirán (longitud total y patrón) y pesarán.

Con las muestras así generadas se determinarán:

**Estructura general de tallas.** Las tallas se agruparán en intervalos de 5 mm, determinando la frecuencia de ocurrencia para cada uno de éstos.

**Estructura general de tallas por fecha de desove.** Para cada fecha de desove se repetirá el ejercicio anterior. Las frecuencias de tallas por fecha de desove se compararán.

**Estructura de talla por sexo.** Las tallas se agruparán con base en el sexo de los organismos. Para determinar si las frecuencias de las mismas depende (o no) del sexo, se realizarán comparaciones por sexo.

**Estimación de la talla de primera captura.** La talla mínima de captura se establece de acuerdo a la talla crítica de maduración, es decir, la talla a la cual el 50% de los individuos son sexualmente maduros ( $L_{50}$ ). Para tener un primer estimado de esta talla se relacionará la longitud promedio de cada intervalo modal (variable independiente) con la frecuencia porcentual acumulada de cada uno (variable dependiente).

**Relación peso-longitud general y por sexos.** Se relacionará la longitud total de los organismos (mm) y sus pesos respectivos (g). Para lo anterior se utilizará la ecuación exponencial ( $w=a L_t^b$ ; donde:  $w$ =peso,  $L_t$ =longitud total y  $a$  y  $b$  los estimados de los parámetros). Se realizarán tres ejercicios: uno para todos los organismos y dos más agrupándolos por sexos.

**Densidad de adultos durante el desove.** Con la finalidad de hacer una descripción de los eventos de desove del Pejerrey se anotará la hora de inicio y hora final de los desoves. Al momento de cada desove se lanzarán 10 cuadrantes, se grabarán con una videocámara, posteriormente se extraerán las imágenes fijas de cada cuadrante, las cuales se procesarán con el programa GIMP 2.8.10 para mejorar la calidad y resaltar más los peces dentro de cada cuadrante y estimar el número de peces por unidad de área.

**Densidad de huevos.** Además, justo al finalizar cada desove se tomarán muestras de arena de la zona utilizada con un nucleador tipo Hope, las muestras serán tamizadas para desechar el exceso de arenas y posteriormente contar los huevos contenidos en cada muestra.

**Estimación del área total de desove.** Para obtener un aproximado del área utilizada durante los desoves, se marcará (con palos de madera) la altura de la playa (a lo ancho) en la que comenzó el desove y de igual manera al finalizar, para entonces medir la distancia entre cada par de palitos. Por otra parte se registrarán los puntos de inicio y término del desove (a lo largo).

### 9.2.3. Capacitación y concientización ambiental

El desconocimiento de la importancia de la biodiversidad y sus componentes es común entre la ciudadanía en general, sin embargo, sabemos que es imposible que la gente se preocupe por conservar algo que no conoce. De tal manera que existen ya antecedentes para atenuar dicho desconocimiento, entre los que se incluyen esfuerzos por parte de integrantes de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, de la Red Social ProVaquita y de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, quienes junto con otros colaboradores iniciaron, en 2015, la campaña de difusión y conservación “Los golfeños cuidamos del pejerrey”, un proyecto que consta de tres componentes: promoción del cuidado y conservación de peces al momento del desove; impartición de pláticas en las escuelas de educación básica para difundir la importancia de estos peces (incluida su relación con las aves playeras), y campañas de difusión, a través de anuncios y folletos, en los que se solicita el apoyo de los visitantes. Se espera que este esfuerzo tenga también un efecto positivo en la conservación de las aves playeras.

Por nuestra parte también tenemos experiencia en la zona, mediante dos cursos técnicos sobre aves playeras, dos talleres de difusión, análisis y gobernanza (en colaboración con personal de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras, realizados en 2016). A los que se suma un pequeño taller impartido al personal directamente involucrado en la campaña “Los golfeños cuidamos del pejerrey” (Fig. 25), mismo que será extendido, los temas mínimos a tratar son: el estado de conservación del área y su importancia biológica, una descripción de los principales componentes de la flora y la fauna, el tipo de manejo y la legislación ambiental que protege la vida silvestre en general y el sitio en particular. Para lograr lo anterior se instrumentará un curso-taller que será teórico y práctico, donde se mostrará la información anteriormente mencionada.



**Figura 25.** Taller impartido a los integrantes del proyecto “Los golfeños cuidamos del pejerrey” (primavera 2016).



#### 9.2.4. Vigilancia y monitoreo ambiental

El objetivo de este programa será inspeccionar y vigilar la ejecución de las acciones destinadas a la conservación, la integridad y la viabilidad del sitio como área importante para las aves acuáticas, particularmente para los Playeros rojizo y blanco y para la puesta del Pejerrey. Su objetivo es que eventualmente se detecten a tiempo cambios no deseables, naturales o antrópicos. Es importante fomentar esquemas participativos de vigilancia con el apoyo del personal de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, diferentes ONGs (incluida Pronatura Noroeste) y personas de la sociedad civil, como los integrantes del multicitado grupo “Los golfeños cuidamos del pejerrey” (Fig. 26). La importancia de las actividades de vigilancia y monitoreo ambiental proviene del compromiso del cuidado y protección de los recursos naturales, dentro del marco establecido en el plan de manejo.

Para la realización de las acciones de inspección y vigilancia será formado un comité especial integrado por personal de la Reserva de la Biosfera, Pronatura Noroeste, otras ONGs, locales interesadas y la UABCS. Las principales actividades que deberá desarrollar dicho comité son:

- a) Recorridos de vigilancia en todos los días potenciales de desove, para lo que se puede utilizar la información que se generará en el plan de monitoreo mencionado anteriormente.
- b) Eventualmente denunciar irregularidades en materia de protección de los recursos naturales ante quien competa, en coordinación con los involucrados.
- c) Vigilar la buena ejecución de las acciones programadas.
- d) Realizar labores de difusión encaminadas a que la gente conozca los recursos naturales.
- e) Presentar informes anuales.



**Figura 26.** Personal de Pronatura-UABCS (izquierda) y del grupo ambientalista “Los golfeños cuidamos del pejerrey” (derecha) cuidando y monitoreando un desove en 2016.

### **9.3. Componente de conservación**

La conservación de la biodiversidad en la zona requiere una forma de ordenamiento local, que permita el conocimiento de acciones, coordinadas y concertadas, para orientar y monitorear a las poblaciones que componen la comunidad. Es importante tener en cuenta que la conservación de la biodiversidad repercute directamente sobre los bienes y servicios que ésta presta. Por ende el desarrollo de las estrategias de conservación que se proponen es este plan de manejo se fundamenta en mantener, mejorar y eventualmente utilizar sustentablemente los recursos naturales.

#### **9.3.1. Acciones de protección y conservación de las aves**

Referente a la fauna, su manejo (protección) brindará una herramienta básica para alcanzar las metas de conservación, basadas en un adecuado plan de monitoreo, datos bibliográficos y los 8 años de trabajo propio (UABCS, Pronatura Noroeste) en la zona.

Los monitoreos que se realizarán serán sistemáticos y aunque se fundamentarán en las aves, se pondrá énfasis en las dos especies recurrentemente indicadas, los Playeros rojizo y blanco. La duración de los monitoreos abarcará la época primaveral a lo largo de las etapas del plan de manejo y se prolongará tanto tiempo como sea posible. Los monitoreos implicarán las técnicas anteriormente descritas y permitirán generar información sobre abundancia, densidad y diversidad de la comunidad aviar del sitio. Además como se describió en los antecedentes, serán consideradas otras variables de las especies de interés, que incluirán perfil abdominal, muda al plumaje alterno, tasa de agresión, técnicas de alimentación y tasas de retorno, entre otros.

#### **9.3.2. Acciones de protección y conservación del Pejerrey**

Similar a lo planteado para las aves, los monitoreos de los desoves también serán sistemáticos. Abarcarán, de ser posible, toda la época de puesta (febrero-mayo), aunque con mayor esfuerzo en los meses con mayor posibilidad de arribazones (marzo y abril). Los monitoreos implicarán las técnicas descritas y permitirán generar información sobre duración y tamaño del desove, densidad de peces y su estructura de tallas. Esta serie de datos son muy importantes, porque ante descensos poblacionales una de las primeras respuestas de los peces es disminuir la talla de primera reproducción. Además, como se describió en los antecedentes, serán consideradas otras variables de las especies de interés, que incluirán valor calórico de los huevos y su composición isotópica, la cual se comparará con la de la sangre de las aves de interés, lo que permitirá corroborar la importancia de los huevos en la obtención de grasa corporal de las aves, factor crucial antes de continuar la migración al norte.

#### **9.3.3. Componente socioeconómico**

El ecoturismo es una actividad que combina el gusto de viajar con la preocupación por el ambiente, tiene como objetivos la sostenibilidad, la conservación y el involucramiento de las comunidades humanas locales donde se desarrolle (Zamorano-Casal 2002). Las actividades turísticas que tienen como objetivo secundario el cuidado y protección del ambiente son una alternativa económica viable para las comunidades que viven en lugares con atractivos y riquezas naturales, tales actividades pueden coadyuvar al cumplimiento de las metas del desarrollo sustentable (Rivas y Villarreal 1995).

En general, existe un creciente interés de los turistas por disfrutar de actividades de recreación al aire libre, sobre todo en aquellas zonas que aún conservan su patrimonio natural, paisajístico y cultural y que se localizan lejos de las zonas urbanas; bajo esta óptica es necesario un enfoque integral de desarrollo que considere actividades sostenibles que protejan los recursos naturales y beneficien a su vez a los pobladores locales (OMT 2002). Por ello se ha facilitado el desarrollo de nuevos tipos de turismo, basados en el aprovechamiento del medio natural, como el turismo sustentable, que tiene el potencial de disminuir pobreza y coadyuvar en la conservación de la biodiversidad (de la Cruz 2007). El turismo sustentable crea beneficios entre los lugares anfitriones, sus habitantes, los turistas y la industria del turismo (Dias 2008). De acuerdo a la OMT (2016) el turismo sustentable debe utilizar de una manera óptima los recursos naturales, sin alterar procesos ecológicos, además de respetar la autenticidad tanto social como cultural de la comunidad receptora y asegurar que las actividades realizadas sean económicamente viables a largo plazo, dejando beneficios económicos para los lugareños.

Una modalidad dentro del turismo sustentable es el *aviturismo* o *turismo de observación de aves* (Dalliès 2008), el cual recientemente se ha establecido como actividad clave y como una alternativa de desarrollo económico para algunas comunidades, implica obligadamente un manejo sustentable de los recursos naturales y conlleva también el respeto al ambiente (Salas-Correa 2014). Esta actividad especializada se fundamenta en observar (avistar) e identificar a las especies, lo que involucra llevar a los visitantes (*birders* en inglés) a sitios propicios que favorezcan el encuentro con diferentes especies (Jones y Neelson 2005). Estas personas están dispuestas a pagar por el servicio de un guía conocedor de las aves del sitio, y demás servicios relacionados (hospedaje, alimentación y transporte, entre otros), el típico *birder* es una persona de estrato económico medio o alto y de nivel educativo regularmente elevado; respecto a la nacionalidad predominan turistas estadounidenses, canadienses e ingleses (Cantú *et al.* 2011). El aviturismo ha demostrado ser una actividad económica exitosa en países latinoamericanos como Costa Rica, Perú y Brasil (Dalliès 2008, Rivera 2010, Cantú *et al.* 2011).

En el Golfo de Santa Clara se cuenta con el potencial avifaunístico requerido para que esta actividad económica pueda prosperar, pues se trata del único punto de la ruta migratoria del Pacífico donde las aves centran su alimentación en huevos depositados en la arena, lo que provoca cambios sustantivos en sus densidades y comportamiento.

A lo anterior se adiciona el espectacular evento de los arribazones masivos de Pejerrey; cualquier ecoturista estaría dispuesto a pagar por verlo. Por lo anterior es imprescindible iniciar con campañas de capacitación, que permitan a los lugareños ofertar un servicio ecoturístico de calidad. Es un hecho que si se logra que aves y Pejerreyes obtengan un valor económico, serán los mismos lugareños quienes se encargarán de protegerlas.

## **10.-Evaluación del plan de manejo**

La evaluación es indispensable para verificar el cumplimiento de los objetivos del plan de manejo, es decir, el mantenimiento del potencial ambiental. El proceso de seguimiento y evaluación fortalecerá las acciones, permitirá generar ajustes y podría incluso promover estrategias que puedan ser realizadas en otros sitios. La duración de este proceso es variable y depende de los recursos económicos y técnicos disponibles. Se recomienda al menos hacer el seguimiento durante un año posterior a la terminación de cualquier actividad de conservación o restauración. Sin

embargo, innegablemente mientras más se alargue este proceso, mayores serán las posibilidades de entendimiento de los procesos verificados en el sitio.

Los factores físicos y biológicos serán el punto de partida para el seguimiento y evaluación de las estrategias de conservación. Así se recomienda un esfuerzo para generar datos que actualicen y complementen la información disponible para los diferentes procesos o actividades, a lo largo de las etapas del plan de manejo.

### **10.1. Beneficios y continuidad.**

Tendrá como objetivo comparar interactivamente los logros obtenidos a corto, mediano y largo plazo, para así analizar las dificultades, fracasos y éxitos alcanzados, también pretende evaluar el rol de los diferentes actores involucrados y generar estrategias para fortalecer la continuidad de las estrategias y actividades que contempla el plan de manejo.

## **11.-Amenazas**

Como ha sido comentado para las playas arenosas del Golfo de Santa Clara existen diferentes amenazas naturales y antrópicas. Con respecto a las amenazas naturales, a la fecha existen dos reales o potenciales. Aunque pudiera ser discutible si son estrictamente de origen antrópico, se prefirió separarlas de las originadas indiscutible y actualmente por el hombre (turismo no controlado, construcciones, pesca no regulada, entre otros). Dichas amenazas incluyen: cambios en los regímenes de sedimentación ocasionados por el escaso aporte del Río Colorado y la elevación en el nivel medio del mar, ocasionada por el calentamiento global.

**11.1. Bajas tasas de sedimentación.** Se ha indicado que hace cerca de 100 años, cuando el Río Colorado corría de forma natural, el desarrollo y evolución de su delta era controlado por la interacción de dos factores: el aporte de sedimentos de origen fluvial, calculado en 160 millones de toneladas anuales (van Andel 1964) y el régimen de mareas, considerado uno de los más grandes del mundo, con hasta 12 m verticales, con las consecuentes corrientes generadas por éste (Meckel 1975). Si bien el patrón de mareas continúa inalterado, actualmente la depositación del río representa apenas el 0.5% del original (Milliman y Meade 1983). Ante la ausencia de fuerzas constructivas (depositación) en la cuenca del delta predominan los procesos destructivos, incluidos las corrientes de marea, el oleaje y los vientos (Carriquiry y Sánchez 1999, Carriquiry *et al.* 2001), por lo que actualmente la zona del delta está atravesando por una etapa de erosión (Carriquiry *et al.* 2001), lo que afectará las áreas de puesta del Pejerrey.

**11.2. Calentamiento global.** El calentamiento global (independientemente de su origen), entre otros efectos, trae aparejada una elevación en el nivel medio del mar (Martínez-Austria y Patiño-Gómez 2012). En zonas bajas y de escasa pendiente, como las que predominan en el Alto Golfo de California, sus efectos pueden ser muy notorios, pues se aúna a su ya natural amplitud de mareas (Díaz *et al.* 2012). De hecho se ha indicado que para el Golfo de California existen 13 regiones vulnerables y la que obtuvo el mayor puntaje de vulnerabilidad fue precisamente el Alto Golfo de California (Díaz *et al.* 2012). Esta elevación implicará una disminución del área potencial de puesta del Pejerrey.

En la playa adyacente al Golfo de Santa Clara se pueden identificar además diferentes amenazas de origen humano, entre las que destacan:

**11.3. Turismo no controlado.** La gran afluencia de gente durante los períodos vacacionales implica el tránsito de personas tanto a pie como en vehículos todo terreno lo que genera dos impactos: (1) la compactación de la arena (Brown y McLachlan 2006), es decir la modificación de las características físico-espaciales naturales de la arena (*e.g.* porosidad y penetrabilidad); esto puede tener un efecto negativo en la fauna que habita en capas subsuperficiales, como moluscos, anélidos y artrópodos y (2) modifican también el relieve natural de la playa al alterar las depresiones o montículos naturales, que tiene como resultado cambios en los tiempos de inundación (pozas de marea) y escurrimiento.

**11.4. Contaminación.** El crecimiento demográfico urbano que se ha caracterizado por la expansión de desarrollos turísticos y residenciales en la franja costera y la llegada masiva de vacacionistas que excede la capacidad de la infraestructura y servicios públicos, como drenaje y residuos sólidos, genera la descarga de aguas residuales urbanas hacia el mar y el inadecuado desecho en la playa. Adicionalmente, las descargas de combustibles de las embarcaciones mayores y menores representan un riesgo no evaluado.

**11.5. Desarrollos acuaculturales.** La costa sonorensis ha sufrido modificaciones causadas por el asentamiento de granjas dedicadas al cultivo del camarón. Estas granjas modifican el suelo y pueden alterar los patrones hidrológicos de las playas. Existen porciones de la costa de Sonora (potencialmente usadas por el Pejerrey) que se encuentran ocupadas por dichas granjas. Es imprescindible determinar el grado de afectación de estos desarrollos para el entorno, pues utilizan diferentes productos que pueden ocasionar contaminación (Plascencia y Almada 2012), además al cerrar los ciclos de producción vacían los vasos de crianza y engorda directamente al mar.

**11.6. Grandes desarrollos turísticos.** Otro problema que está ocurriendo y potencialmente puede continuar, es la expansión de la infraestructura turística masiva, pues típicamente los grandes desarrollos hoteleros se asientan adyacentes a playas arenosas. A la fecha es negativamente destacable que en diversos sitios como San Felipe, Baja California, Puerto Peñasco, San Carlos y Bahía Kino, Sonora, sitios que han sido reportados como zonas de reproducción del Pejerrey, está ocurriendo una expansión de desarrollos turísticos y residenciales, lo que implica un incremento en la afluencia de turismo masivo de playa (Díaz-García y Ojeda-Revah 2013) e incluso pérdida de hábitat reproductivo para el Pejerrey.

Incluso algunas de las amenazas están relacionadas directamente con riesgos para las poblaciones de los peces y aves, entre las que destacan:

**11.7. Pesca no regulada.** Durante los eventos de desove del Pejerrey, tanto la gente local como los turistas “se divierten” al atrapar cuantos peces les sean posibles, sin que medie ningún tipo de regulación temporal (lo pueden hacer durante cualquier desove), espacial (en cualquier sitio) o en el método de captura (uso de distintos tipos de redes). Innegablemente parte de estas capturas son usadas para consumo propio y dado lo pequeño de esa cantidad no debe afectar significativamente a la población desovante. Sin embargo, el uso de redes ocasiona volúmenes de captura importantes, sobre todo al considerar la alta densidad de los peces durante los desoves. Además los Pejerreyes son utilizados como carnada para la pesca ilegal de Totoaba, con este fin los pescadores pueden extraer cientos de kilogramos.

**11.8. Impedir del desarrollo embrionario de los peces.** Resultado de tres factores: (1) debido a la arena removida durante el tránsito de vehículos todo terreno sobre zonas de desove muchos de los huevos son sacados a la superficie, por lo que se detiene su desarrollo; (2) durante el período de incubación los huevos se mantienen en condiciones óptimas debido a la formación de una capa de arena salada (por evaporación) sobre la superficie de la playa, esta capa "crujiente" de arena proporciona una incubadora natural para los embriones en desarrollo (Constant 1976), la capa es muy poco resistente y es rota constantemente, por el constante paso de vehículos; y (3) la compactación de la arena ocasiona que los alevines de Pejerrey tengan menos posibilidades de eclosionar.

**11.9. Perturbación directa de peces y aves.** Como se comentó en un punto anterior, durante los desoves es común que la gente trate de capturar peces, sin embargo, una parte de ellos (los que no logran ser atrapados) pueden ser ahuyentados antes de reproducirse, además hemos observado que de haber perturbación en la playa, los peces desovan dentro del agua, por lo que los huevos quedan sobre la playa, lo que los hace inviables. Además durante las puestas nocturnas los vehículos en la playa acostumbran permanecer aparcados con las luces encendidas, lo que atrae a los peces y los hace perder orientación, por lo que se asfixian, el efecto es claramente detectable al día siguiente, ya que a lo largo de la playa se encuentra un número importante de individuos muertos (Muench 1977). Respecto a las aves, la perturbación sucede mientras se alimentan de los huevos, debido también al tránsito continuo de vehículos; esto puede llegar a tener consecuencias tan graves como disminuciones poblacionales debido a que los individuos no logren alcanzar la reserva de energía necesaria para continuar la migración por el gasto que realizan para esquivar el tráfico, así como por el tiempo perdido en el que dejan de alimentarse (Baker *et al.* 2004).

## **12.-Acciones recomendadas**

Para el establecimiento de estas, aparentemente, sencillas recomendaciones, es imprescindible contar con el apoyo de diferentes instancias gubernamentales, que incluyen a: la Reserva de la Biosfera, tránsito municipal, SEMARNAT, PROFEPA, y los propios usuarios.

**12.1. Establecer rutas para el paso constante de vehículos.** Los lugares de puesta del Pejerrey pueden cambiar entre temporadas y dentro de una misma temporada. Es frecuente que los huevos se depositen en sitios de paso constante de vehículos todo terreno, sobre todo en los períodos vacacionales. Un sencillo ejercicio permitiría proponer rutas fuera de las áreas potenciales de puesta. Esto es colocar señalamientos que indiquen a los conductores la presencia de senderos en la zona supralitoral, no utilizada como área de puesta por los peces, ni como sitio de alimentación por las aves.

**12.2. Limitar el paso de vehículos por las zonas de puesta recientes.** Como se ha comentado las zonas de puesta pueden variar, pero son relativamente sencillas de ubicar al momento que dicha puesta se verifica e incluso posteriormente (por la cantidad de playeros alimentándose), así se propone limitar el acceso a estas porciones de playa por un período de 10 días, lapso en el que se realiza la incubación. Se puede usar cinta reflejante que bordeé el área utilizada por los peces.

**12.3. Regulación de la extracción de Pejerrey.** En la costa de California, donde desova *Leuresthes tenuis*, desde 1927 existe una ley que regula la extracción de esa especie (Gregory 2001), los puntos

torales de la legislación incluyen que: **(1)** durante los meses de mayor abundancia y frecuencia de desove, abril y mayo para esta especie, la recolecta está prohibida, **(2)** el resto de la temporada está abierta para su explotación, **(3)** no hay un límite de peces que se pueden recolectar con la condición de que todos **(4)** sean atrapados a mano y **(5)** se dediquen al consumo humano.

Pese a que *L. sardina* se encuentra incluida en la “lista roja” de la IUCN (por sus siglas en inglés), clasificada como “casi amenazada”, y que desde hace cuarenta años se sabe de las necesidades de regular su extracción, en México la gente puede recolectar los peces con cualquier fin, de cualquier manera, en cualquier momento y en todas las playas. A la fecha no se conocen esfuerzos que procuren regular estos aspectos. Un importante paso es establecer una serie de regulaciones mínimas para su captura, entre las que proponemos:

- Prohibir la recolecta durante los meses pico de su reproducción (marzo y abril),
- Permitir su captura sólo en forma manual y para autoconsumo,
- Centrar la captura a los ejemplares de entre 170 y 180 mm, predominantemente machos,
- Delimitar una distancia mínima de acercamiento para los observadores de los desoves, se sugieren 10 m delimitados con cinta de advertencia.

Respecto al seguimiento de la especie, es decir para poder determinar si las medidas antes indicadas realmente favorecen la conservación del Pejerrey, se propone:

- Determinar la duración promedio de los desoves en los sitios más frecuentes (Golfo de Santa Clara y San Felipe), bajo la hipótesis de que dicha duración debe incrementarse, pues reflejaría un aumento en la abundancia del recurso.
- En estos mismos sitios determinar en cada temporada, la talla promedio de los peces desovantes (por sexo), considerando que si las medidas son adecuadas, dicha talla debe incrementar a lo largo del tiempo.
- Comprobar la presencia de desoves en los sitios potenciales propuestos, mediante visitas a los mismos.

### **13.-Acuerdos de conservación y participación conjunta**

Actualmente la conservación de los recursos naturales es una acción multidisciplinaria e interinstitucional, por lo tanto, el desarrollo de actividades será una tarea conjunta entre la los lugareños, instituciones gubernamentales (Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado), la academia (*e.g.* UABCS) y organizaciones no gubernamentales (*e.g.* Pronatura Noroeste). El escenario que se presenta impone nuevos retos y motiva la necesidad de encontrar acuerdos prácticos para que las acciones que se plantean conlleven a un cambio estructural y funcional positivo de los ecosistemas presentes. Uno de los soportes fundamentales para lograr resultados efectivos es la coordinación de los diferentes sectores.

#### 14.-Literatura citada

- Álvarez-Borrego, S. y L.A. Galindo-Bect. 1974. Hidrología del Alto Golfo de California I. Condiciones durante Otoño. *Ciencias Marinas*, 1: 46-64.
- Arce, N. 2011. Migración e invernación del Playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*) en Guerrero Negro, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S, México. 80 p.
- Atkinson, P.W., A.J. Baker, K.A. Bennett, N.A. Clark, J.A. Clark, K.B. Cole, A. Dekinga, A. Dey, S. Gillings, P.M. González, K. Kalasz, C.D.T. Minton, J. Newton, L.J. Niles, T. Piersma, R.A. Robinson y H.P. Sitters. 2007. Rates of mass gain and energy deposition in red knot of their final spring staging site is both time- and condition-dependent. *Journal of Applied Ecology*, 44: 885-895.
- Badan-Dangon, A., C.J. Koblinsky y T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta*, 8: 13-22.
- Baker, A.J., P.M. González, T. Piersma, L.J. Niles, I. de Lima Serrano, P.W. Atkinson, N.A. Clark, C.D.T. Minton, M.K. Peck y G. Aarts. 2004. Rapid population declines in red knots: fitness consequences of decreased refuelling rates and late arrival in Delaware Bay. *Proceedings of the Royal Society Londres B*, 271: 875-882.
- Brown, A.C. y A. McLachlan. 2006. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. *Environmental Conservation*, 29: 62-77.
- Brown, D.E. 1982. Biotic Communities of the American Southwest-United States and Mexico. *Desert Plants*, 4: 288 p.
- Brown, S., C. Hickey, B. Harrington y R. Gill. 2001. *US Shorebird Conservation Plan*. Manomet Center for Conservation Sciences. Segunda edición. Massachusetts. 61 p.
- Buchanan, J.B. 2008. The spring migration 2008 survey of Red Knots *Calidris canutus* at Grays Harbor and Willapa Bay, Washington. *Wader Study Group Bulletin*, 115: 177-181.
- Buchanan, J.B., J.E. Lyons, L.J. Salzer, R. Carmona, N. Arce, G.J. Wiles, K. Brady, G.E. Hayes, S.M. Desimone, G. Shirato y W. Michaelis. 2012. Among-year site fidelity of Red Knots during migration in Washington. *Journal of Field Ornithology*, 83: 282-289.
- Buehler, D.M., A.J. Baker y T. Piersma. 2006. Reconstructing paleoflyways of the late Pleistocene and early Holocene Red Knot *Calidris canutus*. *Ardea*, 94: 485-498.
- Cantú, J.C., H. Gómez de Silva y M.E. Sánchez. 2011. El dinero vuela: El valor económico del ecoturismo de observación de aves. Defenders of Wildlife, Washington, EEUU.
- Carmona, R., A. Hernández-Alvarez, F. Molina y G.D. Danemann. *En revisión*. Estructura de tallas, relación peso-longitud y estimación de la talla mínima de captura del Pejerrey del Golfo de California (*Leuresthes sardina*): consideraciones para su conservación.
- Carmona, R., V. Ayala-Pérez, N. Arce y L. Morales-Gopar. 2006. Use of saltworks by Red Knots at Guerrero Negro, Mexico. *Wader Study Group Bulletin*, 11: 46-49.



- Carmona, R., N. Arce, V. Ayala-Pérez y G.D. Danemann. 2008. Abundance and phenology of Red Knots in the Guerrero Negro-Ojo de Liebre coastal lagoon complex, Baja California Sur, Mexico. *Wader Study Group Bulletin*, 115: 10-15.
- Carriquiry, J.D. y A. Sánchez. 1999. Sedimentation in the Colorado River delta and Upper Gulf of California after nearly a century of discharge loss. *Marine Geology*, 158: 125-145.
- Carriquiry, J.D., A. Sánchez y V.F. Camacho-Ibar. 2001. Sedimentation in the northern Gulf of California after cessation of the Colorado River discharge. *Sedimentary Geology*, 144: 37-62.
- Carmona, R., N. Arce, V. Ayala-Perez y G. D. Danemann. 2011. Seasonal abundance of shorebirds at the Guerrero Negro wetland complex, Baja California, Mexico. *Wader Study Group Bulletin*, 118: 40-48.
- Carmona, R. y G.D. Danemann. 2013. Monitoreo de aves playeras migratorias en 11 sitios prioritarios del Noroeste de México y reconocimiento invernal de cinco sitios adicionales. Reporte Final para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 223 p.
- Carmona, R. y G.D. Danemann. 2014. Monitoreo de aves playeras migratorias en 11 sitios prioritarios del Noroeste de México y reconocimiento invernal de cuatro sitios adicionales. Reporte Final para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 228 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2007. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 319 p.
- Constant, C.L. 1976. The effects of hypersalinity upon the eggs and prolarvae of the Gulf of California grunion, *Leuresthes sardina* (Jenkins and Evermann 1888). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Arizona. 53 pp.
- Dalliès, C. 2008. Manual de buenas prácticas para la actividad de observación de aves en Guatemala. Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT)-Organización de los Estados Americanos, Guatemala, Guatemala.
- de la Cruz, R. 2007. Reseña de "Turismo de naturaleza basado en áreas periféricas". *PASOS, Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 5: 133-137.
- Dias, R. 2008. Marketing ecológico y turismo. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 17: 140-155.
- Díaz, S.C., A. Aragón, A. Arreola, L. Brito, S. Burrola, S. Carreón, A. Cruz, P. González, M. Manzano, G. Martínez, G. Padilla y D. Urias. 2012. Análisis de vulnerabilidad del Golfo de California asociado al incremento del nivel medio del mar. Primera Bienal de la Agenda de Investigaciones del Programa de Ordenamiento ecológico marino del Golfo de California. INE-SEMARNAT.
- Díaz-García, D.A. y L. Ojeda-Revah. 2013. La Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado: planeación territorial. *Región y Sociedad*, 25: 57-85.
- Donaldson, G., C. Ityslop, G. Morrison, L. Dickson y I. Davidson. 2000. Canadian Shorebird Conservation Plan. Ottawa: Canadian Wildlife Service Special Publication. 27 p.

- Dunn, J.L. y J. Alderfer. 2006. *Field guide to the birds of North America*. National Geographic Society. Washington, DC. 503 p.
- Felger, R.S. 1992. Synopsis of the Vascular Plants of Northwestern Sonora, Mexico. *Ecologica*, 2: 11-14.
- Filloux, J.H. 1973. Tidal patterns and energy balance in the Gulf of California. *Nature*, 243: 217-221.
- Gaxiola-Castro, G., S. Álvarez-Borrego y R.A. Schwartzlose. 1978. Sistema del Bióxido de Carbono en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 5: 25-40.
- Gillings, S., P.W. Atkinson, A.J. Baker, K.A. Bennett, N.A. Clark, K.B. Cole, P.M. González, K.S. Kalasz, C.D.T. Minton, L.J. Niles, R.C. Porter, I. de Lima Serrano, H.P. Sitters y J.L. Woods. 2009. Staging behavior in Red Knot (*Calidris canutus*) in Delaware Bay: Implications for monitoring mass and population size. *Auk*, 126: 54-63.
- González, P.M., T. Piersma y Y. Verkuil. 1996. Food, feeding and refuelling of Red Knots during northward migration at San Antonio, Oeste, Río Negro, Argentina. *Journal of Field Ornithology*, 67: 575-591.
- González, P.M., A.J. Baker y M.E. Echave. 2006. Annual survival of Red Knots (*Calidris canutus rufa*) using the San Antonio Oeste stopover site is reduced by domino effect involving late arrival and food depletion in Delaware Bay. *Hornero*, 21: 109-117.
- Grinnell, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of Lower California. University of California, Publication in Zoology, 32: 90.
- Gutiérrez, G. y J.I. González. 1989. Predicciones de Mareas de 1990: Estaciones Mareográficas del CICESE. Informe Técnico OC-89-01, CICESE, Ensenada, B.C., México.
- Harrington, B.A. 2001. Red Knot (*Calidris canutus*). The Birds of North America. A. Poole (ed.). Ithaca, Nueva York. Consultado 10/septiembre/2016 en: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/563/articles/introduction>
- Hendrickson, J.R. 1973. Study of the marine environment of the northern Gulf of California. Technical Report to Goddard Spaceflight Center, Greenbelt, Maryland. 106 p.
- Hernández-Alvarez, A. 2011. Estrategias de alimentación del playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*; Charadrii: Scolopacidae) en el Golfo de Santa Clara, Sonora, México. Informe Final de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco. 60 p.
- Hernández-Alvarez, A. 2013. Uso de la playa sur del Golfo de Santa Clara, Sonora, durante la migración primaveral (2011-2013) del playero rojizo del Pacífico (*Calidris canutus roselaari*). Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. México. 63 p.
- Hernández-Alvarez, A., R. Carmona y N. Arce. 2013. Feeding ecology of Red Knots *Calidris canutus roselaari* at Golfo de Santa Clara, Sonora, México. *Water Study Group Bulletin*, 120:194-201.
- Hinojosa, O., J. García, Y. Carrillo y E. Zamora, 2007. Hovering over the Alto Golfo: The status and conservation of birds from the Río Colorado to the Gran Desierto. En: Felger R. y B. Broyles (Eds). *Dry Borders, Great Natural Reserves of the Sonoran Desert*. The University of Utah Press.

- Howes, I., 1989. Shorebirds studies manual. Asian Wetland Bureau. Malaysia. 362 p.
- Jones, D.N y T. Nealsen. 2005. Impacts of bird watching on communities and species: long-term and short-term responses in rainforest and eucalypt habitats. Gold Coast, CRC Sustainable Tourism. 17 p.
- Kaufman, K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica. Hillstar Editions L. C. New York. 391 p.
- Lavín, M.F. y S. Organista. 1988. Surface heat flux in the Northern Gulf of California. *Journal of Geophysical Research*, 93: 14033-14038.
- Martínez-Austria, P.F. y C. Patiño-Gómez. 2012. Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3: 5-20.
- Massey, B. y E. Palacios. 1994. Avifauna of the wetlands of Baja California, Mexico: current status. *Studies Avian Biology*, 15: 45-57.
- Meckel, L.D. 1975. Holocene sand bodies in the Colorado delta area, northern Gulf of California. En: Broussard, M.C. (Ed.). Deltas, models for explorations. Houston Geological Society, Houston.
- Mellink, E. y E. Palacios. 1993. Notes on Breeding Coastal Waterbirds in Northwestern Sonora. *Western Birds*, 24: 29-37.
- Mellink, E., E. Palacios y S. González. 1997. Non-breeding waterbirds of the Delta of the Río Colorado, México. *Journal of Field Ornithology*, 68: 113-123.
- Milliman, J.D. y Meade, R. H. 1983. World-wide delivery of river sediment to the oceans. *The Journal of Geology*, 91: 1-21.
- Moffat, N.M. y D.A. Thomson. 1978. Tidal influence on the evolution of egg size in the grunions (*Leuresthes*, Atherinidae). *Environmental Biology of Fishes*, 3: 267-273.
- Morrison, R.I.G., R.K. Ross y S. Torres. 1992. Aerial surveys of nearctic shorebirds wintering in Mexico: some preliminary results. Progress notes. Canadian Wildlife Serv. Canadian Ministry of the Environment, 12 p.
- Morrison, R.I.G., B.J. McCaffery, R.E. Gill, S.K. Skagen, S.L. Jones, G.W. Page, C.L. Gratto-Trevor y B.A. Andres. 2006. Population estimates of North American shorebirds, 2006. *Wader Study Group Bulletin*, 111: 67-85.
- Mosiño, P. y E. García. 1974. The climate of Mexico. En: R. A. Bryson y F. K. Hare (eds.) World Survey of Climatology, Vol. 2, Climates of North America, Elsevier, New York.
- Muench, K.A. 1977. Behavioral ecology and spawning of the Gulf of California Grunion, *Leuresthes sardina*. Tesis doctoral. Universidad de Arizona. 92 p.
- Myers, J.P., R.I.G. Morrison, P.Z. Antas, B.A. Harrington, T.E. Lovejoy, M. Sallaberry, S.E. Senner y A. Tarak. 1987. Conservation strategy for migratory species. *American Scientist*, 75: 18-26.

- Niles, L.J., H.P. Sitters, A.D. Dey, P.W. Atkinson, A.J. Baker, K.A. Bennett, R. Carmona, K.E. Clark, N.A. Clark, C. Espoz, *et al.* 2008. Status of the Red Knot (*Calidris canutus rufa*) in the western hemisphere. *Studies in Avian Biology*, 36: 1-185.
- Niles, L.J., J.Bart, H.P. Sitters, A. Dey, K.E. Clark, P.W. Atkinson, A.J. Baker, K.A. Bennett, K.S. Kalasz, N.A. Clark, *et al.* 2009. Effects of horseshoe crab harvest in Delaware Bay on Red Knots: are harvest restrictions working? *BioScience*, 59: 153-164.
- Organización Mundial del Turismo (OMT). 2002. Previsiones mundiales y perfiles de los segmentos de mercado. Organización Mundial del Turismo, Madrid, España.
- Organización Mundial del Turismo (OMT). 2016. Advancing the Measurement of Sustainable Tourism Development, Open Consultation Meeting. Consultado 7/junio/2016 en: <http://sdt.unwto.org/event/unwto-network-observatories-insto-advancing-measurement-sustainable-tourism-development-open-c>
- Page, G.W., E. Palacios, L. Alfaro, S. González, L.E. Stenzel y M. Jungers. 1997. Numbers of wintering Shorebirds in coastal wetlands of Baja California, Mexico. *Journal of Field Ornithology*, 68: 562-574.
- Patten, M.A., E. Mellink, H. Gómez de Silva y T.E. Wurster. 2001. Status and taxonomy of the Colorado Desert Avifauna of Baja California. *Monographs in Field Ornithology*, 3: 29-63.
- Payne, L. 2010. Conservation Plan for the Sanderling (*Calidris alba*). Version 1.1. Manomet Center for Conservation Sciences. Western Hemisphere Shorebird Reserve Network. 94 p.
- Piersma, T. y J. Jukema. 1993. Red breast as honest signals of migratory quality in a long-distance migrant, the Bar-tailed Godwit. *Condor*, 95: 163-177.
- Plascencia, A.E. y M.C. Bermúdez-Almada. 2012. La acuicultura y su impacto al medio ambiente. *Estudios Sociales*, 2: 221-232.
- Pfister, C., M.J. Kasprzyk y B.A. Harrington. 1998. Body-fat levels and annual return in migration Semipalmated Sandpipers. *Auk*, 115: 904-915.
- Recher, H.F. y J.A. Recher. 1969. Some aspects of the ecology of migrant shorebirds. II. Aggression. *Wilson Bulletin*, 81: 140-154.
- Rivas, H. y P. Villarroel. 1995. Turismo y medio ambiente I: El turismo en espacios naturales como alternativa estratégica de desarrollo nacional. *Ambiente y Desarrollo*, 11: 7-13.
- Rivera, J. 2010. Para destinos de aviturismo en Guatemala. Instituto Guatemalteco de Turismo, Guatemala, Guatemala.

- Robinson, R.A., P.W. Atkinson y N.A. Clark. 2003. Arrival and weight gain of Red Knot *Calidris canutus*, Ruddy Turnstone *Arenaria interpres* and Sanderling *Calidris alba* staging in Delaware Bay in spring. Reporte, British Trust for Ornithology. 51 p.
- Russell, S.M. y G. Monson. 1998. The birds of Sonora. University of Arizona Press, 360 p.
- Salas-Correa, Á.D. 2014. Diseño de una ecoruta aviturística en el bosque protector Mindo Nambillo, provincia Pichincha. Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Sánchez-Velasco, L., M.F. Lavín, S.P.A. Jiménez-Rosenberg, J.M. Montes y P.J. Turk-Boyer. 2012. Larval fish habitats and hydrography in the Biosphere Reserve of the Upper Gulf of California. *Continental Shelf Research*, 33: 89-99.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 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. México, Distrito Federal.
- Sibley, D.A. 2000. The Sibley guide to birds. National Audubon Society. Chanticleer Press, Inc. New York. 544 p.
- Shuster, C.N. Jr. y M.L. Botton. 1985. A contribution to the population biology of horseshoe crabs, *Limulus polyphemus* (L.), in Delaware Bay. *Estuaries*, 8. 363-372.
- Soto-Montoya, E., R. Carmona, M. Gómez, V. Ayala-Pérez, N. Arce y G. D. Danemann. 2009. Over-summering and migrant Red Knots at Golfo de Santa Clara, Gulf of California, Mexico. *Wader Study Group Bulletin*, 116: 191-194.
- Thomson, D.A. y K. Muench. 1976. Influence of tides and waves on the spawning behavior of the Gulf of California grunion, *Leuresthes sardina*, (Jenkins and Evermann). *Bulletin Southern California Academy of Sciences*, 75: 198-203.
- U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS). 2005. Red Knot. *Calidris canutus rufa*. USFWS Report, New Jersey, E.U.A. 44 p.
- van Andel, T.H. 1964. Recent marine sediments of Gulf of California. En: van Andel, T.H. y G.G. Shor (Eds.). Marine geology of the Gulf of California: a symposium. American Association of Petroleum Geologists. Universidad de California.
- van de Kam, J., B. Ens, T. Piersma y L. Zwarts. 2004. Shorebirds: and illustrative behavioural ecology. KNNV Publishers, Utrecht, Países Bajos. 368 p.
- Van Rossem, A.J. 1945. A distributional survey of the birds of Sonora, Mexico. Louisiana State University, 21: 86.
- Wiersma, P. y T. Piersma. 1995. Scoring abdominal profiles to characterize migratory cohorts of Shorebirds: an example with Red Knots. *Journal of Field Ornithology*, 66: 88-98.
- Zamorano-Casal, F.M. 2002. Turismo alternativo servicios turísticos diferenciados. Trillas, Ciudad de México, México.