



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

**ANÁLISIS SOCIO-ECOLÓGICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
BALLENA GRIS (*Eschrichtius robustus*) EN LAGUNA OJO DE
LIEBRE.**

T E S I S

Que para obtener el grado de

Doctora en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en Biología Marina)

P r e s e n t a

Fabiola Desirée Molina Carrasco

La Paz, Baja California Sur, febrero de 2025.

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 12 horas del día 30 del Mes de enero del 2025, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"Análisis socio-ecológico para la identificación de áreas prioritarias para la conservación de Ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en Laguna Ojo de Liebre"

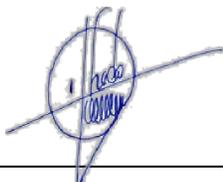
Presentada por la alumna:

Fabiola Desirée Molina Carrasco

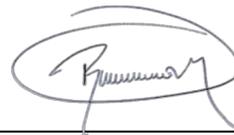
Aspirante al Grado de DOCTOR EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN **Biología Marina**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA



Dr. Alfredo Ortega Rubio
Co-Director de Tesis



Dr. Raúl Octavio Martínez Rincón
Co-Director de Tesis



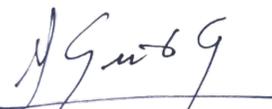
Dra. Tatiana Alexandra Acosta Pachón
Co-Tutora de Tesis



Dra. Elisabeth Huber-Sannwald
Co-Tutora de Tesis



Dr. Luis Felipe Beltrán Morales
Co-Tutor de Tesis



Dra. Alejandra Nieto Garibay,
Directora de Estudios de Posgrado y
Formación de Recursos Humanos



La Paz, Baja California Sur, a 14 de febrero de 2025.

Los miembros del comité de tesis del (la) estudiante FABIOLA DESIRÉE MOLINA CARRASCO del Programa de DOCTORADO en MANEJO, USO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES, revisamos el contenido de la tesis y otorgamos el Vo.Bo. dado que la tesis no representa un plagio de otro documento como lo muestra el reporte de similitud realizado:

- Herramienta antiplagio: iThenticate
- Filtros utilizados:
 - Bibliografía
 - Texto citado
 - Texto mencionado
 - Coincidencias menores (menos de 9 palabras)
- Porcentajes de similitud:
 - 10% Similitud general
 - Se muestra captura de pantalla

10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes super

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 9 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 5% Publicaciones
- 0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Directores, Co-directores

Dr. Alfredo Ortega Rubio

Dr. Raúl Octavio Martínez Rincón

Estudiante

Fabiola Desirée Molina Carrasco

Personal técnico de asesoría en el análisis

Ana María Talamantes Cota



Conformación de Comités

Comité Tutorial

Dr. Raúl Octavio Martínez Rincón
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Co-Director de Tesis

Dr. Alfredo Ortega Rubio
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Co-Director de Tesis

Dra. Tatiana Alexandra Acosta Pachón
Universidad Autónoma de Baja California Sur
Co-Tutora de Tesis

Dra. Elisabeth Huber-Sannwald
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.
Co-Tutora de Tesis

Dr. Luis Felipe Beltrán Morales
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Co-Tutor de Tesis

Comité Revisor de Tesis

Dr. Raúl Octavio Martínez Rincón
Dr. Alfredo Ortega Rubio
Dra. Tatiana Alexandra Acosta Pachón
Dra. Elisabeth Huber-Sannwald
Dr. Luis Felipe Beltrán Morales

Jurado de Examen

Dr. Raúl Octavio Martínez Rincón
Dr. Alfredo Ortega Rubio
Dra. Tatiana Alexandra Acosta Pachón
Dra. Elisabeth Huber-Sannwald
Dr. Luis Felipe Beltrán Morales

Suplentes

Dra. Elisa Serviere Zaragoza
Dra. María del Carmen Blázquez Moreno

Resumen

Los estudios socio ecológicos permiten comprender la integración de la sociedad, la naturaleza y los recursos naturales en el ambiente que les rodea, así como la interacción que se tiene entre ellos. En este sentido, el presente estudio hace una revisión de la abundancia y comportamiento de la ballena gris dentro de la Laguna Ojo de Liebre, al oeste de Baja California Sur, junto con una caracterización de las actividades productivas y el contexto de las condiciones socioeconómicas en las que se encuentran los principales usuarios de los recursos dentro de la Laguna. El objetivo de este estudio fue identificar las áreas prioritarias para la conservación de la ballena considerando el desarrollo de actividades productivas en la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur. Como parte de los resultados se logró identificar que las variaciones temporales en las abundancias de las ballenas están relacionadas principalmente con la variabilidad ambiental de baja frecuencia (Oscilación Decadal del Pacífico, PDO), mientras que, con relación a la distribución espacial se observó una marcada preferencia por áreas donde se localiza el canal principal que va desde la boca hacia el interior de Laguna. Con respecto al comportamiento de las ballenas se observó una variedad en los comportamientos en diferentes zonas, sin embargo, las zonas prioritarias con comportamientos relacionados con la reproducción y crianza se localizan en la parte central de la laguna. En cuanto a las actividades productivas se observó que estas se desarrollan en áreas cercanas a la boca de la Laguna, con una temporalidad variante de acuerdo con el recurso aprovechado. Como producto principal de este estudio, se generó un mapa en el cual se identificaron dos zonas prioritarias para el desarrollo de: 1) Actividades productivas y para la ballena gris (cercana a la boca de la laguna), en la que se recomienda implementar estrategias de manejo focalizadas en el monitoreo de las actividades productivas y de la calidad del hábitat de la ballena; 2) Actividades de pesca y turismo (zona central de la laguna), en la que se recomienda implementar estrategias de conservación de la ballena gris. Para generar estrategias encaminadas a un desarrollo sustentable de la Laguna Ojo de Liebre, se debe considerar una visión multidimensional, en donde el desarrollo social y económico de la región debe ir de la mano con políticas de conservación de las especies y ecosistemas, de esta manera el presente estudio aporta una línea base con información socio ecológica sobre lo que sucede dentro de la Laguna Ojo de Liebre.

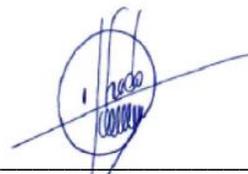
Palabras clave: Variabilidad temporal; distribución espacial; variabilidad ambiental; ordenamiento territorial; manejo de Áreas Naturales Protegidas.

ORCID ID: 0009-0006-7847-1234

Vo. Bo. Co-Directores de Tesis



Dr. Raúl Octavio Martínez Rincón



Dr. Alfredo Ortega Rubio

Summary

Socioecological studies allow understanding the integration and interaction of society, nature and a high diversity of natural resources (available) in the environment. The present study makes a review of the abundance and behavior of the gray whale within the Laguna Ojo de Liebre, in the West of Southern Baja California, together with a characterization of the productive activities and the context of the socioeconomic conditions of the main users located at Guerrero Negro. The objective of this study was to identify priority areas for the conservation of the whale considering the development of productive activities in Ojo de Liebre Lagoon. As part of the results, it was identified that temporal variations in whale abundances are mainly related to low frequency in environmental variability (PDO); with respect to the spatial distribution, whales exhibited a high preference for the areas where the main channel feeds the lagoon. Whale behavior was highly diverse throughout the lagoon; the priority zones for behavior related to reproduction and breeding are located in the central part of the lagoon. Regarding the productive activities, they take place mainly in areas near the mouth of the lagoon, with a varying seasonality according to the resource harvested; also, the commercial value and volume harvested varies according to each resource. Finally, with a participatory mapping exercise and monitoring of whale behavior throughout a year (???) we identified that the area near the mouth of the lagoon is a priority area for both the development of productive activities and for the gray whale. Hence, it is recommended to co-generate management strategies that focus on monitoring productive activities and the quality of the whale's habitat in this area. It was also observed that the central zone of the lagoon on the main channel is an important area for whales both in terms of abundance and different behaviors, as well as for the development of fishing and tourism activities, which is why it is considered a priority area for the implementation of gray whale conservation strategies. In order to generate these strategies aimed at sustainable development of Laguna Ojo de Liebre, a multidimensional vision must be considered, where social and economic development of the region must go hand in hand with conservation policies for species and ecosystems, thus the present study provides a baseline socio-ecological information on the status of the Laguna Ojo de Liebre.

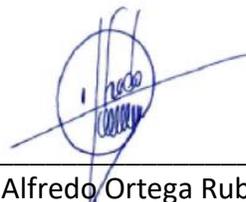
Keywords: Temporal variability; spatial distribution; environmental variability; land use planning; management of Natural Protected Areas.

ORCID ID: 0009-0006-7847-1234

Vo. Bo. Co-Directores de Tesis



Dr. Raúl Octavio Martínez Rincón



Dr. Alfredo Ortega Rubio

Dedicatoria

A mis hijos Roxy y Xaví, son lo más maravilloso del mundo.

"Cada pequeña cosa que haces realmente importa, y ayuda a construir el mundo en el que quieres vivir"

Agradecimientos

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) y a la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos, por aceptarme para desarrollarme académicamente en el programa de Doctorado.

Al Dr. Alfredo Ortega Rubio por aceptarme como su estudiante y permitirme aprender de él durante el desarrollo de mi tesis.

Al Dr. Raúl Octavio Martínez Rincón por aceptarme como su estudiante, por todo su apoyo, paciencia y todo lo que me ha permitido aprender de él tanto profesional como personalmente.

A mis Co-Tutores Dra. Tatiana Alexandra Acosta Pachón, Dra. Elisabeth Huber-Sannwald y Dr. Luis Felipe Beltrán Morales por sus comentarios, tiempo, paciencia y atención durante el proceso de mi proyecto de doctorado.

A la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación por la beca con número 354373 otorgada como apoyo económico durante la realización de los estudios de doctorado.

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas – SEMARNAT, quien a través de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno apoyo todas las actividades de campo y talleres realizados dentro de este proyecto de doctorado. Así como a todo su personal, quienes siempre me apoyaron con la mejor disposición y atención.

A la Cooperativa Gómez Z quienes apoyaron de manera activa las actividades de campo de este proyecto, siempre con muy buena disposición y atención.

A las personas de Guerrero Negro, quienes participaron de manera activa en los talleres y encuestas, y que me permitieron conocer un poco de su comunidad.

A mi familia, por su apoyo incondicional.

Contenido

| | |
|--|------------|
| Resumen | i |
| Summary | ii |
| Dedicatoria | iii |
| Agradecimientos | iv |
| Contenido | v |
| Lista de figuras | vii |
| Lista de tablas | ix |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Ecología y Biología de la Ballena Gris | 4 |
| 1.2 Conservación de la Ballena Gris en Laguna Ojo de Liebre | 7 |
| 2. ANTECEDENTES | 11 |
| 3. JUSTIFICACIÓN | 13 |
| 4. HIPÓTESIS | 14 |
| 5. OBJETIVOS | 15 |
| 5.1 Objetivo general | 15 |
| 5.2 Objetivos particulares..... | 15 |
| 6. MATERIAL Y MÉTODOS | 16 |
| 6.1 Área de Estudio..... | 16 |
| 6.2 Variación espacio-temporal de la ballena gris y preferencias ambientales..... | 19 |
| 6.3 Comportamiento de la ballena gris | 22 |
| 6.4 Distribución espacial de las actividades productivas | 25 |
| 6.4.1 Observaciones en campo..... | 25 |
| 6.4.1.1 Pesca..... | 26 |
| 6.4.1.2 Turismo..... | 26 |
| 6.4.1.3 Industrial | 26 |
| 6.4.2 Talleres sectoriales participativos “La Laguna Ojo de Liebre, su conservación y usos” | 27 |
| 6.5 Condiciones socioeconómicas de las actividades productivas | 28 |
| 6.5.1 Rezago educativo | 29 |
| 6.5.2 Carencia por servicios básicos de vivienda..... | 29 |
| 6.5.3 Carencia por calidad y espacios en la vivienda..... | 29 |
| 6.6 Prioridades de conservación de cada sector en la Laguna Ojo de Liebre | 31 |
| 6.7 Mapa integrativo de las áreas prioritarias para la conservación de la ballena gris | 34 |
| 7. RESULTADOS | 35 |
| 7.1 Variación espacio-temporal de la ballena gris | 35 |
| 7.2 Preferencias ambientales de la ballena gris | 38 |
| 7.3 Comportamiento de la ballena gris | 41 |
| 7.4 Análisis de las actividades productivas..... | 46 |
| 7.4.1 Observaciones en campo..... | 46 |
| 7.4.2 Talleres sectoriales..... | 47 |
| 7.5 Análisis de las condiciones socioeconómicas | 49 |
| 7.5.1 Indicadores de carencia | 50 |

| | |
|--|-----------|
| 7.5.1.1 Rezago educativo | 50 |
| 7.5.1.2 Carencia por servicios básicos de vivienda | 51 |
| 7.5.1.3 Carencia por calidad y espacios en la vivienda | 51 |
| 7.5.1.4 Disponibilidad de bienes y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) | 52 |
| 7.5.2 Índice de bienestar socioeconómico | 53 |
| 7.5.2.1 Umbral de ingreso | 53 |
| 7.5.2.2 Necesidades insatisfechas | 53 |
| 7.6 Desarrollo de las actividades productivas | 54 |
| 7.7 Prioridades de conservación de cada sector en la Laguna Ojo de Liebre | 57 |
| 7.8 Áreas prioritarias para la conservación de la ballena gris | 60 |
| 8. DISCUSIÓN..... | 63 |
| 8.1 Distribución espacio-temporal de la ballena gris dentro de la Laguna Ojo de Libre y su relación con variables ambientales | 63 |
| 8.2 Comportamiento de la ballena gris dentro de la Laguna Ojo de Libre | 65 |
| 8.3 Actividades productivas en la Laguna Ojo de Libre | 68 |
| 8.4 Condiciones socioeconómicas y sociedad en torno a la Laguna Ojo de Liebre | 71 |
| 8.5 Áreas prioritarias para la Conservación de la Ballena Gris..... | 73 |
| 9. CONCLUSIONES..... | 77 |
| 10. LITERATURA CITADA | 80 |
| 11. ANEXOS..... | 84 |
| Anexo 1. Encuestas por sector | 84 |
| Anexo 2. Invitación para taller | 97 |
| Anexo 3. Calendario de talleres..... | 98 |
| Anexo 4. Programa de los talleres..... | 99 |
| Anexo 5. Mapas mentales difusos obtenidos en los talleres participativos con cada sector .. | 100 |
| Anexo 6. Artículo Publicado. - The role of the environment at the local and large-scale levels on the abundance of gray whales (<i>Eschrichtius robustus</i>) in Baja California. | 106 |
| Anexo 7. Artículo Sometido. - Behavior of the gray whale (<i>Eschrichtius robustus</i>) during its wintering season in a lagoon of Baja California península..... | 114 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ballena gris (<i>Eschrichtius robustus</i>) en Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México. Autor: Fabiola D. Molina Carrasco | 5 |
| Figura 2. Línea del tiempo de la explotación y conservación de ballena gris en México. Elaboración propia. | 9 |
| Figura 3. Ubicación de la Laguna Ojo de Liebre en la Reserva de la Biósfera de El Vizcaíno, Baja California Sur. | 16 |
| Figura 4. Vegetación de marisma Batis marítima, en la Laguna Ojo de Liebre. Autor: Fabiola D. Molina Carrasco | 17 |
| Figura 5. Zonas en las que la CONANP ha dividido la Laguna Ojo de Liebre desde 1998 para realizar los censos de la ballena gris a lo largo de la trayectoria de dos transectos de 45 km. | 20 |
| Figura 6. Distribución de los participantes del censo sobre la embarcación al momento de la toma de datos. Elaboración propia. | 21 |
| Figura 7. Interacción entre el uso de hábitat por parte de la ballena gris y el desarrollo de actividades productivas, en este caso pesca..... | 26 |
| Figura 8. Participación dentro de los talleres para ubicar las principales zonas de cada sector. . | 28 |
| Figura 9. Lluvia de ideas o conceptos clave en torno a “Laguna Ojo de Liebre” durante uno de los talleres sectoriales participativos..... | 32 |
| Figura 10. Relación de conceptos para la formación de un mapa cognitivo dentro de uno de los talleres sectoriales participativos..... | 32 |
| Figura 11. Modelo de mapa cognitivo digitalizado generado con el programa Mental Modeler | 33 |
| Figura 12. Abundancia de ballenas en la Laguna Ojo de Liebre de 1998 a 2022 | 35 |
| Figura 13. Abundancia estacional de ballenas grises por categoría. Puntos = valores extremos; líneas verticales = mínimo y tercer cuartil + 1.5 * rango intercuartílico; caja = primer y tercer cuartil; línea horizontal = mediana. | 36 |
| Figura 14. Abundancia de ballenas grises por zona en la Laguna Ojo de Liebre. Se muestran los intervalos de confianza al 95% y categoría. Puntos = valores extremos; líneas verticales = mínimo y tercer cuartil + 1.5 * rango intercuartílico; caja = primer y tercer cuartil; línea horizontal = mediana..... | 37 |
| Figura 15. Variación temporal de la abundancia de ballenas por zona en la Laguna Ojo de Liebre durante el periodo 1998-2021y categoría. | 38 |
| Figura 16. Indicadores de parámetros ambientales (PDO, ONI, SST y Clorofila-a) a través del tiempo (1998 a 2021). | 39 |
| Figura 17. Efectos parciales del modelo GAM aplicado a las abundancias de la ballena gris en la Laguna Ojo de Liebre.por categoría: a) Madres con crías; b) Ballenas solas; c) Total de ballenas. Los contornos (isolíneas) muestran la interacción entre SST y Chla, los triángulos muestran los valores de estas variables en presencia de las ballenas. Las líneas continuas muestran la función suavizante (thin plate regression splines), las líneas punteadas el intervalo de confianza (2 veces el error estándar arriba o debajo del suavizado), las líneas horizontales los promedios de cada nivel de las variables categóricas (mes y zona). Todas las figuras están en la escala del predictor lineal. | 40 |
| Figura 18. Comportamientos utilizados en cada zona..... | 42 |

| | |
|---|----|
| Figura 19. Frecuencia y distribución espacial de cada comportamiento registrado de ballena gris en laguna Ojo de Liebre durante la temporada 2021. | 45 |
| Figura 20. Distribución espacial y frecuencia de las embarcaciones que realizan alguna actividad productiva dentro de la Laguna Ojo de Liebre durante la temporada 2021 y 2022 | 47 |
| Figura 21. Distribución espacial de las actividades productivas dentro de la Laguna Ojo de Liebre. Producto de cartografía de los talleres participativos con los diferentes sectores (gobierno, turismo, pesca y acuacultura). | 48 |
| Figura 22. Ubicación de las áreas de importancia para la conservación de las principales especies dentro de la Laguna Ojo de Liebre por zona. Producto cartográfico de de los talleres participativos con los diferentes sectores (gobierno, turismo, pesca y acuacultura). | 49 |
| Figura 23. Edad de las personas que respondieron las encuestas por sector. | 50 |
| Figura 24. Nivel educativo por sector considerado en Guerrero Negro..... | 51 |
| Figura 25. Disponibilidad de bienes y TIC en Guerrero Negro..... | 52 |
| Figura 26. Producción promedio mensual de los principales recursos aprovechados en la Laguna Ojo de Liebre. | 56 |
| Figura 27. Distribución espacial de las actividades productivas y las áreas de importancia para la ballena gris dentro de la Laguna Ojo de Liebre..... | 61 |
| Figura 28. Áreas Prioritarias para la conservación de la Ballena Gris en la Laguna Ojo de Liebre | 62 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Patrones de comportamiento de la ballena gris. Adaptado de Mosig (1998)..... | 22 |
| Tabla 2. Número de encuestas por sector | 28 |
| Tabla 3. Porcentaje de necesidades insatisfechas por sector | 54 |
| Tabla 4. Temporalidad de las actividades productivas en la Laguna Ojo de Liebre de acuerdo con la información del sector pesquero, acuícola y turístico. | 55 |
| Tabla 5. Valor a la venta por kilogramo de los principales recursos aprovechados en la Laguna Ojo de Liebre de acuerdo con la información de las encuestas con el sector pequeño y acuícola | 56 |
| Tabla 6. Estructura de los mapas cognitivos difusos por sector | 58 |
| Tabla 7. Componentes de los mapas cognitivos por sector | 58 |

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo sustentable propone un equilibrio intergeneracional de recursos entre el aprovechamiento y la conservación en tiempo presente (Segrado-Pavón *et al.*, 2017), de no respetarse dicho equilibrio se genera una tendencia a sobrepasar los límites establecidos por la capacidad de carga de los ecosistemas y conlleva a un colapso o declive en las poblaciones que lo integran. De esta forma, diversos autores (Viñals *et al.*, 2016; Silvestri *et al.*, 2013; Segrado-Pavón *et al.*, 2017) indican que el aprovechamiento de los ecosistemas debe planificarse con base en tres componentes principales: a) capacidad ecológica, b) capacidad de infraestructura y facilidades y c) capacidad de organización y gestión. Tanto los estudios sociales como los ecológicos tienen sus orígenes en diferentes pensadores griegos, tales como Sócrates, Platón, Aristóteles, entre otros quienes visualizaban la relación entre el desarrollo de la sociedad y su entorno, sin embargo, con el paso del tiempo, se fueron derivando dos líneas separadas de investigación, la mayoría de los estudios de sociología enfocaban su atención en las interacciones sociales, mientras que los estudios ecológicos se centraban en el medio ambiente (Lezama, 2004; Camargo, 2008; Cruz-Petit, 2014; González, 2015). Eventualmente la ecología se fue desarrollando hacia dos ramas principales, la autoecología y la sinecología (Solares-Castillo, 2007). La autoecología se enfoca en la ecología de las especies o individuos, mientras que la sinecología, se considera la ciencia que está enfocada en las relaciones entre las comunidades biológicas y entre los diferentes ecosistemas de la tierra (Solares-Castillo, 2007). Sin embargo, los estudios medioambientales omitían las relaciones entre las comunidades biológicas y las antropogénicas o humanas (Gerrido *et al.*, 2007). Por otro lado, la sociología se ha centrado en el estudio de lo que ocurre o ha ocurrido en la sociedad y las interacciones dentro de las comunidades urbanas (Cruz-Petit, 2014; González, 2015).

Los estudios socioecológicos permiten comprender la integración e interacción de la sociedad y la naturaleza (Garrido-Peña *et al.* 2007, Cruz-Petit, 2014). En este sentido, los estudios enfocados en el desarrollo de estrategias de conservación y manejo indican que gran parte de los problemas ambientales que se tiene actualmente cuestionan sistemas complejos que requieren enfoques integrales y alternativos que consideren el manejo, es decir, un poder y responsabilidad compartida entre los gobiernos y las personas locales. (Folke *et al.*, 2002; Berkes y Turner, 2005).

Se ha considerado que el humano ha provocado con alteraciones que conllevan cambios significativos en el planeta, como se ha observado en el cambio climático, incremento de la desertificación, desaparición de especies y ecosistemas, contaminación de mares, deshielo de los polos, etc. (González, 2015); asimismo, se ha sugerido que los humanos que viven cerca de su ambiente pueden observar, identificar y reaccionar de acuerdo con las variaciones en la disponibilidad de los recursos, así como a las relaciones ecológicas y respuestas biológicas del ambiente hacia circunstancias particulares (Berkes y Turner, 2005), se puede decir que los humanos que tienen una mayor interacción directa con la naturaleza tienen una mayor conciencia sobre su entorno y con ello generar estrategias de resiliencia. En este sentido, el conocimiento sobre la interacción entre la sociedad y el ecosistema que le rodea resulta de particular interés para el desarrollo sustentable de la sociedad en general.

El desarrollo del espacio físico o territorio donde se asientan las sociedades humanas se debe concebir desde una perspectiva sistémica es decir multidimensional y multifuncional, porque cuenta con características distintivas a nivel económico, técnico, social, físico, político y espacial requiriendo una planeación y un ordenamiento territorial particular (Geneletti y van Duren, 2008; Wong-González, 2010). Adicionalmente, los territorios cuentan con atributos que forman parte del bien común, tales como el mantenimiento de la calidad de las aguas, del aire, de los suelos y de la diversidad de las especies biológicas y sus hábitats, para los futuros habitantes, sin discriminar su condición social y económica (Romero *et al.*, 2004). Estos atributos “comunes” no sólo se limitan al conjunto de recursos y bienes productivos, sino consideran una compleja red de servicios ambientales, cuyo valor integral es difícil de establecer, pero cuyo conjunto constituye el sistema existente en el territorio (Romero *et al.*, 2004). La naturaleza brinda los cimientos para el desarrollo y salud humana en todas sus dimensiones, así como los aspectos inmateriales relacionados con la calidad de vida (inspiración, aprendizaje, experiencias físicas, psicológicas y de identidad cultural) (IPBES, 2019), es por ello la importancia de que la sociedad incorpore el valor de las contribuciones de la naturaleza a las personas, esto generará cambios en la gobernanza y prácticas con las que se desarrollan las diferentes actividades. En este sentido, existen organismos nacionales que también han promovido estrategias de ordenamiento más

sostenibles e introducido reglamentos y medidas normativas para mantener las contribuciones de la naturaleza a las personas (IPBES, 2019).

Los ordenamientos ecológicos y territoriales deben tener una estructura flexible, toda vez que, en cuestiones territoriales, para definir límites regionales indicados es necesario considerar que los problemas ambientales no respetan las fronteras político-administrativas y en cuestiones funcionales, debe adaptarse a la complejidad y volatilidad de los procesos ecológicos, económicos y sociales (Wong-González, 2010).

En México, se comienza la generación de esquemas de ordenamiento con un enfoque ecosistémico establecido, donde los aspectos sociales y económicos se puedan incorporar integrando la heterogeneidad ambiental (González-Ocampo *et al.*, 2014). Sin embargo, la exclusión de actividades y el uso reducido o restringido de ciertas áreas también implican gran complejidad, aunque dichas áreas ya tengan restricciones de uso, por lo que, en general, se asume que la zonificación puede reducir, pero no eliminar, los conflictos creados por el uso de los recursos naturales (Manning, 1999).

Mediante la zonificación es posible aproximar un área al desarrollo sustentable toda vez que al confinar ciertas actividades a sitios que pueden soportarlas, se excluyen las actividades incompatibles con el área que se pretende conservar, de modo que las actividades productivas que se llevan a cabo dentro del área pueden ser mejor diseñadas y controladas (Geneletti y van Duren, 2008; Segrado-Pavón *et al.*, 2010). Las acciones de manejo y planeación también están influenciadas por el tipo y cantidad de información disponible, tamaño del área, legislación aplicable, así como la posibilidad de colecta de nuevos datos; por ello la zonificación u ordenamiento de un área debe ser desde una perspectiva multivariable (Geneletti y van Duren, 2008; Nyeko, 2012).

1.1 Ecología y Biología de la Ballena Gris

La ballena gris (*Eschrichtius robustus*; Fig. 1) es la única especie perteneciente a la familia Eschrichtiidae en el mundo (Calambokidis y Baird, 1994). Existen dos poblaciones que se distribuyen en el Pacífico Norte, la oriental o americana y la occidental o asiática (Swartz *et al.*, 2006; Soto y Wiles, 2020). La población asiática se distribuye a lo largo de la costa asiática en la Península Koreana y las costas de Japón, su población se estima en 100 individuos (Swartz *et al.*, 2006). La población oriental o americana realiza migraciones desde los mares árticos hasta la península de Baja California con fines de reproducción y crianza (Urbán, 2000). Existen estudios que indican un traslape en los intervalos de distribución de ambas poblaciones (Weller *et al.*, 2012; Mate *et al.*, 2015; Weller *et al.*, 2016; Swartz *et al.*, 2023), pero no hay evidencia de mezcla genética entre ambas poblaciones (Swartz *et al.*, 2023). Esta especie realiza la migración de mamíferos marinos más larga conocida, llegando a recorrer de 15,000 a 20,000 km, desde sus sitios de alimentación en la costa de Chukchi, Rusia, hasta sus zonas de reproducción en la costa occidental de la Península de Baja California, México (Rice y Wolman, 1971; Urban, 2000). En 2015 se documentó el viaje de migración más largo, en donde una hembra recorrió 22,511 km desde la Isla Sakhalin en Rusia hasta las costas de Baja California Sur, México (Sato y Wiles, 2020). Dentro de la península de Baja California, la Laguna Ojo de Liebre es uno de los lugares con mayor concentración de individuos de esta especie (Urbán *et al.*, 2003), puede llegar a albergar hasta 2,721 ballenas en una sola temporada (Molina-Carrasco *et al.*, 2024).



Figura 1. Ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, México. Autor: Fabiola D. Molina Carrasco

La ruta migratoria inicia a finales de noviembre, las ballenas siguen la línea de costa desde los mares de Bering, Chukchi y Beaufort, donde se alimentan durante el verano, hasta la costa occidental de la Península de Baja California y Golfo de California, para realizar actividades reproductivas de diciembre a abril, con un pico de abundancia a mediados de febrero (Rice y Wolman, 1971; Urban, 2000). Durante este tiempo, las ballenas se concentran en áreas cercanas a la costa, mejorando las oportunidades de encontrar pareja (Swartz *et al.*, 2006). El viaje que realizan las ballenas durante la migración al sur está segregado por edad, sexo y estatus reproductivo; el primer pulso lo lideran las hembras gestantes casi a término, seguido de las hembras en estro o celo y los machos maduros, y la última fase incluye animales inmaduros de ambos sexos (Rice y Wolman, 1971; Swartz *et al.*, 2006; Soto y Wiles, 2020). La ocurrencia estacional de estas ballenas en los sitios de invernación se relaciona con diferentes circunstancias, el escape de las condiciones ambientales extremas en las zonas al norte de su distribución, la disminución en la probabilidad de riesgo de depredación de las crías al nacer, la crianza exitosa y alta supervivencia de las crías, la supervivencia a la migración derivada del tiempo que tuvieron

las ballenas para alimentarse en los sitios del norte, el cual a su vez está afectado por los parámetros ambientales, inicio del invierno, surgencias y la extensión de la cobertura del hielo en el Ártico (Swartz et al., 2006, Bluhm et al., 2007; Jones and Swart, 2009; Weller et al., 2018, Black et al., 2023; Swartz et al., 2023).

Las hembras dan a luz una vez cada dos años generalmente a una cría, aunque se registró el caso único el 06 de enero de 2014 en Laguna Ojo de Liebre, donde se identificó un ballenato siamés ambas hembras (CONANP, 2014). El periodo de gestación es de 12 a 13 meses. Se considera que la madurez sexual se alcanza aproximadamente a los nueve años para los machos y seis años para las hembras (Rice *et al.*, 1984; Urban, 2000). Las hembras llegan al estro aproximadamente durante un período de tres semanas a finales de noviembre e inicios de diciembre. La época de alumbramientos va de fines de diciembre a principios de febrero (Rice *et al.*, 1984).

En 2023, el tamaño de la población total de esta especie fue estimada en 14,526 individuos (Eguchi et al., 2023), se ha tenido un declive en el estimado poblacional de 46% de 2016 a 2023, en 2016 la población estaba estimada en 26,960 individuos, estos cambios en el tamaño poblacional se relacionan con los eventos de mortalidad inusual registrados por la NOAA de 2019 a 2023 (Eguchi et al., 2023). Durante estos eventos de mortalidad inusual se han observado organismos varados a lo largo de la línea de costa de su ruta migratoria, los cuales se encontraban con baja masa muscular y en condiciones de desnutrición (Christiansen *et al.*, 2021; Raverty *et al.*, 2024).

Se considera que las zonas de mayor importancia para su alimentación se localizan al norte de su distribución, mientras que el sur es para su reproducción (Urban *et al.*, 2003; Swartz et al., 2006), sin embargo, se tienen registros de ballenas alimentándose en sus áreas de reproducción, particularmente en Laguna Ojo de Liebre (Villa-Ramirez *et al.*, 1981; Caraveo, 2004; Lagerquist, 2019) si bien este comportamiento ha sido poco observado y estudiado, puede aportar nutrientes importantes para la supervivencia de las ballenas a lo largo de su ruta migratoria (Caraveo, 2004).

En general, el comportamiento de las ballenas se ha estudiado ampliamente en sus zonas de alimentación (Mallone, 1989; Stelle *et al.*, 2008; Gailey *et al.*, 2022), mientras que en sus zonas de invernación se han enfocado las investigaciones a la reproducción (Swartz *et al.*, 2006; Martínez, 2016; Swartz *et al.*, 2023), fidelidad a los sitios de reproducción (Ann Clare, 2011; Martínez, 2016; Bröker *et al.*, 2020) y al ecoturismo de observación de ballenas (Mosig, 1998; Heakel, 2001; Gomez-Gallardo *et al.*, 2016). Sin embargo, se cuentan con escasos estudios sobre una descripción del comportamiento general de las ballenas en sus sitios de invernación y el uso del hábitat.

La recuperación de la población de ballena gris del Pacífico Norte, se ha logrado gracias a su protección dentro de toda su ruta migratoria, pero particularmente en sus zonas de reproducción, sin embargo, es ahí donde usualmente se realizan actividades de avistamiento, mismas que pueden modificar sus patrones de comportamiento (Mosgi, 1998). En Laguna Ojo de Liebre, la actividad ecoturística de observación de ballenas es una de las principales fuentes de ingreso para la región (CONANP, 2000; Gómez Gallardo *et al.*, 2016). Es por esto, que es fundamental entender lo que sucede en sus zonas de reproducción y generar herramientas de manejo que minimicen el impacto negativo de las actividades que convergen con la ballena gris, ya que esta etapa es crucial para la supervivencia de esta especie.

1.2 Conservación de la Ballena Gris en Laguna Ojo de Liebre

En México, particularmente en la Laguna Ojo de Liebre, la cacería de ballena gris comenzó a principios del siglo XVIII y duró hasta principios del XX (Rice *et al.* 1984; Gómez-Cavazos, 2021). En Ojo de Liebre se tiene registro de 36 cruceros de 1854 hasta 1865 con los que se considera se llevó a cabo una cacería de 553 ballenas, pero probablemente fueron cazadas más de 600, mientras que entre 1865 a 1874 se mataron aproximadamente 650 ballenas (Rice *et al.*, 1984, Urban *et al.* 2003). Posteriormente hubo un declive en la población de esta especie y en la década de los treinta se comenzaron los esfuerzos de conservación para su recuperación (Gómez Gallardo *et al.*, 2016). Particularmente, en 1933 México reconoció la Convención de Ginebra para la Protección de las Ballenas y dio su aprobación al Acuerdo internacional para la regulación de la

caza de ballenas en 1938 (Urbán, 2000). Hacia 1949, México se convirtió en miembro activo de la Comisión Ballenera Internacional, esta Comisión es el organismo internacional encargado de la conservación de las ballenas y la gestión de la caza de las mimas, además de promover la recuperación de las poblaciones de ballenas considerando los problemas específicos de cada población (CONANP, 2000; IWC, 2021).

En enero de 1972, el presidente Luis Echeverría Álvarez firma una Ley que establece a la Laguna Ojo de Liebre como un Refugio de Ballenas, el primero de su tipo en el mundo (DOF, 1972). En 1988, el presidente Miguel de la Madrid Hurtado firmó el decreto de creación de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno dentro del marco de El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) establecido en 1984 (DOF, 1988; CONANP, 2000). En 1989, la Sociedad Mexicana para el Estudio de los Mamíferos Marinos A.C., propuso un Programa Nacional de Investigación de los Mamíferos Marinos, donde se incluye el estudio integral de la ballena gris y su entorno, como una de las prioridades nacionales (Urbán, 2000).

Finalmente, en 1993 las porciones de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, correspondientes a las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio fueron agregadas a la Lista de sitios Patrimonio Mundial Natural de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO; Urbán et al., 2003). En 1996, se emite la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-074-ECOL-1996 la cual reguló las actividades turísticas de observación de ballenas en las lagunas y bahías de la península de Baja California (CONANP, 2000). Estas acciones de conservación de sus sitios de reproducción en México se han visto reflejadas en una recuperación de la población de ballena gris (Stewart y Weller, 2021; Urbán, 2000). En 2020, la población se estimó en 20,580 individuos, número similar al que se presentaba antes de la explotación comercial (Stewart y Weller, 2021).



Figura 2. Línea del tiempo de la explotación y conservación de ballena gris en México. Elaboración propia.

Actualmente, la sociedad que gira en torno a la Laguna Ojo de Liebre realiza actividades de diferentes rubros dentro de la laguna, perteneciendo particularmente al poblado aldeaño

Guerrero Negro. La historia del poblado nace a partir de la cacería de ballenas, a principios del siglo XVIII se encontraban barcos balleneros de diferentes nacionalidades que llegaban a la laguna a extraer las ballenas que llegaban a reproducirse a la zona (Urban, 2000; Gómez-Carvazos, 2021). Gómez-Carvazos (2021) indica la existencia de notas que mencionan que el nombre de Guerrero Negro proviene de un barco norteamericano llamado Black Warrior, el cual navegó principalmente por el océano indico y pacífico hasta llegar a Baja California, específicamente a la Bahía Sebastián Vizcaíno para cazar ballenas, así en 1858 se hundió debido a cuestiones climáticas y duró varias décadas a la entrada de la Bahía, como señal de peligro debido a las fuertes corrientes a la entrada de la Bahía.

Posteriormente, la industria de sal se detona con el colapso de la cacería de ballenas, el poblado comenzó a crecer a partir de pequeños campamentos de trabajadores y conforme fue aumentando la producción de sal en la zona, aumentó la infraestructura (Busto, 2015, Gómez-Carvazos, 2021). Aunque el comercio, la pesca y el ecoturismo son actividades que se practican actualmente en la región de Guerrero Negro, la producción de sal marina a cielo abierto es la actividad principal en la región, de la cual depende en gran medida tanto el poblado de Guerrero Negro como comunidades ejidales aledañas (Luna-Guerrero et al., 2015).

Tanto el poblado Guerrero Negro como la Laguna Ojo de Liebre, forman parte de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno; la generación de estrategias de manejo dentro de un área protegida o con fines de conservación debe considerar diferentes variables que se encuentran en interacción dentro del territorio, así como los posibles conflictos que se están o se pueden llegar a suscitar dentro de la zona derivado del uso, aprovechamiento o apropiación de los recursos del lugar y a la par debe considerar los objetivos de conservación (Romero *et al.*, 2004; Geneletti y van Duren, 2008). Así, como parte de estas estrategias se han desarrollado diferentes esquemas de zonificación u ordenamiento territorial con fines de manejo de las áreas y desarrollo de políticas para el desarrollo de los territorios a nivel local, regional, nacional e internacional (Geneletti y van Duren, 2008; Wong-González, 2010), sin existir aun un plan de manejo que incluya tanto el componente antrópico dado con las actividades socioeconómicas en la laguna como la conservación de la población de ballena gris.

2. ANTECEDENTES

Se han realizado diversos estudios con relación a la ecología de la ballena gris dentro de sus sitios de invernación, particularmente para la Laguna Ojo de Liebre, los primeros censos fueron los efectuados por Gilmore (1960), en donde se determinan las frecuencias de ballenas observadas de acuerdo con la cantidad de ballenas, consideró grupos de ballenas de 2, 3 o más ballenas y ballenas solas. Posteriormente, Henderson (1972) y Spencer (1973) realizaron estudios de abundancia y distribución de las ballenas a través de censos en embarcaciones. Alvarado *et al.* (1986), realizaron censos desde embarcaciones y efectuaron un análisis de las características ambientales, tratando de relacionarlas con la abundancia y distribución de las ballenas en esta laguna. En 2003, Urbán *et al.* realizaron una revisión de la población de ballena gris en sus zonas de invernación en las costas de México, en esta revisión se consideró información desde la década de los setenta; en este trabajo se consideró la cacería de ballenas, desde la interacción entre los humanos y las ballenas. Más adelante, Swatz *et al.* (2006) realizaron un estudio de la ecología y estructura de la población de ballena gris, así como de su comportamiento reproductivo en el Pacífico Norte en donde se incluye la Laguna Ojo de Liebre. Swartz *et al.* (2023) realizaron una revisión con información completa sobre la reproducción de la ballena gris, donde se concentra gran parte de la información generada hasta el momento sobre la ballena gris, su comportamiento y estrategias sociales.

Respecto a los aspectos sociales, Castellanos y Mendoza (1991) describen los aspectos socioeconómicos de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno e indican que el 48% de la población se encontraba concentrada en dos localidades principales: Santa Rosalía y Guerrero Negro, así mismo se mencionan algunas consideraciones sobre el desarrollo y consecuencias sobre los recursos de la región. Posteriormente, Ortega-Rubio y Castellanos-Vera (1995) publicaron una estrategia para el manejo de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno que consideró aspectos tanto ambientales como sociales de las comunidades que la habitan. Soares *et al.* (2005) realizaron un análisis en cuestión de género dentro de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno y su relación con el ambiente, el mar y el desierto. Luna-Guerrero *et al.* (2015), desde la perspectiva de la economía, retoma los estudios sociales en Guerrero Negro con relación a la salinera Exportadora de Sal.

Asimismo, Gómez-Cavazos (2021) realizó una revisión del surgimiento de la comunidad de minería de sal en Guerrero Negro.

3. JUSTIFICACIÓN

La Laguna Ojo de Liebre es una de las lagunas más productivas de México, desde una perspectiva tanto social como ambiental. Esta laguna se declaró Patrimonio de la Humanidad de acuerdo con la UNESCO, además forma parte de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno y cuenta con diversas designaciones en pro de la conservación de las especies que la habitan, a nivel nacional e internacional. Por lo que, la generación de estrategias y herramientas de manejo encaminadas hacia un desarrollo sustentable de la región, resultan de particular interés para realizar una toma de decisiones de una manera más consciente. Sobre todo, que consideren a la sociedad creciente de la comunidad de Guerrero Negro, quienes representan los principales usuarios de la laguna.

Se considera que el comportamiento las ballenas pueden estar afectadas por la presencia de actividades antropogénicas, dentro de la Laguna Ojo de Liebre se llevan a cabo diferentes actividades productivas correspondientes a los rubros de minería, pesca, acuicultura y turismo. que se llevan a cabo dentro de la laguna Ojo de Liebre en la temporada de invierno (diciembre-abril). Aunado a esto, con el crecimiento poblacional de la comunidad de Guerrero Negro, se considera que la contaminación y degradación ambiental de la laguna Ojo de Liebre puede afectar el desarrollo reproductivo de las ballenas durante su estancia en esta laguna.

Así, el presente proyecto pretende hacer una integración de la biología y ecología de una de las especies más emblemáticas de la región, la ballena gris (*Eschritius robustus*), así como de las actividades productivas que se desarrollan en la zona, desde una perspectiva social, para la identificación de áreas prioritarias para la conservación de la ballena gris en Laguna Ojo de Liebre.

4. HIPÓTESIS

La interacción entre las actividades productivas que desarrolla la sociedad de Guerrero Negro y la llegada de la ballena gris en la Laguna Ojo de Liebre puede afectar a las ballenas durante su etapa reproductiva.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Identificar las áreas prioritarias para la conservación de la ballena considerando la biología de la especie y el desarrollo de actividades productivas en la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur.

5.2 Objetivos particulares

1. Identificar los patrones de distribución espaciotemporal y comportamiento de la ballena gris con respecto a variables ambientales.
2. Caracterizar la distribución espacial de las actividades productivas.
3. Evaluar y describir las condiciones socioeconómicas en las que se desarrollan las actividades productivas.
4. Identificar las prioridades de conservación para cada sector social que hace uso de la Laguna Ojo de Liebre
5. Identificar de manera gráfica las áreas prioritarias para la conservación de la ballena gris basado en la biología de la especie y las actividades productivas.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Área de Estudio

La Laguna Ojo de Liebre se localiza en la parte media occidental de la península de Baja California, forma parte de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (Fig. 3) y cuenta con una superficie de 57,100 ha (Lluch-Cota et al., 1993; Carabias et al., 2000). En la parte sureste de la Laguna Ojo de Liebre se encuentra la Exportadora de Sal S.A. de C.V. (en adelante ESSA), la cual se dedica a la explotación de sal marina a cielo abierto por el método de evaporación solar de agua de mar (Luna-Guerrero *et al.*, 2015).

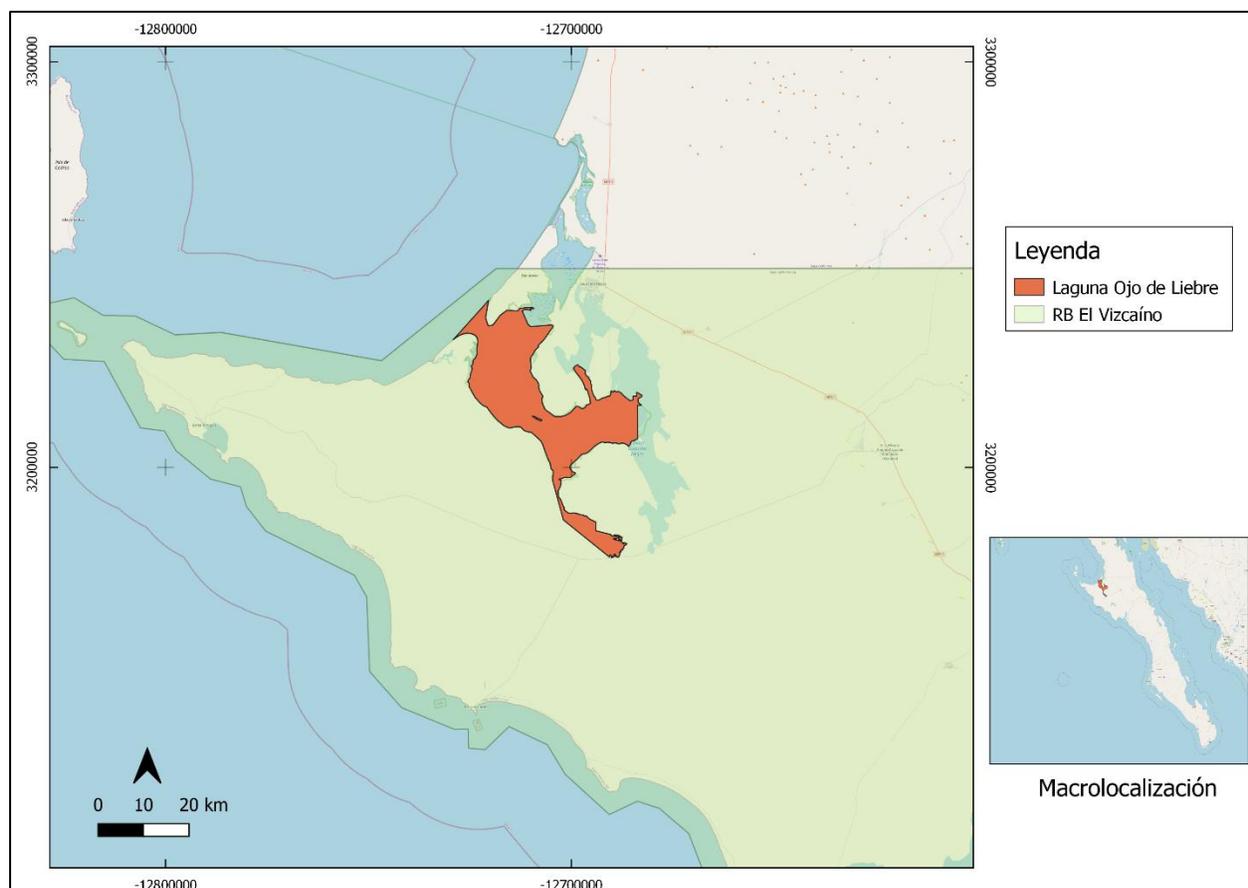


Figura 3. Ubicación de la Laguna Ojo de Liebre en la Reserva de la Biósfera de El Vizcaíno, Baja California Sur.

Esta laguna presenta profundidades máximas de 30 m, en ella se localizan barreras arenosas de batimetría variable, la cual es modificada por procesos costeros, los movimientos del agua son

generados básicamente por corrientes de marea y son altos en sus canales y bocas y reducidos en los bajos y bancos de arena (De la Cruz-Agüero *et al.*, 1996, Riosmena-Rodríguez, 2016). Su hidrodinámica está determinada por los cambios en el nivel de marea, los cuales varían entre 1 y 1.5 m; debido a la batimetría irregular y a su tamaño la laguna presenta un desfase de mareas de hasta tres horas, entre la boca y la parte final de la misma (Álvarez y Granados, 1992).

Laguna Ojo de Liebre presenta grandes praderas de *Zostera marina* principalmente en la zona submareal y en la zona intermareal se encuentran praderas mixtas de *Z. marina* y *Ruppia maritima*, asociadas a una amplia variedad de macroalgas, principalmente *Ulva lactuca* y otras plantas típicas de marismas de clima cálido tales como *Spartina foliosa* (Cabello-Pasini *et al.*, 2003; Cabello-Pasini *et al.*, 2004; Ward *et al.*, 2005; Riosmena-Rodríguez, 2016). En la zona supramareal se presentan otras plantas halófitas como *Batis maritima*, *Limonium californicum*, *Salicornia pacifica* y *Suaeda maquinii* (Ward *et al.*, 2004; Santamaría-Gallegos *et al.*, 2007).



Figura 4. Vegetación de marisma *Batis marítima*, en la Laguna Ojo de Liebre. Autor: Fabiola D. Molina Carrasco

El clima predominante de la zona es seco semiárido con una temperatura media anual que oscila entre los 15 y 26°C, con lluvias en invierno que sólo ocasionalmente rebasan los 100 mm anuales

(Salinas-Zavala et al., 1991; Cabello-Pasini et al., 2003). Es una zona de alta incidencia solar y con presencia de vientos constantes del noroeste durante gran parte del año, lo que provoca una elevada evaporación. La vegetación terrestre está conformada por matorral xerófilo y en general es baja y dispersa (Rzedowsky, 1978).

Aledaño a la Laguna Ojo de Liebre se localiza el poblado de Guerrero Negro, el cual cuenta con una superficie de 722.56 ha. De acuerdo con datos de 2010 se contaba con una población de 4,152 habitantes (INEGI, 2010), sin embargo, para 2020 la población total de Guerrero Negro ascendió a 13,596 habitantes (INEGI, 2020), es decir, la población de la localidad aumentó 327% en 10 años. Sin embargo, en estos la proporción de sexos se ha mantenido de manera similar, en 2010, 49.4% de la población eran hombres y 50.6% eran mujeres y para 2020 el 49.7% de la población eran hombres y 50.3% eran mujeres (INEGI, 2010; INEGI, 2020).

Actualmente, Guerrero Negro cuenta con 5,416 viviendas de las cuales 4,290 están habitadas, 891 están deshabitadas y 235 están en uso temporal por parte de la población flotante de la localidad (INEGI, 2020). Con relación a las características educativas, de la población de 15 años y más, 152 personas son analfabetas, 258 no cuentan con ningún nivel de escolaridad, 1059 cuentan con primaria completa, 2611 con secundaria completa y de la población de 18 años o más, 4818 cuentan con educación en niveles superiores a la educación básica. El grado promedio de escolaridad en la localidad es de 10.22 años, es decir, preparatoria trunca (INEGI, 2020).

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), Guerrero Negro se encuentra en un grado de rezago social Muy Bajo (INEGI, 2016). La economía de Guerrero Negro está centrada en la producción de sal por parte de la empresa Exportadora de Sal S.A. de C.V. Hasta 2017, Guerrero Negro, contaba con 773 unidades económicas, es decir, establecimientos, empresas, hogares y personas físicas asentados en un lugar de manera permanente y delimitado por construcciones e instalaciones fijas, en donde se llevan a cabo procesos productivos, de comercialización o de servicios, dentro de un área delimitada (INEGI, 2017). La pesquería, el ecoturismo y la acuicultura, son parte de la diversificación de actividades

productivas que sucede en Guerrero Negro. La actividad pesquera está centrada en almeja chocolate (*Megapitaria squalida*), callo de hacha (*Pinna rugosa*), conchaespina (*Spondylus crassisquama*), langosta (*Panulirus* spp.), jaiba (*Callinectes* spp.), pulpo (*Octopus* spp.), tiburón y escama (lenguado, cabrilla, corvina, lisa; PNUD México y CONANP 2019); mientas que la actividad acuícola se enfoca únicamente en la producción de ostión japonés (*Crastrossea gigas*). Por otro lado, el ecoturismo concierne a la observación de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) durante la temporada invernal, ya que esta especie migra hacia la Laguna Ojo de Liebre para su reproducción; esta actividad representa una de las mayores entradas de divisas para la población local (CONANP, 2000; PNUD México y CONANP, 2019).

6.2 Variación espacio-temporal de la ballena gris y preferencias ambientales

Para observar cambios en la distribución espacial de las ballenas a lo largo del tiempo, se analizaron los datos de censos de la especie registrados por zonas del periodo 1998-2022. Dichos censos están a cargo de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (CONANP) y se realizan de manera sistemática año con año como parte de sus actividades de monitoreo. Los censos se llevan a cabo desde dos embarcaciones menores, se recorren dos transectos trazados en líneas imaginarias sobre los canales principales al mismo tiempo (Fig. 5). El recorrido inicia en la boca de la laguna hacia la porción interna a una velocidad de 10km/h. Al momento de realizar los censos, se divide la laguna en seis zonas preestablecidas por la CONANP desde el inicio del monitoreo de ballena en 1998. Dicha división se realizó con base en puntos de referencia geográfica y tratando de buscar la geometría durante la toma de datos (Fig. 5).

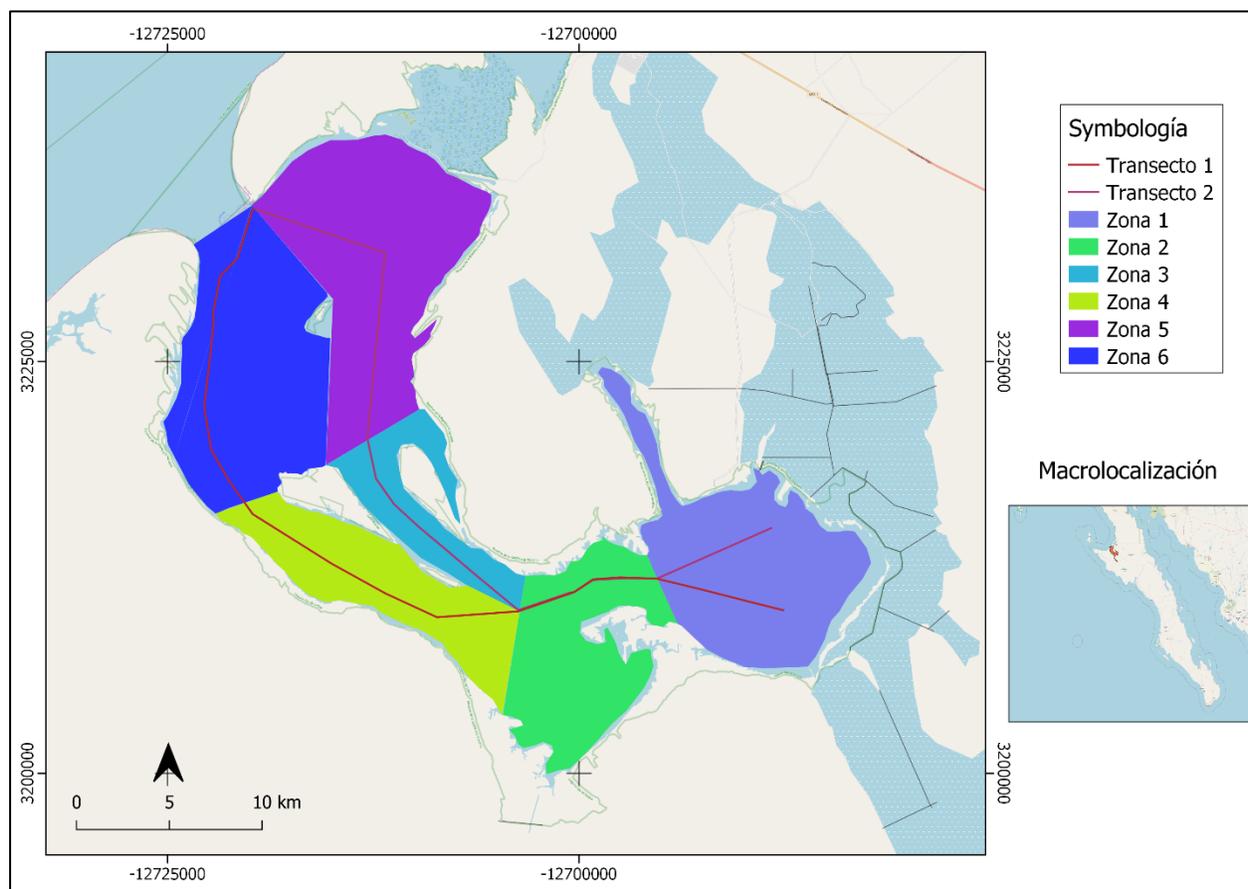


Figura 5. Zonas en las que la CONANP ha dividido la Laguna Ojo de Liebre desde 1998 para realizar los censos de la ballena gris a lo largo de la trayectoria de dos transectos de 45 km.

Sobre cada embarcación participan al menos cuatro personas en el monitoreo, el capitán, dos observadores (uno a cada lado de la embarcación) y un anotador (Fig. 6). Con ayuda de binoculares (10x) se identifica y anota el número de ballenas solitarias y el número de ballenas con cría por zona. Se divide el campo visual en cuatro cuadrantes, a cada observador le corresponde el campo visual de la mitad de la embarcación a partir de la división en la proa y popa, en la primera mitad de la embarcación (cerca de la proa) se identifica si hay alguna ballena a la vista y la dirección que lleva, hasta que la ballena pasa la mitad de la embarcación se cuenta, las ballenas que circulan en la mitad posterior de la embarcación (cerca de la popa) no se cuentan, esto con la finalidad de evitar al máximo el recuento de individuos (Fig. 6).

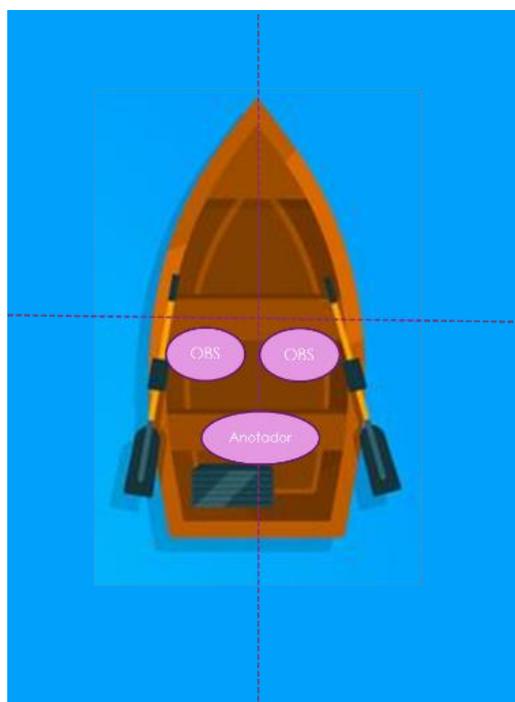


Figura 6. Distribución de los participantes del censo sobre la embarcación al momento de la toma de datos. Elaboración propia.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante un Análisis de Varianza de tres vías en donde los factores fueron los años, meses y zonas y como variables se consideraron las abundancias de ballenas solitarias, ballenas con cría y total de ballenas. En todos los casos se consideró un $\alpha = 0.05$ (Zar, 1999).

Para evaluar el efecto de la variabilidad ambiental, temporal y las preferencias espaciales de la especie, se relacionaron los datos de abundancia (censos) con los siguientes datos ambientales: Oscilación Decadal del Pacífico (PDO), Índice Oceánico de El Niño (ONI), la Temperatura Superficial del Mar (SST) y la Clorofila a (Chla-a). Los datos de los parámetros ambientales se obtuvieron de la NOAA (<https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/index.html>). Para esto se aplicó un análisis de Modelos Aditivos Generalizados (GAM, por sus siglas en inglés), usando como variable respuesta la abundancia de la ballena gris en 3 categorías (ballenas con cría, ballenas solas, ballenas adultas y en total) y como variables predictivas parámetros ambientales (PDO, SST y Chla-a), temporales (Meses) y espaciales (zonas) en relación a la abundancia de las ballenas por categorías (ballenas con cría, ballenas solas y en total).

6.3 Comportamiento de la ballena gris

Con la finalidad de caracterizar el comportamiento de la ballena gris dentro de la Laguna Ojo de Liebre, durante la temporada 2021 y 2022 se realizaron observaciones desde embarcaciones al momento de realizar los censos. Al momento de ver una ballena se identificó si era ballena solitaria o madre con cría y además se indicó el tipo de comportamiento que se encontraba realizando al momento de realizar la observación. Se consideraron como base los patrones de comportamiento propios de la ballena gris descritos por Mosig (1998; Tabla 1).

Tabla 1. Patrones de comportamiento de la ballena gris. Adaptado de Mosig (1998)

| Comportamiento | Imagen |
|--|--|
| <p>Comportamiento Amistoso: La ballena se acerca a la embarcación para tener una interacción con los tripulantes</p> |  |
| <p>Nado Lateral: La ballena va nadando y sobresale su aleta lateral</p> |  |

Descanso:

Se observa a la ballena flotando, sin mucho movimiento



Salto:

Sobresale más de la mitad del cuerpo de la ballena por encima del agua



Atisbo o Espía:

La ballena asoma a la superficie solamente la cabeza



Caudal Suspendida:

La ballena hace una inmersión profunda y sobresale la aleta caudal al momento de sumergirse



Retirada/Huida:

La ballena nada por la superficie alejándose del sitio



Tránsito:

La ballena nada trasladándose por la superficie



Amamantamiento:

El ballenato se coloca debajo de la ballena para tomar la leche que es expulsada por las glándulas mamarias de la hembra adulta



Apareamiento:

Se ven grupos de dos o más ballenas adultas girando y moviéndose una sobre otra, en algunas ocasiones se llega a ver el miembro de alguno de los machos.



Debido a que los datos de comportamiento analizados no tienen distribución normal ($W = 0.463$, $p < 0.05$) ni son homocedásticos ($F_{5,54} = 0.434$, $p < 0.05$), se aplicaron pruebas de Kruskal Wallis para evaluar si existen o no diferencias significativas en los comportamientos utilizados por las ballenas grises por zona.

6.4 Distribución espacial de las actividades productivas

Se realizaron observaciones en campo y se recopiló información de actores clave de los sectores productivos (pesca, acuicultura, turismo y minería) que utilizan la laguna a través de la realización de talleres participativos llamados *“La Laguna Ojo de Liebre, su conservación y usos”*.

6.4.1 Observaciones en campo

Durante la temporada 2021 y 2022, al momento de realizar el censo de ballena gris dentro de la Laguna Ojo de Liebre, se registró el número de embarcaciones presentes en la zona y la actividad que estaban realizando al momento de la observación (pesca, turismo o industrial). Se realizaron 12 recorridos durante 2021 y 11 durante 2022, los cuales ocurrieron durante la temporada de arribo de ballenas a la Laguna, un recorrido cada semana de enero a abril.

Se consideraron tres actividades:

6.4.1.1 Pesca

Embarcaciones que se observaron realizando actividades de aprovechamiento de los recursos pesqueros, ya sea con pesca de red, pesca de buceo o pesca con trampa.

6.4.1.2 Turismo

Embarcaciones dedicadas al ecoturismo de observación de ballenas, están identificadas con un banderín proporcionado por las autoridades correspondientes al momento de tramitar su permiso para realizar la actividad turística.

6.4.1.3 Industrial

Embarcaciones mayores utilizadas por parte de la empresa Exportadora de Sal S.A. de C.V. para el transporte de sal desde la laguna hacia sus sitios de distribución localizados en Isla Cedros.

Debido a que los datos obtenidos no fueron normales ($W = 0.463$, $p < 0.05$) se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis por cada actividad productiva, para determinar si existen diferencias significativas en las embarcaciones por zona.



Figura 7. Interacción entre el uso de hábitat por parte de la ballena gris y el desarrollo de actividades productivas, en este caso pesca.

6.4.2 Talleres sectoriales participativos “La Laguna Ojo de Liebre, su conservación y usos”

Se realizaron seis talleres con actores clave de los diferentes sectores, se llevó a cabo uno con el sector gubernamental (Reserva de la Biosfera El Vizcaíno-CONANP), uno con el sector acuicultura, pesca, turismo (prestadores de servicios turísticos), personas de la comunidad de Guerrero Negro y un taller con enfoque de género (mujeres de la comunidad de Guerrero Negro). En el Anexo 4 se indica el programa que se llevó a cabo en cada uno de estos talleres, dichos talleres se llevaron a cabo en agosto de 2022, la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno – CONANP convocó a los actores clave para el desarrollo de los talleres, para la asistencia a los talleres se consideraron todas las medidas precautorias derivadas de la pandemia por COVID-19. La asistencia a los talleres fue la siguiente:

- Gobierno → 8 asistentes
- Acuícola → 5 asistentes
- Pesca → 5 asistentes
- Turismo → 3 asistentes
- Comunidad → 11 asistentes
- Comunidad con perspectiva de género → 15 asistentes

Una de las actividades que se llevaron a cabo en estos talleres fue ubicar de manera gráfica los sitios prioritarios para el desarrollo de sus actividades mediante el uso de Google Earth (Fig. 8). La dinámica consistió en que los asistentes señalaran de manera puntual las áreas que ellos consideraban importantes para el desarrollo de sus actividades dentro de la Laguna Ojo de Liebre.



Figura 8. Participación dentro de los talleres para ubicar las principales zonas de cada sector.

6.5 Condiciones socioeconómicas de las actividades productivas

Con la finalidad de evaluar el bienestar socioeconómico de cada sector, como parte de las actividades de cierre de los Talleres Sectoriales Participativos “*La Laguna Ojo de Liebre, su conservación y usos*”, se aplicaron encuestas a los asistentes (Tabla 2) para conocer las condiciones socioeconómicas en las que se llevan a cabo las actividades productivas (Anexo I).

Las encuestas consideraron los siguientes aspectos:

- a) datos generales
- b) características del desarrollo de la actividad productiva
- c) comercialización
- d) valoración

Tabla 2. Número de encuestas por sector

| Gobierno | Acuícola | Pesca | Turismo | Comunidad |
|----------|----------|-------|---------|-----------|
| 8 | 5 | 5 | 3 | 26 |

Se consideró la información de los datos generales junto con información de INEGI y CONEVAL para determinar los siguientes indicadores de carencia social:

6.5.1 Rezago educativo

Se considera como rezago educativo a la población de 15 años o más que no cuenta con educación básica obligatoria, es decir, la secundaria (INEGI, 2004).

6.5.2 Carencia por servicios básicos de vivienda

Se considera que una persona presenta la carencia por acceso a servicios básicos si reside en una vivienda con al menos una de las siguientes características: a) El agua se obtiene de un pozo, río, lago, arroyo, pipa; o bien, el agua entubada se adquiere por acarreo de otra vivienda, o de la llave pública o hidrante; b) No cuentan con servicio de drenaje o el desagüe tiene conexión a una tubería que va a dar a un río, lago, mar, barranca o grieta; c) No disponen de energía eléctrica; d) El combustible que se usa para cocinar o calentar los alimentos es leña o carbón sin chimenea (<https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Acceso-a-servicios-basicos-vivienda.aspx>).

6.5.3 Carencia por calidad y espacios en la vivienda

Se considera que una persona presenta la carencia por calidad y espacios de la vivienda si reside en una vivienda con al menos una de las siguientes características: a) El material de los pisos de la vivienda es de tierra; b) El material del techo de la vivienda es de lámina de cartón o desechos; c) El material de los muros de la vivienda es de embarro o bajareque; de carrizo, bambú o palma; de lámina de cartón, metálica o asbesto; o material de desecho; d) La razón de personas por habitación es mayor que 2.5. (<https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Calidad-y-espacios-en-la-vivienda.aspx>).

Adicionalmente, se obtuvo el índice de bienestar por sector encuestado, de acuerdo con el Método de Bienestar Socioeconómico (MBS) (Reyes y López, 2016, Oulhaj *et al.*, 2019).

Umbral de ingreso + Necesidades insatisfechas => Índice de bienestar socioeconómico

Donde:

- Umbral de ingreso: se refiere al valor del salario mínimo ideal constitucional (SMC)
- Necesidades insatisfechas: los indicadores de carencia: a) rezago educativo, b) servicios básicos de vivienda, c) calidad y espacios de la vivienda y d) disponibilidad de bienes y servicios

Así, el valor del índice de bienestar socioeconómico se ubica entre 0 y 100, siendo 0 la condición más baja y 100 la condición más alta de bienestar (Oulhaj *et al.*, 2019).

La fórmula para determinar el índice de bienestar socioeconómico se establece de la siguiente manera:

$$MBS_{ji} = \sum_{i=1}^n (Y_{ji} * \alpha Y + NIA_{ji} * \epsilon NI) \quad (1)$$

Donde:

MBS_{ji} es el índice de bienestar para el individuo j en los valores de cada dimensión i.

Y_{ji} es el subíndice de ingresos

αY es el ponderador del subíndice de ingreso en el índice de bienestar

NIA_{ji} es el subíndice de necesidades insatisfechas

εNI es el ponderador del subíndice necesidades insatisfechas

Posteriormente, con los datos de las características de la actividad productiva, comercialización y valoración se realizaron descripciones comparativas entre los diferentes sectores. Conocer el

contexto socio-económico en el que se desarrollan las actividades productivas es de vital utilidad para la generación de propuestas de manejo sustentables.

6.6 Prioridades de conservación de cada sector en la Laguna Ojo de Liebre

Dentro de las actividades inherentes a los talleres sectoriales participativos “La Laguna Ojo de Liebre, su conservación y usos” se realizó la construcción de mapas cognitivos difusos, esto con la finalidad de visualizar la realidad de cada sector relacionado con la Laguna Ojo de Liebre, este método es utilizado para visualizar sistemas de creencias de individuos y grupos (Gray *et al.* 2013).

Esta dinámica se basa en la participación de los asistentes en donde se comienza con una lluvia de ideas en torno a una frase particular, en este caso se utilizó “Laguna Ojo de Liebre”, esta frase fue la inicial en todos los talleres que se llevaron a cabo con los diferentes sectores (Fig. 9). Una vez que se genera la lluvia de ideas se inicia con la relación entre los conceptos, en donde se indica cual aumenta o disminuye a otro concepto, en este caso se utilizaron listones color rojo y azul, de tres tamaños diferentes cada color. El color azul indica que el efecto aumenta, mientras que el rojo el efecto disminuye. El grosor del listón indica que tan fuerte o estrecha es la relación entre ambos conceptos (grososo- relación fuerte, medio-relación media y delgado-relación delgada), el sentido de la relación se indicó al final del listón mediante una flecha (Fig. 10).

Posterior a los talleres, la información obtenida en los mapas durante los talleres se capturó mediante el programa Mental Modeler para su posterior análisis de los componentes que lo integran y hacer una comparación entre los conceptos que utiliza cada sector al hablar de la Laguna Ojo de Liebre (Fig. 11; Gray *et al.* 2013a y b).

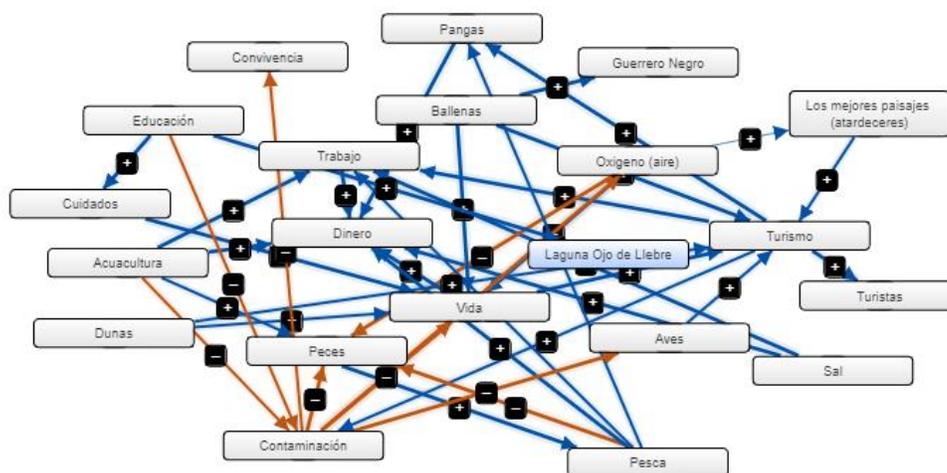


Figura 11. Modelo de mapa cognitivo digitalizado generado con el programa Mental Modeler

Mediante el programa Mental Modeler se generan métricas que pueden ser comparables entre los mapas cognitivos generados (Gray *et al.*, 2013 a y b).

Dentro de estas métricas se encuentran:

- Número de conceptos: Cantidad de conceptos o variables que se incluyen en el modelo; un mayor número de conceptos indica más componentes en el modelo mental (Özesmi and Özesmi 2004; Gray *et al.* 2013a).
- Número de conexiones: Cantidad de interacciones entre las variables, a más conexiones mayor interacción entre los componentes (Özesmi and Özesmi 2004; Gray *et al.* 2013a).
- Número de transmisores: Número de componentes que afectan a otros componentes y no están afectados por otros (Eden *et al.* 1992; Gray *et al.* 2013a).
- Número de receptores: Componentes que son afectados por otros componentes del sistema y no afectan a otros (Eden *et al.* 1992; Gray *et al.* 2013a).
- Número de ordinarios: Número de componentes que tienen la función de transmisión y recepción a la vez (Eden *et al.* 1992; Gray *et al.* 2013a).
- Centralidad: se refiere a la influencia general en el modelo, cuanto mayor sea el valor, mayor es la importancia de todos los conceptos o el peso individual de un concepto en modo general (Gray *et al.* 2013a).

- C/N: Número de conexiones entre el número de conceptos, entre más bajo es el valor de esta relación, mayor es el grado de conexión en un sistema (Özesmi and Özesmi 2004; Gray et al. 2013a).
- Complejidad: se refiere a la relación de las variables receptoras con las variables de transmisión, una mayor complejidad indica un sistema de pensamiento más complejo (Gray et al. 2013a).
- Densidad: Número de conexiones en comparación con el número de todas las conexiones posibles, ente mayor densidad se tienen más políticas de gestión potencial (Gray et al. 2013a).

Posteriormente se realizó una comparación de dichas métricas ente los diferentes sectores, esto con la finalidad de identificar los temas prioritarios para cada sector.

6.7 Mapa integrativo de las áreas prioritarias para la conservación de la ballena gris

Se integró la información espacial de la distribución de las actividades productivas con las áreas de importancia para la ballena gris dentro de la laguna, para localizar las posibles áreas de conflicto. Se consideró como importancia para la ballena gris las zonas donde se encontró mayor abundancia de ballenas con cría y respecto al comportamiento, se tomaron como prioritarios el descanso, amamantamiento y apareamiento.

Mediante esta integración se propuso un modelo de ordenamiento territorial de la Laguna Ojo de Liebre, que considera las áreas prioritarias para la conservación de la ballena gris (dependiendo del comportamiento), el desarrollo espacial y temporal de las actividades productivas, así como la información social de los diferentes sectores que aprovechan la laguna localizados en la comunidad de Guerrero Negro.

7. RESULTADOS

7.1 Variación espacio-temporal de la ballena gris

El total de ballenas grises que ha recibido la Laguna Ojo de Liebre presentó una variabilidad importante y significativa ($F_{24,954} = 25.637$, $p < 0.05$; Fig. 12) durante el periodo de 1998 – 2022, con un máximo de 2,721 ballenas registrado en 2012, de las cuales 2,396 fueron madres con cría y 325 ballenas solas. Asimismo, el número mínimo encontrado fue en 2010, donde únicamente llegaron 573 ballenas a la laguna, de las cuales 366 eran ballenas con cría y 207 ballenas solas. De manera general se observan tres principales picos en la abundancia a lo largo del tiempo, el primero en 2005, el segundo en 2012 y finalmente en 2015.

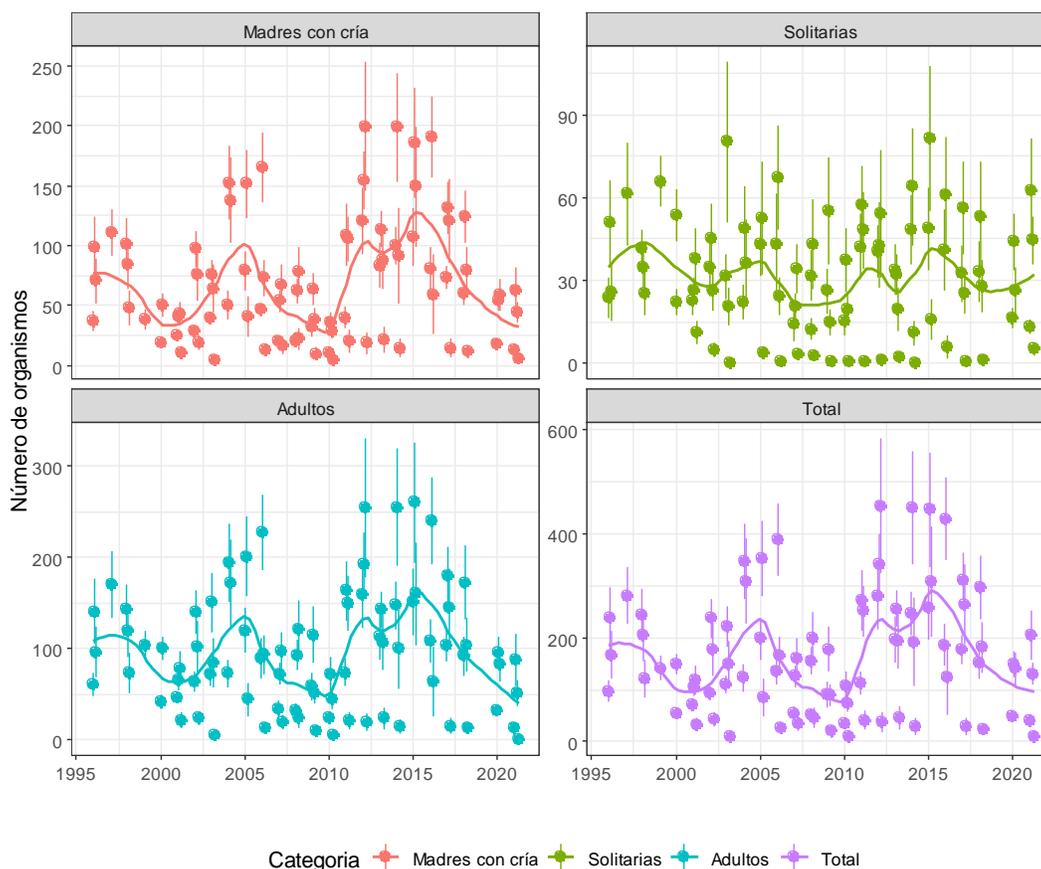


Figura 12. Abundancia de ballenas en la Laguna Ojo de Liebre de 1998 a 2022.

Respecto a los meses en los que se encuentran las ballenas en la Laguna Ojo de Liebre (enero a abril), se encontraron diferencias significativas en el uso de la laguna por parte de las ballenas ($F_{3,952} = 231.78$, $p < 0.05$; Fig. 13). Se observó que el mayor número de ballenas arriba a la laguna en el mes de febrero, tanto de ballenas con cría, ballenas solitarias y total de ballenas; mientras que en enero y marzo las abundancias fueron menores a febrero, pero similares entre ellos, el mes con menor abundancia de ballenas con cría, ballenas solitarias y en total fue abril (Fig. 13).

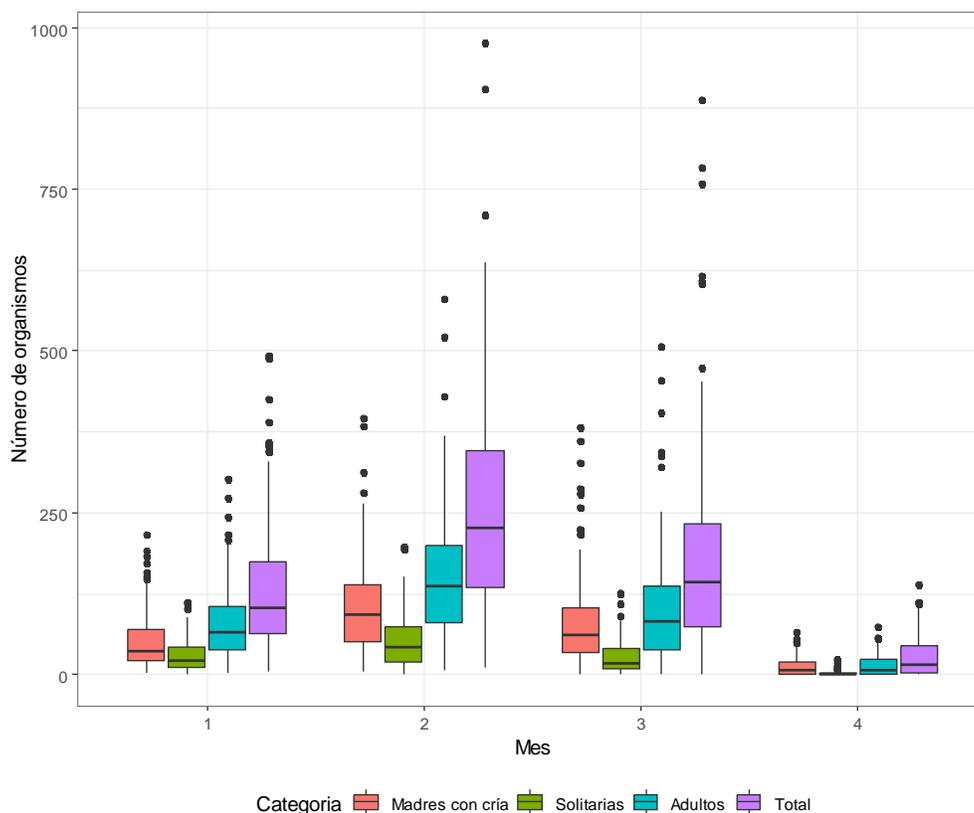


Figura 13. Abundancia estacional de ballenas grises por categoría. Puntos = valores extremos; líneas verticales = mínimo y tercer cuartil + 1.5 * rango intercuartílico; caja = primer y tercer cuartil; línea horizontal = mediana.

Por otro lado, en el uso de las zonas por parte de las ballenas también se observaron diferencias significativas ($F_{5,954} = 172.841$, $p < 0.05$; Fig. 14). En la zona 6 se observaron más ballenas en total, con cría y solas; mientras que la zona 5 fue en la que se encontró la menor abundancia de ballenas en total, solitarias y con cría. Respecto a las ballenas con cría, además de la zona 6, las zonas 3 y 4 son de importancia por la abundancia que reciben (Fig. 14).

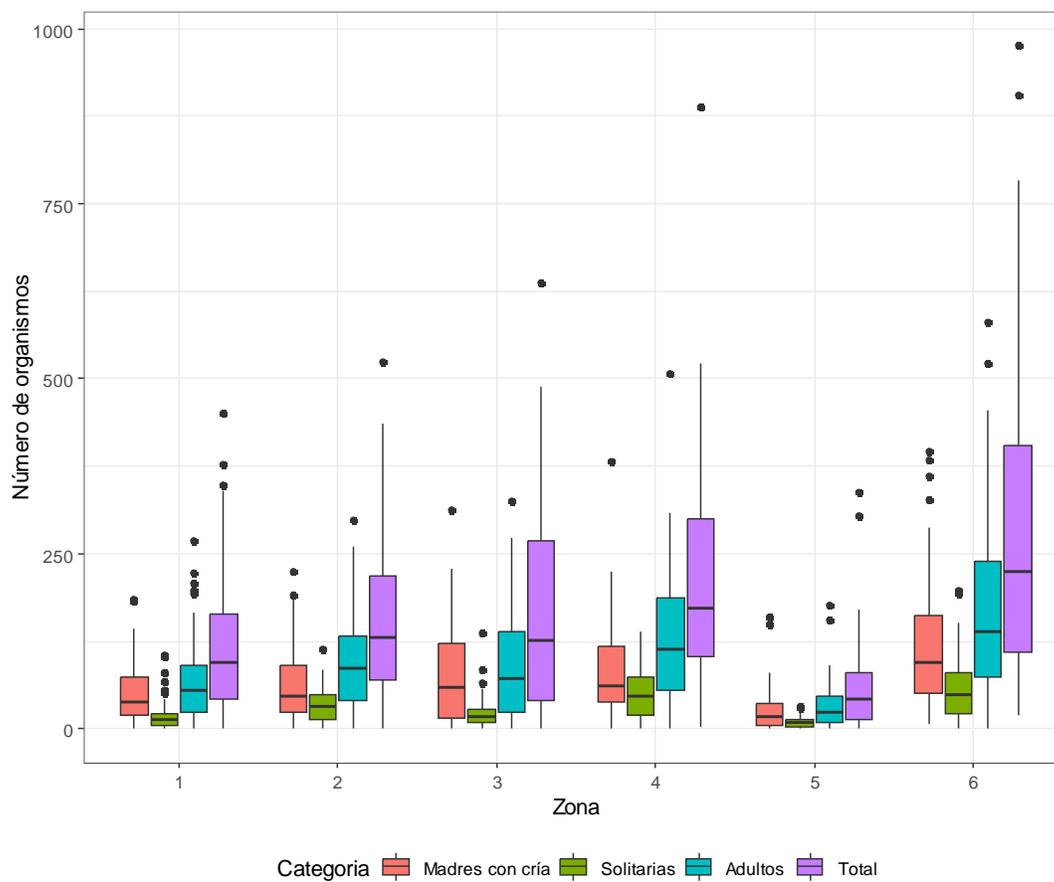


Figura 14. Abundancia de ballenas grises por zona en la Laguna Ojo de Liebre. Se muestran los intervalos de confianza al 95% y categoría. Puntos = valores extremos; líneas verticales = mínimo y tercer cuartil + 1.5 * rango intercuartílico; caja = primer y tercer cuartil; línea horizontal = mediana.

Al considerar la serie de tiempo, se observó que la abundancia de ballenas ha variado a lo largo del tiempo dentro de cada zona, sin embargo, se mantiene un uso preferencial por la zona 6, aunque la zona 3 y 4 también resultaron importantes. Respecto a las ballenas con cría las zonas con mayores abundancias a lo largo del tiempo son la zona 6, 2 y 3 (Fig. 15).

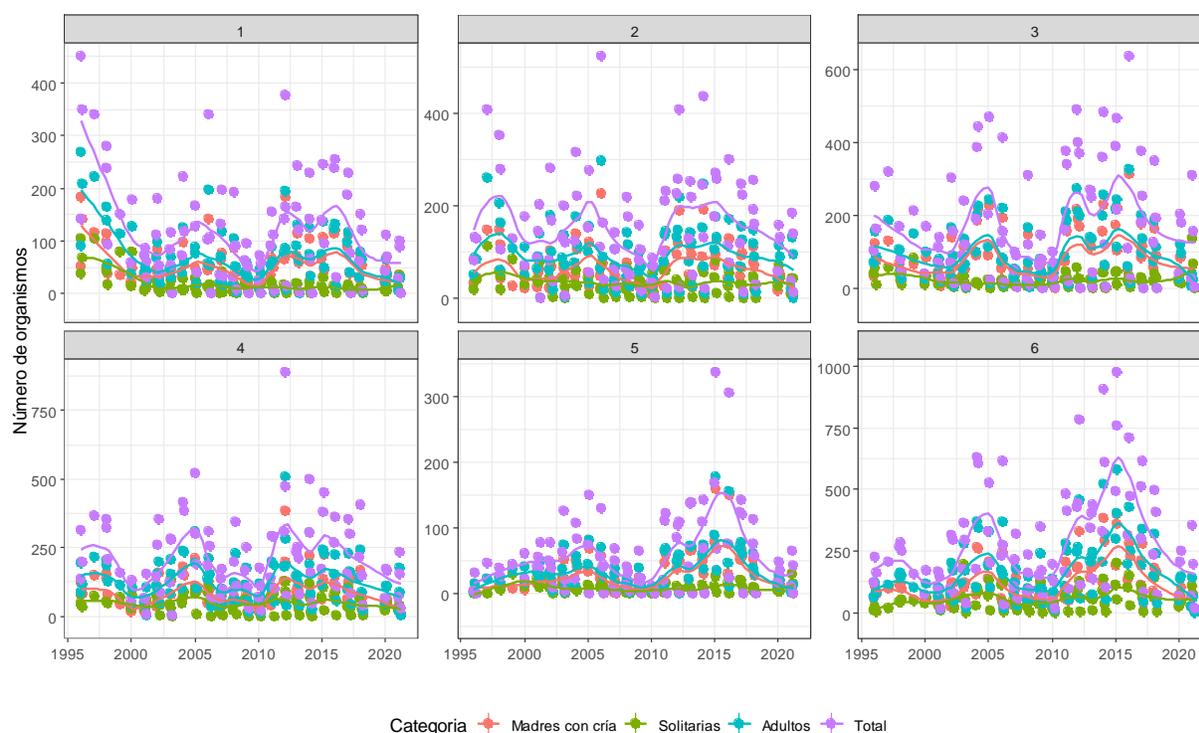


Figura 15. Variación temporal de la abundancia de ballenas por zona en la Laguna Ojo de Liebre durante el periodo 1998-2021 y categoría.

Posteriormente, se relacionaron las abundancias observadas de las ballenas en la Laguna Ojo de Liebre con diferentes indicadores de parámetros ambientales, se observaron similitudes entre los patrones de abundancia de las ballenas en la Laguna Ojo de Liebre principalmente con la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO), ya que dentro de este indicador se observó un PDO alto en 2004-2005 y en 2015 (Fig. 16).

7.2 Preferencias ambientales de la ballena gris

Con respecto al Índice Oceánico de El Niño (ONI), solamente se observa similitud con las abundancias de las ballenas al presentar una elevación durante 2015, sin embargo, no se aprecia una relación fuerte en el patrón de comportamiento a lo largo del tiempo (Fig. 16). Asimismo, con la Temperatura Superficial del Mar (SST) en donde se observa únicamente un repunte en los valores de la temperatura de 2015 y la elevación de la abundancia de ballenas en ese año en la Laguna (Fig. 16). Por último, con respecto a la Clorofila-a (Chl-a), este parámetro se mantiene

prácticamente estable a lo largo del periodo de estudio, sin embargo, se percibe un aumento en los niveles de clorofila en 2012 (Fig. 16).

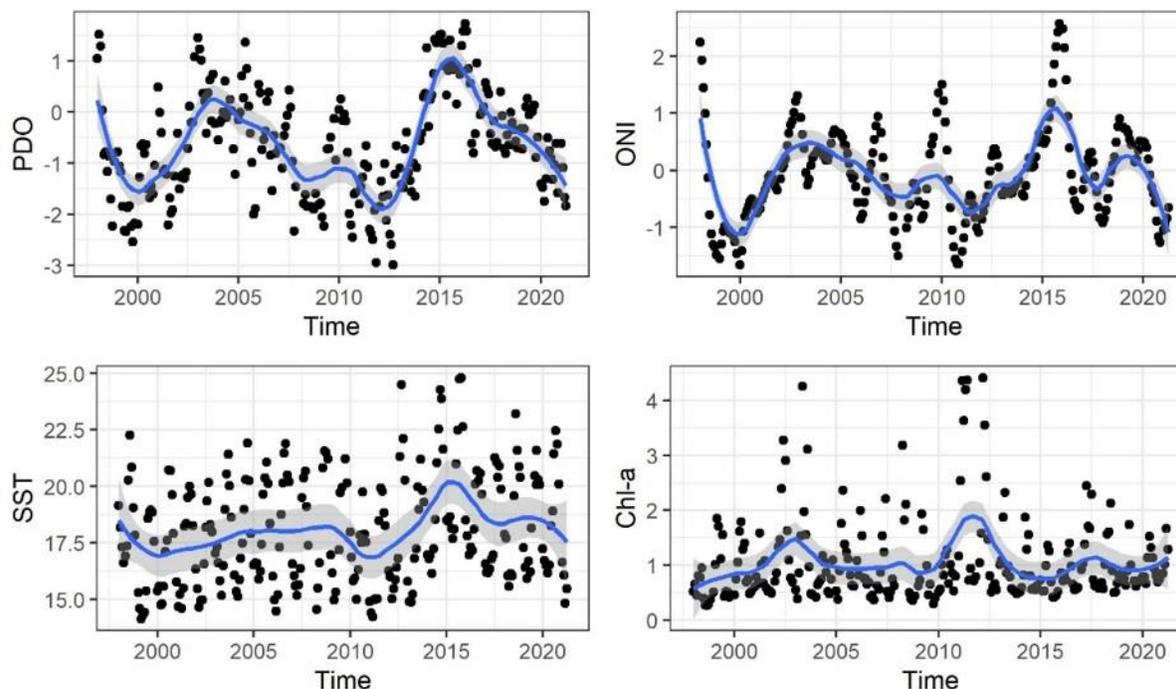


Figura 16. Indicadores de parámetros ambientales (PDO, ONI, SST y Clorofila-a) a través del tiempo (1998 a 2021).

Se aplicó el método Modelos Aditivos Generalizados (GAM), se generaron modelos a través de los cuales se integran del AIC para seleccionar el mejor modelo que describe la relación entre la abundancia y las variables ambientales, temporales y espaciales. Los resultados sugieren que el modelo más parsimonioso debe incluir la temperatura y clorofila-a (en interacción), el PDO, el mes y la zona. En la Fig. 17 se muestran los efectos parciales de cada una de las abundancias de las ballenas que utilizan la Laguna, basado en los parámetros ambientales. Los modelos de abundancia general mejor ajustados para categorías. Como se aprecia, los modelos aplicados a madres con cría (Fig. 17a) y totales (Fig. 17c) muestran el mismo patrón respecto a las variables consideradas. Estos modelos explican el 69.7% y el 74.3% de la varianza total, respectivamente. Los gráficos de efectos sugieren que se espera un mayor número de ballenas totales a temperaturas superiores a 15 °C y valores de Chl-a mayores a 1mg m⁻³, durante las fases neutra

(0 – 1) y positiva (>1) del PDO, en febrero y marzo dentro de la zona 6 (desembocadura de la laguna Ojo de Liebre).

Por otro lado, los modelos de abundancia general mejor ajustados sobre la abundancia de ballenas solas mostraron un patrón diferente (Fig. 17b); respecto a la interacción entre SST y Chl-a, el mayor número de ballenas individuales se espera a temperaturas entre 15 y 17 °C y con Chl-a entre 2 y 4 mg m⁻³. Según el PDO, el número de ballenas es mayor en la fase negativa (< -1) y positiva (>1). Respecto a los meses, el mayor número de ballenas se da en enero y febrero. Finalmente, la zona 6 es donde se registra el mayor número de ballenas. Este modelo explica el 79% de la variación de los datos.

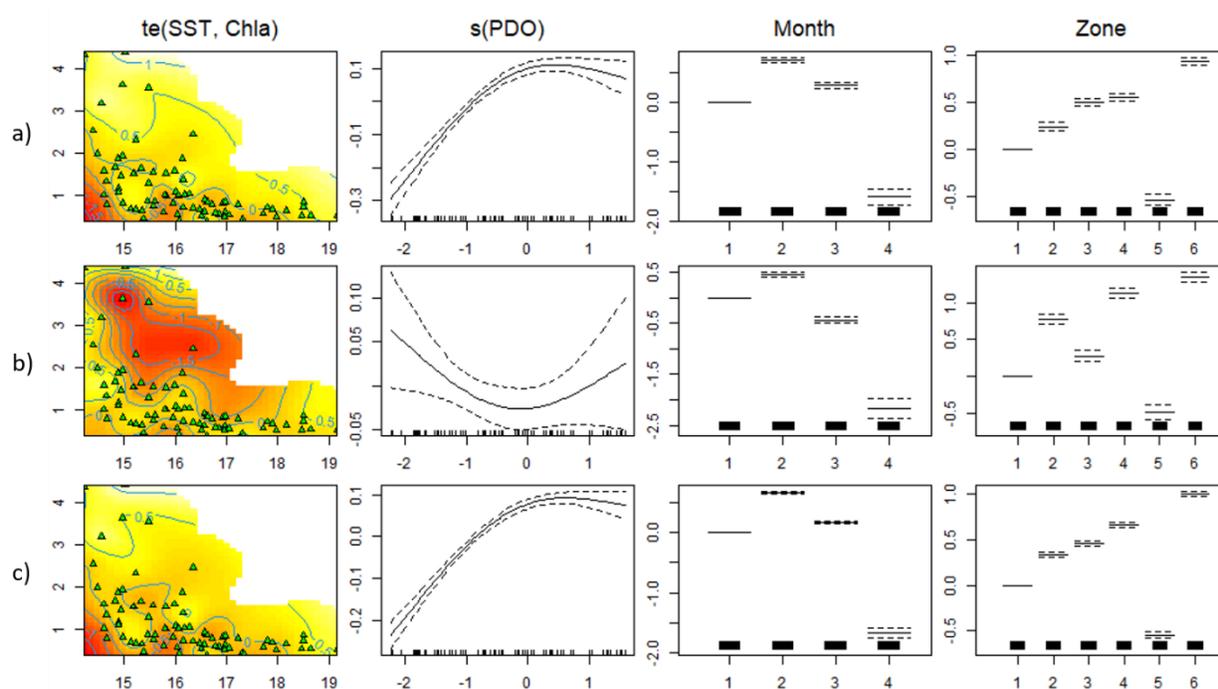


Figura 17. Efectos parciales del modelo GAM aplicado a las abundancias de la ballena gris en la Laguna Ojo de Liebre. Por categoría: a) Madres con crías; b) Ballenas solas; c) Total de ballenas. Los contornos (isolíneas) muestran la interacción entre SST y Chl-a, los triángulos muestran los valores de estas variables en presencia de las ballenas. Las líneas continuas muestran la función suavizante (thin plate regression splines), las líneas punteadas el intervalo de confianza (2 veces el error estándar arriba o debajo del suavizado), las líneas horizontales los promedios de cada nivel de las variables categóricas (mes y zona). Todas las figuras están en la escala del predictor lineal.

7.3 Comportamiento de la ballena gris

En general, al observar de manera proporcional los comportamientos utilizados en cada zona, se puede notar que las ballenas tienen comportamientos diferentes, en la zona 1 el principal comportamiento fue huida, seguido de apareamiento, tránsito y nado lateral. En la zona 2, los principales comportamientos fueron salto, tránsito, aleta caudal y amistoso; mientras que en la zona 3 se observaron ballenas realizando espía, nado lateral, descanso y amamantamiento, la zona 4 fue importante para apareamiento y nado lateral. La zona 5, en general fue poco utilizada, pero los principales comportamientos observados fueron tránsito, nado lateral y descanso. Finalmente, en la zona 6 el principal comportamiento fue huida, seguido de apareamiento, tránsito, aleta caudal, descanso, salto y amistoso (Figs. 18 y 19).

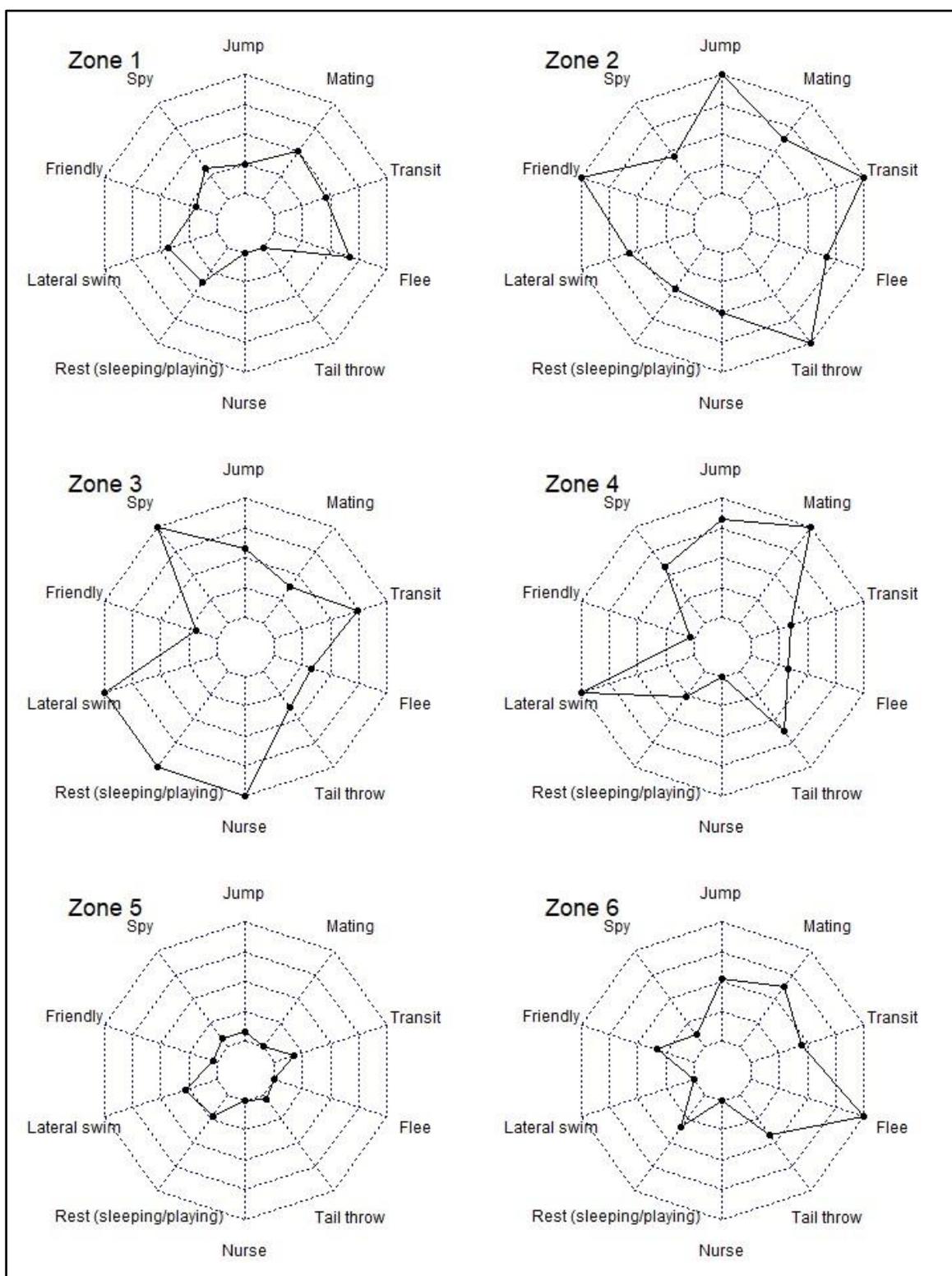


Figura 18. Comportamientos utilizados en cada zona.

Respecto a cada comportamiento, se encontraron diferencias significativas en el uso del comportamiento salto por zona ($X^2_{5,89} = 15.7, p < 0.05$). La zona donde se encontraron más ballenas realizando este comportamiento fue en la zona 2, mientras que la zona 5 fue donde menos se observaron ballenas saltando (Fig. 19). En nado lateral, no se encontraron diferencias significativas en la realización de este comportamiento por zona ($X^2_{5,89} = 9.13, p = 0.1$); sin embargo, fue principalmente visto en la zona 3 y 4, seguido de la zona 2 y 1, no se encontró en la zona 6 (Fig. 19). Asimismo, en el comportamiento espía presenta diferencias significativas ($X^2_{5,89} = 11.4, p < 0.05$), este comportamiento fue realizado principalmente en la zona 3 y poco visto en la zona 6 y 5 (Fig. 19). Para el comportamiento aleta caudal también se encontraron diferencias significativas por zona ($X^2_{5,89} = 23.83, p < 0.05$), en este caso, la zona donde se encontraron más ballenas realizando este comportamiento fue la zona 2, mientras que en la zona 1 no se observó en ninguna ocasión ballenas realizando el comportamiento de aleta caudal (Fig. 19).

El comportamiento descanso no presentó diferencias estadísticas ($X^2_{5,89} = 10.95, p = 0.052$), sin embargo, se observó un mayor número de ballenas descansando en la zona 3 con relación a las otras cinco zonas; la zona 2 también es una zona importante para el descanso de las ballenas (Fig. 19). El comportamiento de tránsito en general fue el más visto en todas las zonas, las ballenas se movieron dentro de la laguna de manera constante, la presencia de este comportamiento entre las zonas mostró diferencias significativas ($X^2_{5,89} = 19.59, p < 0.05$), la zona donde se observó mayormente este comportamiento fue la zona 2, seguido de la zona 3, mientras que en la zona 5 fue en donde se observó la menor cantidad de ballenas transitando (Fig. 19). El comportamiento de amamantamiento fue identificado únicamente en tres ocasiones, dos en la zona 3 y una en la zona 2, así, la presencia de este comportamiento por zona no presentó diferencias significativas ($X^2_{5,89} = 2.68, p = 0.75$; Fig. 19). Respecto al comportamiento amistoso, se encontraron diferencias significativas por zona ($X^2_{5,89} = 17.26, p < 0.05$); este comportamiento fue mayormente observado en la zona 2 seguido de la zona 6, mientras que en la zona 4 y 5 fue donde menos se encontró este comportamiento (Fig. 19). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en el comportamiento de huida ($X^2_{5,89} = 8.95, p = 0.11$); sin embargo, en donde se observó mayormente

este comportamiento fue en la zona 6 seguido de la zona 1 y 2, mientras que en la zona 5 no se presentó este comportamiento (Fig. 19).

En relación con los eventos de apareamiento, no se encontraron diferencias significativas por zona ($\chi^2_{5,89} = 10.33, p=0.066$); sin embargo, este comportamiento fue mayormente observado en la zona 4 seguido de la zona 2 y 6; mientras que en la zona 5 no se registró ningún evento de apareamiento (Fig. 19). En los apareamientos se observó que participan desde dos ballenas hasta 4 o 5 ballenas en el mismo evento.

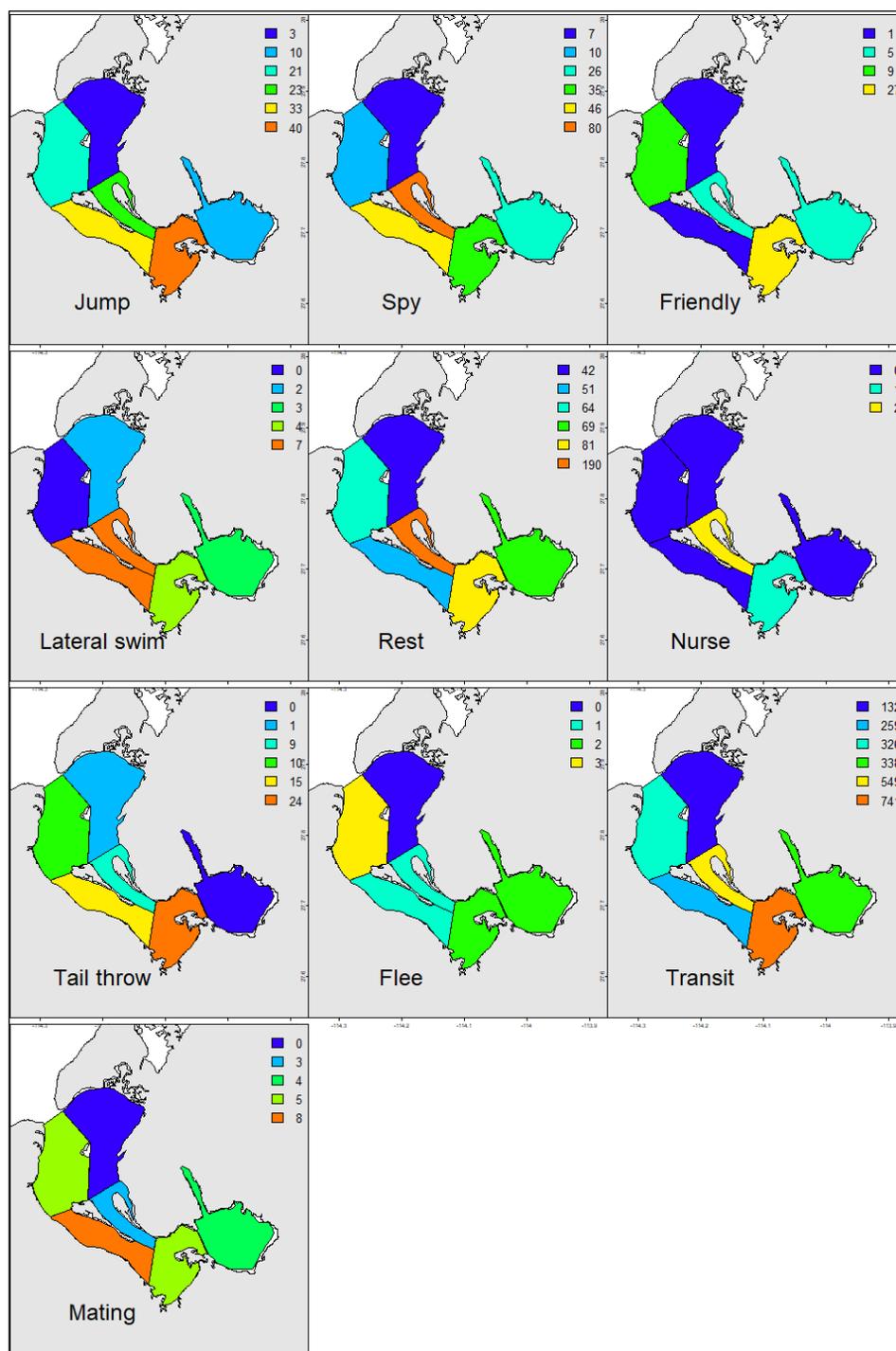


Figura 19. Frecuencia y distribución espacial de cada comportamiento registrado de ballena gris en laguna Ojo de Liebre durante la temporada 2021.

7.4 Análisis de las actividades productivas

7.4.1 Observaciones en campo

Al momento de realizar los recorridos en campo, se encontraron diferencias significativas en las embarcaciones dedicadas a la pesca por zonas ($\chi^2_{5,40} = 23.2$, $p < 0.05$); se observaron principalmente en la zona 6 seguida de la zona 5, ambas localizadas relativamente cerca de la boca de la laguna, hacia la parte final también se observaron embarcaciones menores realizando este aprovechamiento, tanto en la zona 1 como la 2, mientras que hacia la parte media de la laguna, en la zona 3 y 4 se observó un menor número de embarcaciones realizando el aprovechamiento de los recursos pesqueros (Fig. 20).

En las embarcaciones enfocadas al turismo también se encontraron diferencias significativas en las zonas utilizadas ($\chi^2_{5,40} = 11.5$, $p < 0.05$), las zonas 5, 2 y 6 fueron mayormente utilizadas para el desarrollo de esta actividad, en menor medida se observaron algunas embarcaciones de turismo en las zonas 1 y 3, mientras que en la zona 4 no se observaron embarcaciones realizando esta actividad (Fig. 20).

Finalmente, para el caso de embarcaciones mayores de índole industrial, se encontró que únicamente hacen uso de las zonas cercanas a la boca de la laguna, zona 5 y 6 ($\chi^2_{5,40} = 15.9$, $p < 0.05$; Fig. 20).

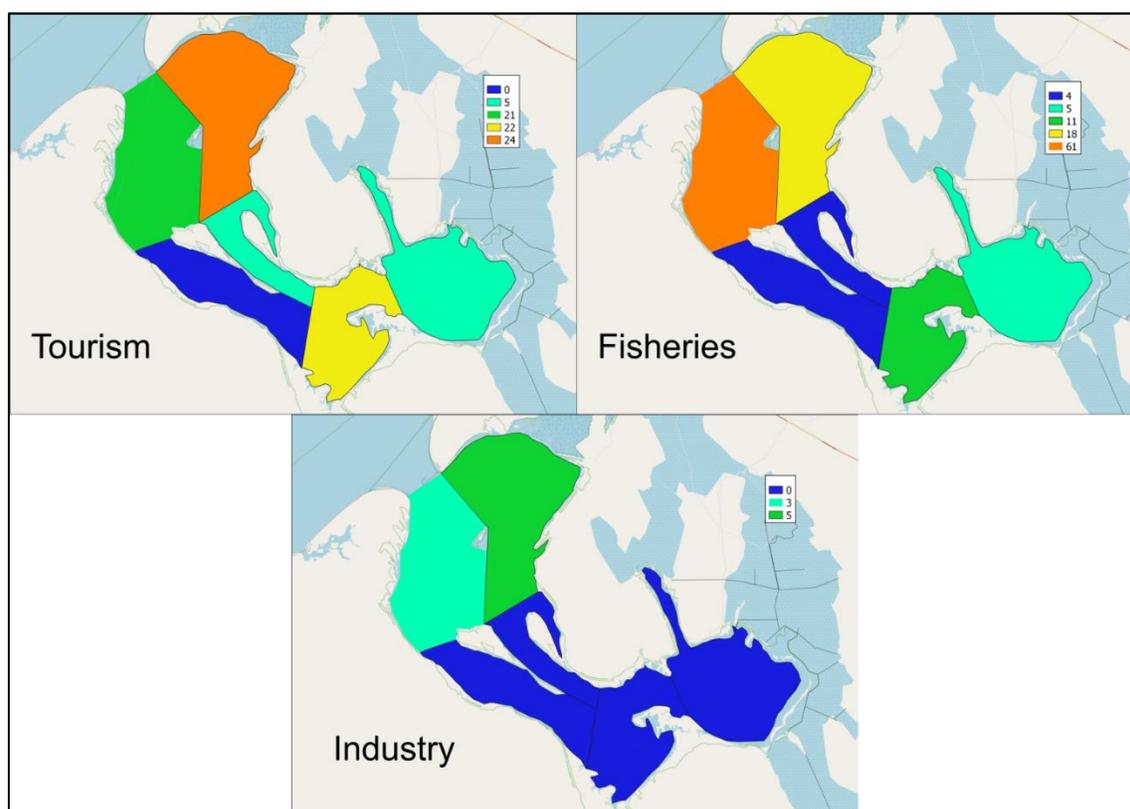


Figura 20. Distribución espacial y frecuencia de las embarcaciones que realizan alguna actividad productiva dentro de la Laguna Ojo de Liebre durante la temporada 2021 y 2022.

7.4.2 Talleres sectoriales

Se observó que la acuicultura se desarrolla principalmente en la zona 5 (Fig. 21), el turismo se desarrolla dentro de dos polígonos en la laguna, uno centrado en la zona 6 y otro localizado hacia el interior de la laguna el cual comprende las zonas 1, 2 y una porción de las zonas 3 y 4 (Fig. 21). En relación con las pesquerías, la pesca con red se lleva a cabo prácticamente en toda la laguna, pero centrada en los canales, la pesca con trampa está centrada en dos especies principales, la langosta y la jaiba. La jaiba es aprovechada principalmente hacia el final de la laguna, en la zona 1, mientras que la pesca con trampas para langosta se localiza hacia la zona 4, 5 y 6 (Fig. 21). La actividad del paso de embarcaciones del sector industrial se centra en el paso por un canal cercano a la costa dentro de la zona 5 (Fig. 21).

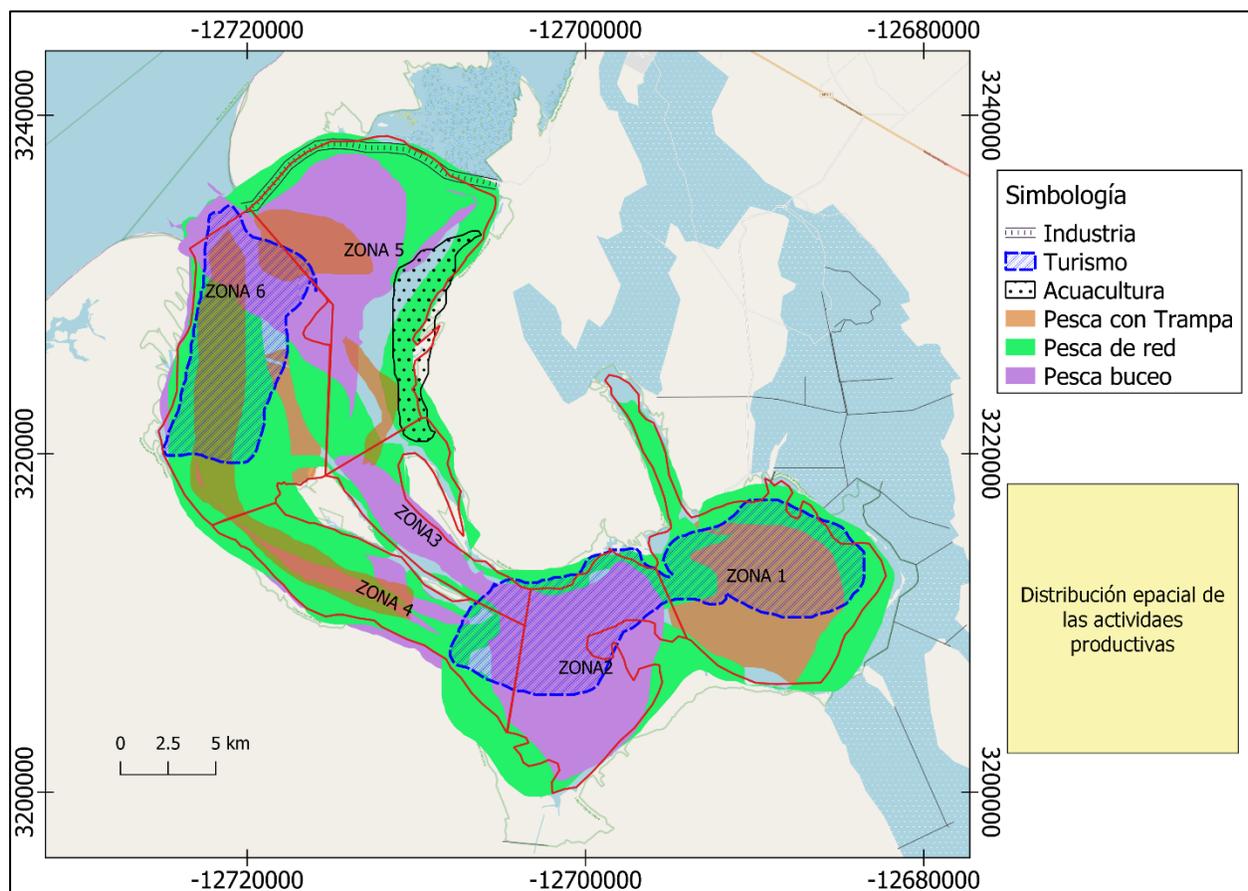


Figura 21. Distribución espacial de las actividades productivas dentro de la Laguna Ojo de Liebre. Producto de cartografía de los talleres participativos con los diferentes sectores (gobierno, turismo, pesca y acuicultura).

Asimismo, dentro de estos talleres se compiló información sobre las principales especies de importancia para la conservación son la tortuga prieta (*Chelonia mydas*), pasto marino (*Zostera marina*), branta o ganso de collar (*Branta bernicla nigricans*), aves playeras, langosta (*Panulirus interruptus*), almeja mano de león (*Nodipecgten subnodosus*) y ballena gris (*Eschrichtius robustus*). Respecto a la ballena gris, se observó que las áreas indicadas se localizan principalmente en las zonas 6, 3 y 2, así como una porción de la zona 1 y 4 (Fig. 22).

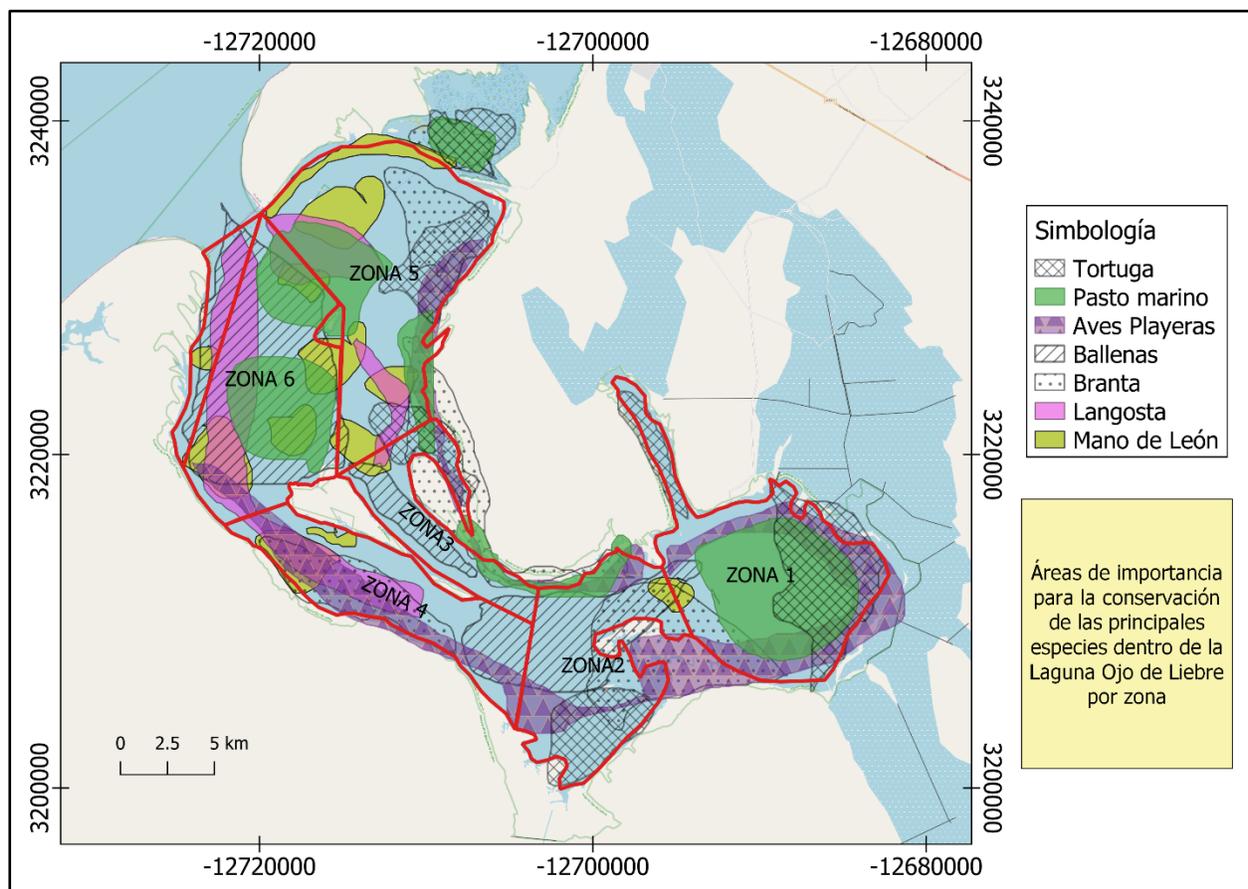


Figura 22. Ubicación de las áreas de importancia para la conservación de las principales especies dentro de la Laguna Ojo de Liebre por zona. Producto cartográfico de los talleres participativos con los diferentes sectores (gobierno, turismo, pesca y acuicultura).

7.5 Análisis de las condiciones socioeconómicas

Las encuestas se dividieron por sectores de acuerdo con los talleres sectoriales realizados, las encuestas aplicadas dentro del taller con temática de género se integraron con aquellas del taller con la comunidad en general. Las personas en el sector gobierno se encuentran entre los 31 a 50 años, mientras que las personas en el sector acuícola y turismo se encuentran entre los 20 y 30 años y entre los 51 a más de 60. En el sector pesquero se encontraron personas entre los 41 a más de 60 años. De la comunidad se contó con todos los rangos de edad (Fig. 23).

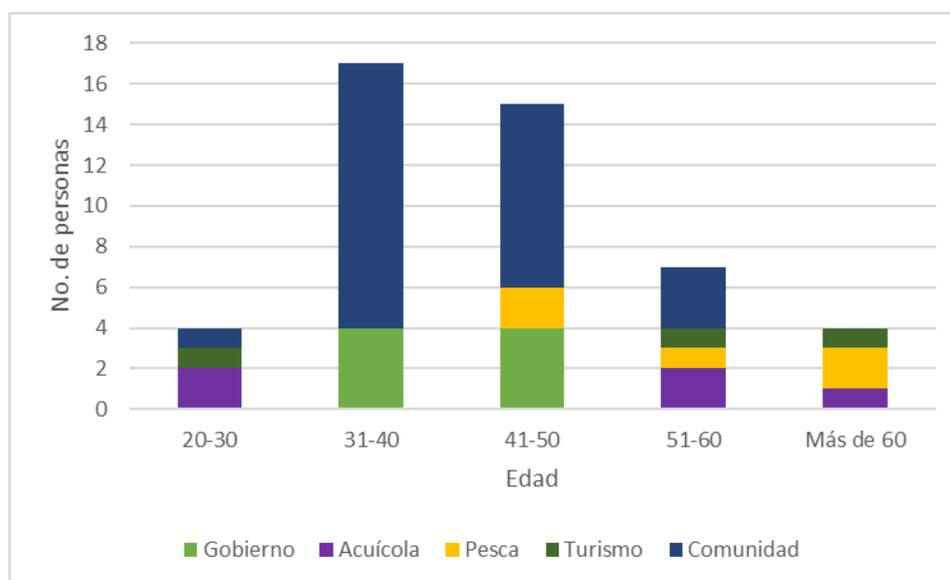


Figura 23. Edad de las personas que respondieron las encuestas por sector.

7.5.1 Indicadores de carencia

7.5.1.1 Rezago educativo

Dentro de los resultados encontrados se notó que el 20% de las personas encuestadas del sector pesca cuenta únicamente con educación primaria, respecto a la secundaria se encontró que el 40% del sector pesquero cuenta únicamente con ese nivel, así como 20% del sector acuícola y 11.5% de la población de la comunidad entrevistada (Fig. 24). A nivel estatal, el rezago educativo de Baja California Sur es de 21.8% situándolo en el lugar 26 de rezago educativo a nivel nacional (<https://www.gob.mx/inea/documentos/rezago-educativo>).

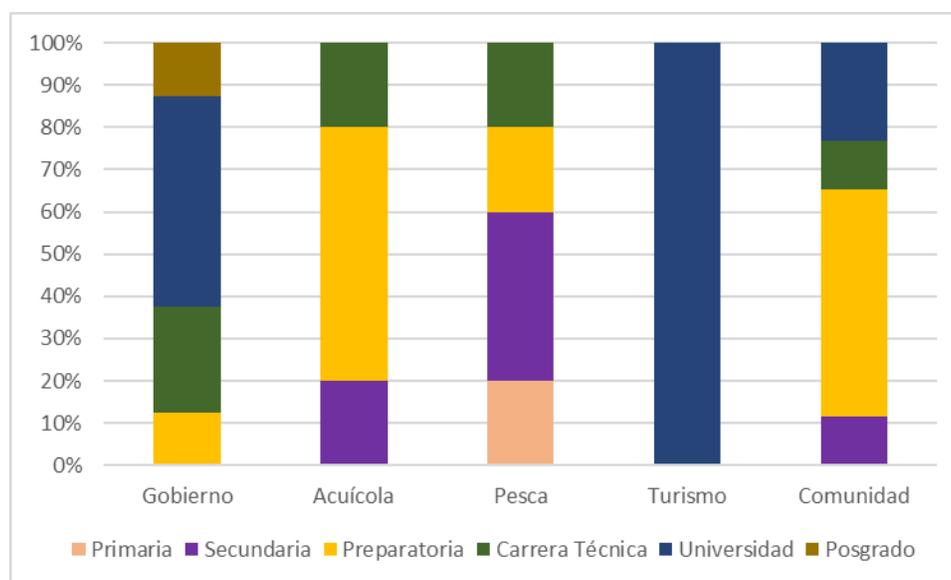


Figura 24. Nivel educativo por sector considerado en Guerrero Negro.

7.5.1.2 Carencia por servicios básicos de vivienda

Respecto a la accesibilidad al agua, se consideraron los datos correspondientes al municipio de Mulegé al que pertenece Guerrero Negro de acuerdo con la información disponible del INEGI (2020), así en este municipio se cuenta con un 96.99% de viviendas con agua entubada, de las cuales 66.33% llega hasta dentro de la vivienda y 33.67% cuentan con agua entubada fuera de la vivienda, pero dentro del terreno. Únicamente el 2.35% de las viviendas tiene disponibilidad de agua por acarreo.

Se identificó que Guerrero Negro cuenta con un total de 5,416 viviendas, de las cuales el 76.59% cuenta con drenaje, el 23.41% restante no cuenta con este servicio y por lo general cuentan con fosas sépticas. Respecto a la energía eléctrica únicamente el 77.82% cuenta con este servicio.

7.5.1.3 Carencia por calidad y espacios en la vivienda

Referente a las variables consideradas para este indicador, de acuerdo con información del CONEVAL a nivel estatal, Baja California Sur en cuestión de material de los pisos en 4.3% de las viviendas el material de los pisos es tierra, en 3.5% de las viviendas el material del techo es de

lámina de cartón o desechos y en 2.4% el material de los muros es de barro o bajareque, de carrizo, bambú o palma, de lámina de cartón, metálica o asbesto o material de desecho.

De acuerdo con el INEGI, particularmente en Guerrero Negro el 22.18% de las viviendas cuenta con pisos de tierra. Asimismo, del total de viviendas en Guerrero Negro solo el 79.12% están habitadas, es decir, 4,285 viviendas; de estas, el promedio de ocupantes es de 3.16 habitantes/vivienda y el promedio de ocupantes por cuarto es de 0.84. Adicionalmente, se pudo identificar mediante las encuestas aplicadas que el 76.6% cuenta con casa propia y 23.4% renta vivienda.

7.5.1.4 Disponibilidad de bienes y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)

En cuanto a la disponibilidad de bienes y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) el 100% de las personas entrevistadas posee estufa de gas, el 97.9% cuenta con televisión, 93.6% con refrigerador y ventilador, 72.3% tiene lavadora y 23.4% cuenta con calentador (Fig. 25). En cuanto al acceso a internet el 76.6% de los encuestados cuentan con dicho servicio; de acuerdo con INEGI en el municipio de Mulegé solo el 50.8% cuenta con este servicio.

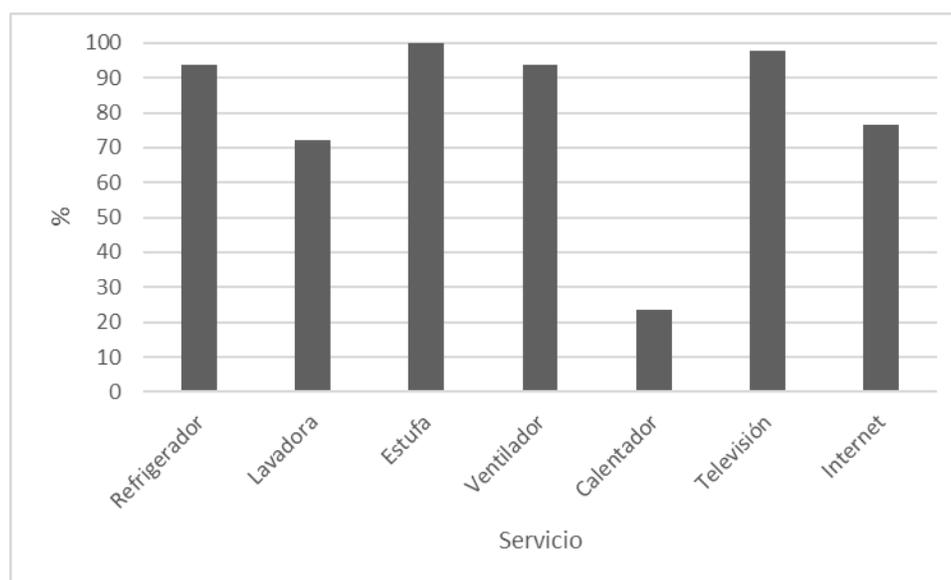


Figura 25. Disponibilidad de bienes y TIC en Guerrero Negro.

7.5.2 Índice de bienestar socioeconómico

Para la formulación de este índice se consideran dos variables, el umbral de ingreso vinculado al salario mínimo constitucional (SMC) y las necesidades insatisfechas.

7.5.2.1 Umbral de ingreso

Dentro de los resultados obtenidos en las encuestas se notó que del 100% de las personas, 20% no dio respuesta a la pregunta sobre una aproximación de ingresos en el hogar. Para esta variable se consideró el salario mínimo de 2022 ya que durante este año se aplicaron las encuestas, el cual fue de \$172.87. Del total de respuestas recibidas durante las encuestas, se encontró que el 10% percibió un ingreso por debajo del SMC.

7.5.2.2 Necesidades insatisfechas

De acuerdo con la información obtenida de los indicadores de carencia se obtuvo el porcentaje de rezago educativo, carencia de servicios básicos de vivienda, carencia en la calidad y espacios de vivienda y carencia en la disponibilidad de bienes y servicios (Tabla 3). El sector pesquero fue el único que mostró un rezago educativo del 20%, en cuestión de servicios básicos, calidad y espacios de la vivienda se consideró la información disponible por las fuentes oficiales para los cuatro sectores, finalmente referente a la carencia en la disponibilidad de bienes y servicios, el porcentaje más alto fue dentro de la comunidad con 38.5% (Tabla 3). Así, el porcentaje de necesidades insatisfechas en general de las personas encuestadas en Guerrero Negro fue de 14.14%.

Tabla 3. Porcentaje de necesidades insatisfechas por sector

| Indicador | Gobierno | Acuícola | Pesca | Turismo | Comunidad |
|--------------------------------------|----------|----------|-------|---------|-----------|
| Rezago educativo | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| Servicios básicos de vivienda | 23.41 | 23.41 | 23.41 | 23.41 | 23.41 |
| Calidad y espacios de vivienda | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 4.3 |
| Disponibilidad de bienes y servicios | 12.5 | 20 | 20 | 33.3 | 38.5 |

De acuerdo con el Método de Bienestar Socioeconómico (MBS) se tiene un índice de bienestar socioeconómico de 75.86 para la población entrevistada en la comunidad de Guerrero Negro.

7.6 Desarrollo de las actividades productivas

De acuerdo con la información recopilada a través de las encuestas, en cuestión de temporalidad en la que se desarrollan las actividades productivas, en el sector pesquero, los recursos jaiba, pulpo y escama son aprovechados durante todo el año, la langosta es aprovechada por temporada desde septiembre a febrero, la conchaespina de febrero a agosto, el callo de hacha media luna de abril a septiembre, mientras que el callo de hacha redondo en noviembre y diciembre. La almeja catarina es un recurso aprovechado de mayo a diciembre y el camarón de septiembre a diciembre (Tabla 4). La acuicultura en la zona está limitada a la producción ostrícola la cual tiene actividad a lo largo de todo el año; por otro lado, la actividad ecoturística de observación de ballenas se lleva a cabo desde diciembre hasta abril (Tabla 4).

Tabla 4. Temporalidad de las actividades productivas en la Laguna Ojo de Liebre de acuerdo con la información del sector pesquero, acuícola y turístico.

| Recurso | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Langosta | X | X | | | | | | | X | X | X | X |
| Jaiba | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Pulpo | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Conchaespina | | X | X | X | X | X | X | X | | | | |
| Callo de hacha media luna | | | | X | X | X | X | X | X | | | |
| Callo de hacha redondo | | | | | | | | | | | X | X |
| Catarina | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Camarón | | | | | | | | | X | X | X | X |
| Escama | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Acuicultura (ostión) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Turismo (obs. ballenas) | X | X | X | X | | | | | | | | X |

El ingreso que aporta cada uno de los recursos es variado, de acuerdo con la información obtenida de las encuestas en el sector pesquero, los recursos con un menor valor económico por kilo son la jaiba, el pulpo, la almeja catarina y la escama, con un precio en el rango de \$1 a \$100. Posteriormente, encontramos al camarón, con un valor de entre \$101 a \$200 el kilo, la almeja conchaespina, así como el callo de hacha media luna y callo de hacha redondo se encuentran en el rango de \$201 a \$300 el kilo. Finalmente, la langosta con un valor comercial de más de \$300 el kilo (Tabla 5). En el sector acuícola, se indicó que el intervalo de precio es de \$1-\$100 por un kilo de ostión (Tabla 5). Respecto al sector turístico, en las encuestas no hubo respuestas sobre el ingreso promedio por temporada.

Tabla 5. Valor a la venta por kilogramo de los principales recursos aprovechados en la Laguna Ojo de Liebre de acuerdo con la información de las encuestas con el sector pequeño y acuícola

| Recurso | \$1 – 100 | \$101 -200 | \$201 – 300 | \$301 -400 | Más de \$400 |
|---------------------------|-----------|------------|-------------|------------|--------------|
| Langosta | | | | X | X |
| Jaiba | X | | | | |
| Pulpo | X | | | | |
| Conchaespina | | | X | | |
| Callo de hacha media luna | | | X | X | |
| Callo de hacha redondo | | | X | | |
| Catarina | X | | | | |
| Camarón | | X | | | |
| Escama | X | | | | |
| Acuicultura (osti6n) | X | | | | |

Respecto a la producci6n, en el sector pesquero el recurso del que m1s kilos se venden en promedio al mes es la escama, seguido de la almeja catarina y el pulpo, el recurso del cual se venden menos kilos en promedio al mes es la langosta (Fig. 26).

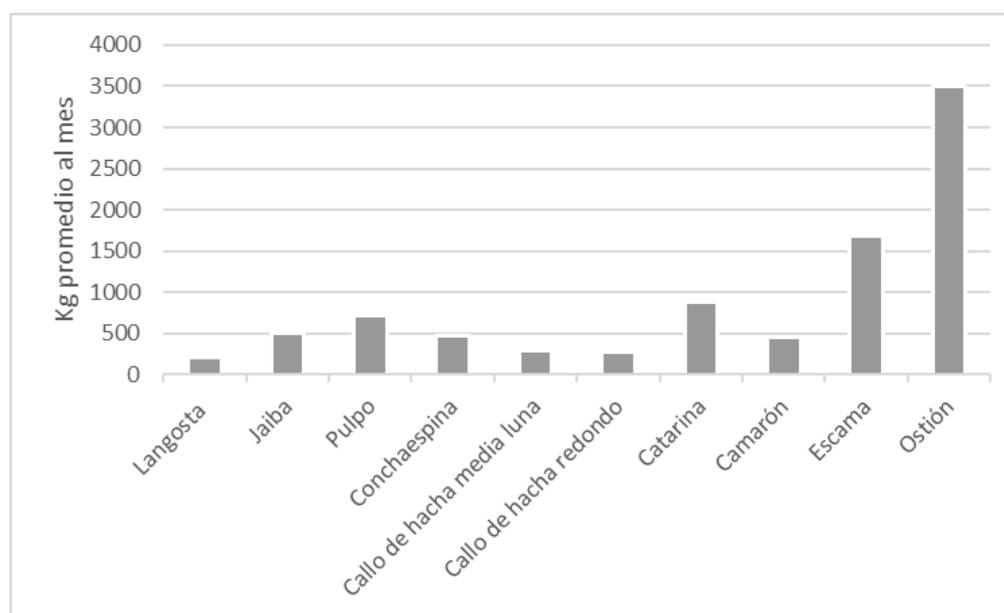


Figura 26. Producci6n promedio mensual de los principales recursos aprovechados en la Laguna Ojo de Liebre.

En relaci6n con la presentaci6n en que se vende el producto, se indic6 que la langosta se vende viva, mientras que el resto de los recursos (jaiba, pulpo, conchaespina, callo de hacha, catarina, camar6n, escama) se venden crudos y limpios. De igual manera, en el sector acu6cola no se da

ningún tipo de valor agregado al producto, se vende como producto vivo. En ningún recurso se indicó que se realizara algún otro proceso previo a su venta, como empacado al vacío, enlatado o en conserva.

Finalmente, respecto al origen de los principales compradores en el sector pesquero se indicó únicamente para el caso de la langosta, el mercado oriental. Los recursos jaiba, pulpo, conchaespina, callo de hacha, catarina, camarón y escama son vendidos de manera local y regional a compradores nacionales. En el sector acuícola, se mencionó a los compradores nacionales como principales clientes en la comercialización de ostión, aunque el 20% de las personas encuestadas mencionaron clientes de Estados Unidos.

Referente a la actividad turística, de acuerdo con las respuestas recibidas por el sector, se indicó que esta actividad está enfocada principalmente a la observación de ballenas en la laguna y en promedio atienden a 70 turistas durante una temporada. Con respecto a la nacionalidad de los turistas, se mencionó nacionalidad mexicana, estadounidense, europeo y de la India.

7.7 Prioridades de conservación de cada sector en la Laguna Ojo de Liebre

Durante los talleres sectoriales participativos se llevó a cabo la elaboración de los mapas cognitivos para conocer la realidad de los diferentes sectores que realizan actividades productivas dentro de la Laguna Ojo de Liebre. En total se generaron seis mapas cognitivos (Anexo 5), a partir de los cuales se analizó su estructura. Se observó un mayor número de componentes del mapa en el realizado con el sector turismo, sin embargo, el mayor número de conexiones sucedió en el de género. El mayor número de conexiones por componente se encontró con el sector gobierno. Finalmente, el mayor grado de complejidad del mapa se indicó en el sector acuícola y el menor en el mapa del sector comunidad en general (Tabla 6).

Tabla 6. Estructura de los mapas cognitivos difusos por sector.

| | Gobierno | Turismo | Pesca | Acuacultura | Comunidad | Género |
|----------------------------------|-----------------|----------------|--------------|--------------------|------------------|---------------|
| Total de componentes | 17 | 23 | 15 | 12 | 16 | 21 |
| Total de conexiones | 34 | 35 | 25 | 19 | 27 | 38 |
| Densidad | 0.125 | 0.0691 | 0.119 | 0.1439 | 0.1125 | 0.0904 |
| Conexiones por componente | 2 | 1.52 | 1.66 | 1.58 | 1.68 | 1.8 |
| Componentes conductores | 3 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 |
| Componentes receptores | 3 | 6 | 4 | 2 | 1 | 5 |
| Componentes ordinarios | 11 | 12 | 8 | 9 | 11 | 11 |
| Grado de complejidad | 1 | 1.2 | 1.33 | 2 | 0.333 | 1 |

Se observó una variedad en los componentes que menciona cada sector, sin embargo, se pudo encontrar que en los componentes ecológicos en común o que se mencionaron en la mayoría de los sectores (4 o más) fueron aves, ballena gris y laguna Ojo de Liebre; en cuanto a los componentes sociales, conservación, contaminación, empleos, pesca y turismo (Tabla 7).

Tabla 7. Componentes de los mapas cognitivos por sector

| Componente | Gobierno | Turismo | Pesca | Acuacultura | Comunidad | Género |
|---|-----------------|----------------|--------------|--------------------|------------------|---------------|
| Aves | X | | | X | X | X |
| Ballena Gris | X | X | | X | X | X |
| Biodiversidad | | | | X | | |
| Capacidad de Carga | | X | | | | |
| Clina | | X | | | | |
| Paisajes (dunas, playa, naturaleza, atardeceres) | | | X | | X | X |
| Flora y Fauna | | X | | | | |
| Laguna Ojo de Liebre | X | X | X | X | X | X |
| Oxígeno (aire) | | | | | | X |
| Productividad ecológica | X | | | | | |
| Acampar | | | X | | | |
| Acuacultura | | | | X | | X |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aprovechamiento extractivo | X | | | | | |
| Aprovechamiento no extractivo | X | | | | | |
| Área Natural Protegida | | | | | | X |
| Aviturismo | | | | | X | |
| Calidad de vida | | | | X | | X |
| Ciclismo | | | | | X | |
| Conservación | X | X | | | X | X |
| Contaminación (Desechos, Basura) | X | X | | X | X | X |
| Convivencia con el medio natural | | | | X | X | X |
| Desarrollo | | | | X | | |
| Economía | X | X | | | | X |
| Educación ambiental | X | X | | | | X |
| Empleos | X | X | | X | | X |
| Esperanza | | | X | | | |
| Exportadora de Sal | X | X | | | | X |
| Familia | | X | | | | |
| Fotografía | | | | | X | |
| Futuro (estabilidad económica) | | | X | X | X | |
| Infraestructura (caminos, palapas, campos pesqueros) | | X | X | | X | |
| Embarcaciones | | | | | | X |
| Participación | | X | | | | |
| Patrimonio Mundial | X | | | | | |
| Permisos | | X | | | | |
| Pesca | X | X | X | | | X |
| Pesca ilegal | X | | X | | | |
| Recuerdos | | | X | | | |
| Repoblación | | | X | | | |
| Responsabilidad | | X | | | | |
| Senderismo | | | | | X | |

| | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|
| Turismo | X | X | X | X | X | X |
| Vigilancia | | | X | | | |

7.8 Áreas prioritarias para la conservación de la ballena gris

Al incorporar la información espacial del desarrollo de las actividades productivas, así como las áreas de mayor importancia para las ballenas grises dentro de la laguna, se observó que la zona 4 resultó ser un área de importancia tanto para la abundancia de ballenas con cría, así como un área relevante para el descanso, amamantamiento y apareamiento de las ballenas, a la par en esta zona se realizan actividades de pesca y turismo (Fig. 27). Las zonas 2 y 3 son de importancia para el descanso y apareamiento de las ballenas, asimismo estas zonas son de importancia para el desarrollo de las actividades pesqueras y turísticas (Fig. 27). Por otro lado, en la zona 6 se llevan a cabo pesquerías con trampa, red y buceo y es importante por la cantidad de ballenas con cría que se observan (Fig. 27).

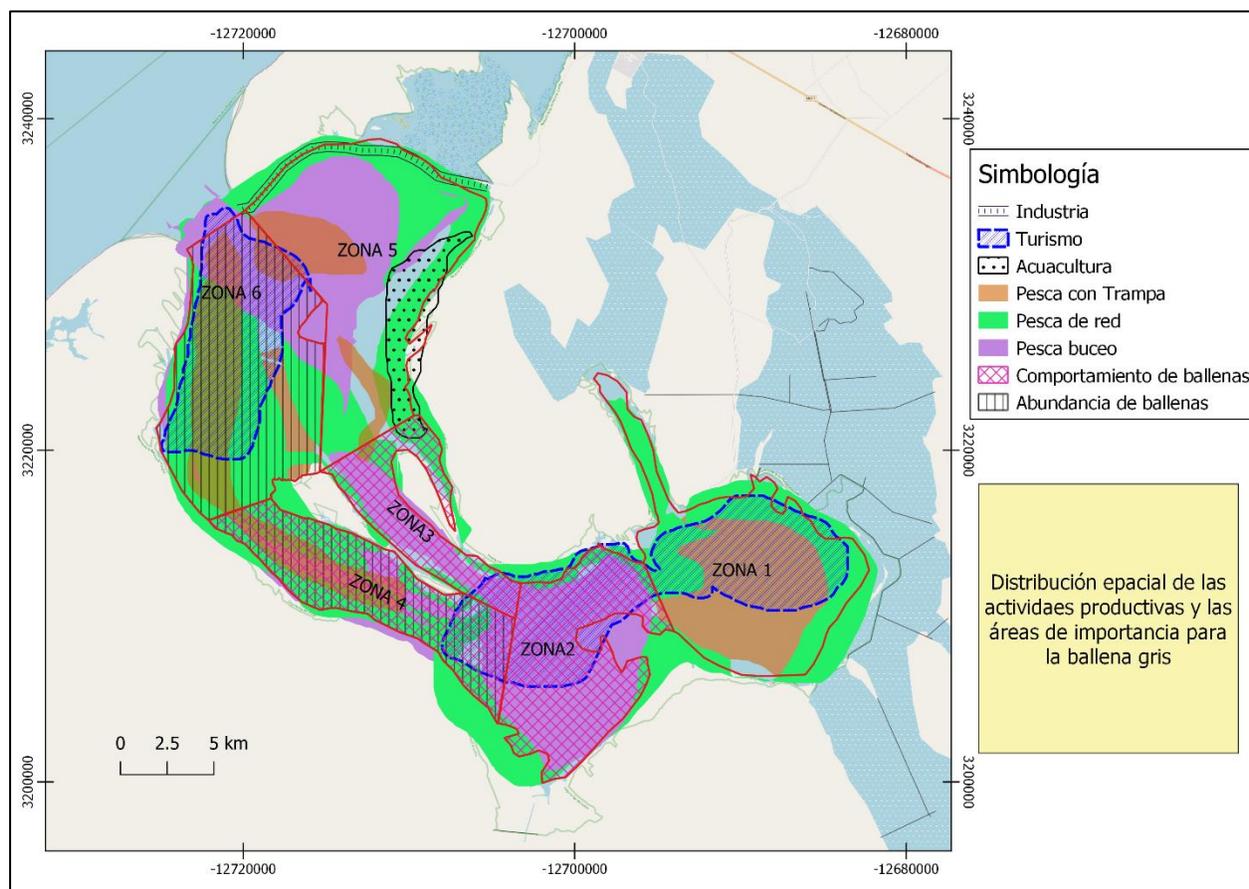


Figura 27. Distribución espacial de las actividades productivas y las áreas de importancia para la ballena gris dentro de la Laguna Ojo de Liebre.

Finalmente, se construyó un mapa donde se ubican las zonas de la Laguna Ojo de Liebre donde se debe priorizar la preservación de la ballena gris, zonas de manejo, zonas importantes para la reproducción y zonas consideradas de aprovechamiento (Fig. 28).

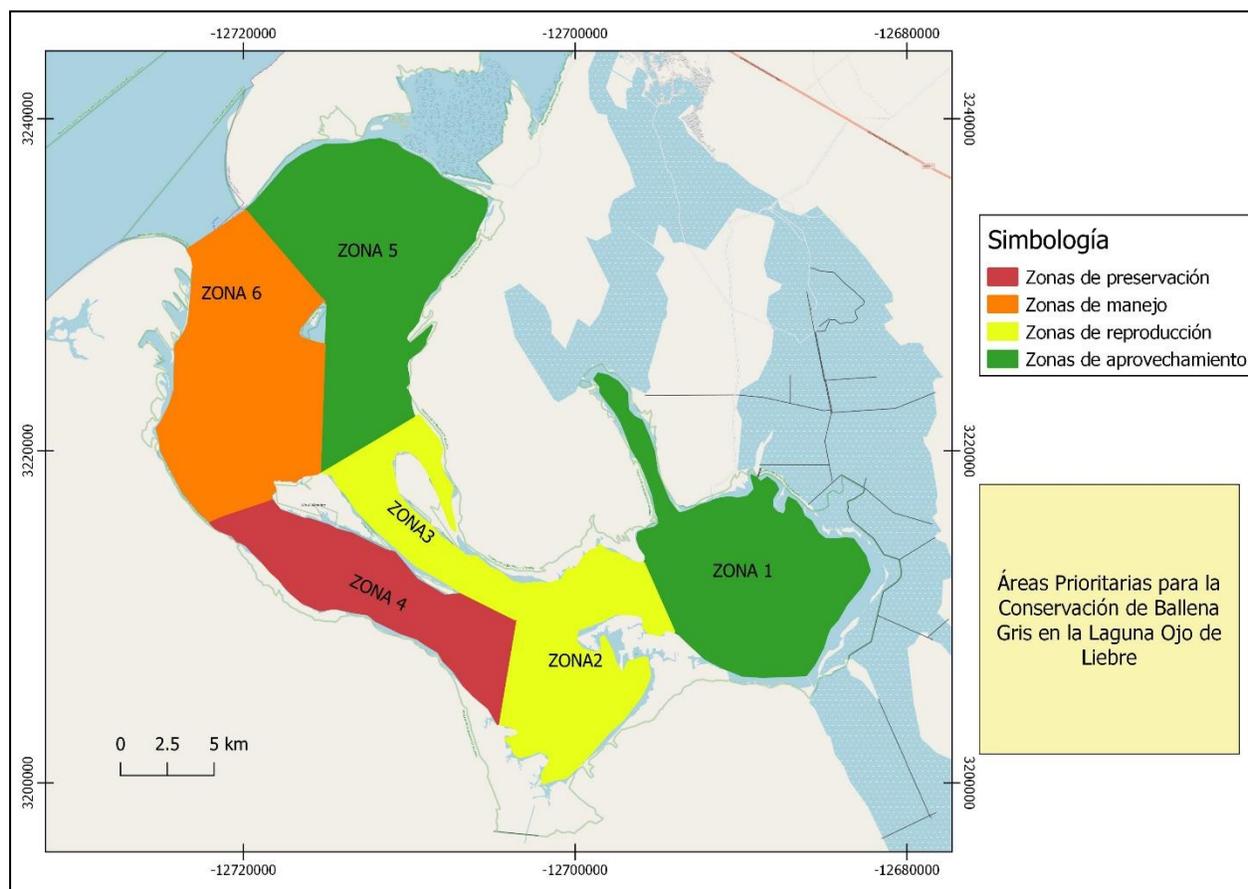


Figura 28. Áreas Prioritarias para la conservación de la Ballena Gris en la Laguna Ojo de Liebre.

8. DISCUSIÓN

8.1 Distribución espacio-temporal de la ballena gris dentro de la Laguna Ojo de Libre y su relación con variables ambientales

En la serie de datos analizada a lo largo del tiempo, se observan variaciones en la cantidad de ballenas que arriban a la Laguna. De manera general, se ha indicado que la distribución de la mayoría de las especies está definida por las interacciones entre las condiciones ambientales y el nicho ecológico que ocupan en el ecosistema (MacLeod, 2009). Dentro de las fluctuaciones de individuos de ballena gris se observan declives que posiblemente están relacionados con eventos de mortandad inusual como se ha reportado para diferentes periodos de tiempo (Gulland *et al.*, 2005; Steward y Weller, 2021), en las que se han encontrado ballenas varadas con condición corporal baja (Moore *et al.* 2001; Steward y Weller, 2021). Posterior a estos declives de abundancia de la población de ballenas se observa un incremento, por lo que se considera que estos declives representan eventos de corto plazo, y la población a largo plazo no tiene impactos directos (Steward y Weller, 2021).

Se ha documentado que los cambios en la temperatura del agua pueden influir en la distribución invernal de las ballenas grises a lo largo de la costa de Baja California, particularmente en las madres con cría (Gardner y Chávez-Rosales, 2000; Urbán *et al.*, 2003; Swartz *et al.*, 2013; Martínez, 2016). En 2015, se sugirió que el número de madres con cría presentes en Laguna Ojo de Libre era un reflejo de los cambios en el número total de crías nacidas en toda la población, la cual a su vez es dependiente del clima polar, ya que las variaciones climáticas afectan de manera directa la disponibilidad de alimento y por ende el estado nutricional de las ballenas preñadas (Salvadeo *et al.*, 2015). Durante este proyecto se encontró que, si bien, existe una relación entre la variabilidad de la temperatura y la presencia de ballenas en la laguna, no solamente la temperatura superficial del mar es el parámetro ambiental que determina la abundancia de ballenas en la Laguna, sino que también juegan un papel importante... (Que otras variables).

Por otro lado, el PDO (Oscilación Decadal del Pacífico), el cual ocurre cuando se mantienen condiciones relativamente constantes y se presentan fluctuaciones por encima o debajo de la media a largo plazo, por periodos de 10 años aproximadamente, éstas se reconocen como fluctuaciones decadales del Pacífico Norte (Mantua *et al.*, 1997 en Salvadeo *et al.*, 2011). Estas variaciones se reflejan en cambios de las características espaciales y temporales de la presión del nivel del mar, la temperatura del aire, temperatura superficial del mar y precipitación (Mantua y Hare, 2002). Las causas por las cuales ocurren estas variaciones no están completamente definidas, pero se ha sugerido que existen tres principales procesos que lo favorecen, el primer proceso se refiere a un sistema permanente de baja presión atmosférica localizado en las islas Aleutianas, el segundo es una corriente que transporta calor, sal, y materia orgánica e inorgánica de sur a norte a lo largo de las costas de Filipinas, Taiwán y Japón, y el tercero se refiere a la desviación de la temperatura del océano respecto de condiciones promedio (Bello-Jiménez, 2018). Los resultados encontrados en el presente proyecto establecieron una relación entre las variaciones en las abundancias de las ballenas grises que llegan a la Laguna Ojo de Liebre y el PDO, esto puede estar relacionado a que la serie de procesos que define al PDO dan características particulares de condiciones ambientales tanto a la Laguna Ojo de Liebre como al Pacífico Norte, las cuales influyen de manera directa los movimientos migratorios, éxito reproductivo, distribución y abundancia de las ballenas a lo largo de su ruta migratoria (Canadá, Estados Unidos y México).

Por lo que la comprensión de la distribución de la abundancia de las ballenas requiere una perspectiva integral que considere no solo las fluctuaciones en la temperatura o condiciones ambientales, sino también en la calidad y tipo de hábitat. Se ha sugerido que, si bien la temperatura es un factor determinante en la distribución de los cetáceos, existen algunas especies que son más vulnerables que otras y que entre otros factores pueden ser determinantes como, batimetría local, agotamiento de recursos, contaminación, perturbación y pérdida de hábitat (Würsig *et al.*, 2002; MacLeod, 2009; Martínez, 2016).

En relación a la distribución espacial de las ballenas hacia el interior de la Laguna, se estableció un uso preferencial de la zona 6 de la Laguna Ojo de Liebre, la cual, si bien es una zona donde se realizan diferentes actividades productivas y una zona de tránsito de embarcaciones, no se tiene un impacto negativo con la distribución de las ballenas dentro de la laguna. Asimismo, se observó que la zona 6 se localiza cercana a la boca de la Laguna y que por ella pasa el canal principal de intercambio de agua de la Laguna, la batimetría de la laguna es variable y cuenta con diferentes barreras arenosas y bajos, asimismo, cuenta con un canal principal el cual nutre la laguna y puede llegar a tener profundidades de hasta 30m, sin embargo, cuenta con diferentes canales de dispersión de agua hacia toda la laguna (Cruz-Agüero *et al.*, 1996, Riosmena-Rodríguez, 2016). De esta manera, es posible que la batimetría de la laguna en la zona 6 sea un factor determinante para su utilización por parte de las ballenas que arriban a la Laguna, más que otras zonas.

8.2 Comportamiento de la ballena gris dentro de la Laguna Ojo de Libre

De manera general, se logró identificar que el comportamiento de las ballenas puede estar determinado por la topografía de la laguna en cada una de las zonas y relacionado con las actividades productivas que se llevan a cabo. Se identificaron diferentes comportamientos preferentes de acuerdo con la zona donde se encontraban las ballenas, en la zona 1 el principal comportamiento fue huida, en esta zona hay tránsito tanto de embarcaciones dedicadas al ecoturismo y a la pesca, es una zona de poca profundidad y se encuentra localizada al final de la Laguna (Riosmena-Rodríguez, 2016), lo que le confiere características con las que puede representar un área de refugio, sin embargo, debido a los cambios de marea la zona queda prácticamente seca durante marea baja (Álvarez y Granados, 1992; Cruz-Agüero *et al.*, 1996), por lo que las ballenas deben retirarse de la zona a riesgo de quedar varadas. Se ha indicado que las ballenas grises pueden responder de dos maneras al tráfico de embarcaciones: generalmente ignoran la presencia de embarcaciones o se acercan a los botes y permiten un acercamiento llamado comportamiento amistoso (Swartz *et al.*, 2007), sin embargo, al sentir alguna presión ante el paso o presencia de embarcaciones se retiran del sitio (Mosgi, 1998), tal como se observó para esta zona.

En la zona 2 se observó variedad en los comportamientos utilizados, el comportamiento amistoso observado entre las ballenas grises y los humanos refleja la relación que existe entre ambas partes, en México este comportamiento fue observado por primera vez por un pescador local dentro de la Laguna San Ignacio y ha sido un comportamiento detonante para el desarrollo del ecoturismo en la península de Baja California (Urban, 2000; Urban et al., 2003; Troyo-Vega *et al.* 2019). Dentro de la zona 2 la principal actividad antropogénica observada fue turismo, esta zona forma parte de uno de los dos polígonos destinados para realizar la observación de ballena (CONANP, 2000), como se mencionó anteriormente las ballenas pueden reaccionar de diferentes maneras ante la presencia de embarcaciones (Mosgi, 1998; Swartz et al. 2007), el comportamiento amistoso es el más popular para los turistas. Cuando las ballenas no son afectadas realmente por el paso o presencia de embarcaciones y las ignoran tienen oportunidad de realizar otros comportamientos, físicamente esta zona se localiza en la parte final del canal principal de la laguna, por lo que la misma batimetría de la zona (¿Que profundidad tiene esta zona?), les permite realizar diferentes comportamientos, tales como salto y aleta caudal, ya que las ballenas pueden tener más espacio hacia el fondo de la laguna para realizar inmersiones.

En la zona 3, también se encontró diversidad de comportamientos utilizados por las ballenas, espía, nado lateral, descanso y amamantamiento. En esta zona se tiene poca actividad antropogénica tanto de turismo, como de pesca y es una zona somera, pero tiene un pequeño canal de 6 a 10 m de profundidad (Riosmena-Rodríguez, 2016), por lo que no queda completamente descubierto durante marea baja (Álvarez y Granados, 1992; Cruz-Agüero *et al.*, 1996). Esta zona ofrece protección y tranquilidad para que las ballenas lleven a cabo el cuidado de sus crías recién nacidas, por lo que se observaron diferentes comportamientos.

Respecto a la zona 4, en esta zona se localiza el área del canal con mayor profundidad, hasta 30m (Riosmena-Rodríguez, 2016). Aquí se observaron pocas embarcaciones y principalmente en tránsito, por lo que, al no ser afectadas por estas embarcaciones, las ballenas tienen oportunidad de llevar a cabo comportamientos que requieren de poco impacto humano como el apareamiento, nado lateral, salto, y caudal suspendido. Particularmente, el comportamiento de

caudal suspendida está relacionado con inmersiones profundas, lo cual a su vez puede estar vinculado con la misma batimetría y profundidad de la zona, asimismo, este comportamiento se ha relacionado con la inmersión para la búsqueda de alimento en el fondo de la laguna (Stelle *et al.* 2008). Las ballenas grises son los únicos mysticetos que se alimentan de bentos, realizan inmersiones profundas en las que remueven el sedimento en búsqueda de anfípodos, misidáceos y algunas formas de poliquetos para alimentarse (Urbán, 2000); aunque por lo general se relaciona la alimentación de las ballenas grises en latitudes altas (Swartz *et al.*, 2006), se ha documentado este comportamiento también para las zonas de hibernación, particularmente para la Laguna Ojo de Liebre (Villa-Ramirez *et al.*, 1981; Urbán, 2000; Caraveo, 2004; Lagerquist, 2019).

En la zona 5 se observó poco uso por parte de las ballenas en comparación con el resto de la laguna, aunque se localiza cerca de la entrada de la laguna, es un área relativamente somera (Riosmena-Rodríguez, 2016) y durante el desarrollo de este estudio se encontraron embarcaciones menores principalmente en tránsito, aunque también dedicadas al turismo y pesca, así como embarcaciones mayores pertenecientes a la salinera en tránsito. Si bien las ballenas pueden ignorar el paso de embarcaciones, también hay estudios que indican que el ruido del paso de embarcaciones puede afectar a las ballenas, principalmente en su bioacústica, alimentación y comportamiento (Dalheim *et al.*, 1981; Mosgi, 1998; Bass, 2000; Ollervides, 2001; Urban *et al.* 2003; Dalheim y Castellote, 2016). Así, posiblemente debido a las características batimétricas y de actividad humana, las ballenas no utilizan de manera preferente esta zona, y aquellas que se encuentran se observaron en las áreas más profundas de la zona, principalmente descansando o en tránsito, es decir solo pasando por la zona.

La zona 6 comprende la entrada de la laguna con respecto a la Bahía Sebastián Vizcaíno y la entrada del canal principal que nutre a la laguna en donde se pueden encontrar profundidades de hasta 20 m (Riosmena-Rodríguez, 2016). Esta zona es utilizada para diferentes actividades pesqueras, tránsito de embarcaciones y turismo, por lo que el principal comportamiento de las ballenas en esta zona es la huida, sin embargo, derivado del tamaño de la zona y la laguna, pueden encontrar áreas poco perturbadas y con la batimetría adecuada que les permite aparearse, dar

saltos y descansar, este último principalmente observado a las orillas del canal principal, donde las zonas son poco menos profundas. Si bien, se ha observado que la presencia de actividades humanas puede afectar el comportamiento de las ballenas (Dalheim et al., 1981; Mosgi, 1998; Bass, 2000; Ollervides, 2001; Urban et al. 2003; Dalheim y Castellote, 2016), dado el tamaño y características de la zona, las ballenas pueden realizar diferentes comportamientos sin ser afectadas por la presencia humana.

En las zonas con una batimetría más profunda las ballenas tienen oportunidad de realizar una mayor diversidad de comportamientos aunque haya presencia humana, sin embargo, en las zonas de menor profundidad con actividad humana se observó una menor presencia de ballenas en general y una menor variedad de comportamientos, mientras que las zonas de menor profundidad con poca o nula actividad humana son utilizadas con una mayor variedad de comportamientos e incluso comportamientos de amamantamiento. Así, el comportamiento de las ballenas dentro de la laguna Ojo de Liebre está determinado tanto por las características propias de batimetría y profundidad de la laguna y por la presencia de actividades humanas.

8.3 Actividades productivas en la Laguna Ojo de Libre

Se considera que de manera general toda la Laguna Ojo de Liebre es una de las lagunas más productivas de México, sin embargo, hacia el interior de la laguna las actividades tienen una distribución espacial, es decir, no todas las actividades se llevan a cabo en toda la laguna. Dentro del desarrollo del presente proyecto, tanto en la información obtenida por observaciones de campo como a través de los talleres se pudo notar que las zonas con mayor actividad antropogénica se centran hacia la parte cercana a la boca de la laguna (Zona 5 y 6), esto posiblemente relacionado con la batimetría y características propias de la laguna, así como a los recursos presentes en estas zonas. Se ha observado que existe una variación a lo largo del tiempo de los recursos aprovechados por la pesquería, en el porcentaje de volumen aprovechado por especie (CONANP, 2019), hacia 2011, el volumen de captura de especies estaba centrado en el calamar (41%) y la almeja (39%), sin embargo, para 2015 la actividad se centró en almejas (61%) (CONANP, 2019). En los resultados obtenidos en este proyecto se encontró que en la zona 5 y 6

se utilizaron los tres tipos de pesca considerados, pesca de buceo, pesca con trampa y pesca con red, lo que hace notar que en esta parte de la laguna se encuentra una variedad de especies que son aprovechadas por las pesquerías.

Con relación a la industria, ésta se centra en la producción de sal por parte de la empresa Exportadora de Sal S.A de C.V, dicha producción se lleva a cabo a cielo abierto mediante evaporación, su proceso inicia en los vasos de concentración las cuales mantienen una ubicación cercana a la costa y localizadas hacia el final de la laguna donde se cuenta con bombas mediante las cuales se ingresa el agua de la laguna al proceso de aprovechamiento, hay 13 áreas de concentración en donde se forma un gradiente de salinidad (Tamez-Hidalgo, 2009; Luna-Guerrero *et al.*, 2015). El agua se pasa a los vasos de cristalización, esta etapa consiste en 32 vasos en los cuales aumenta la salinidad hasta la precipitación de sal de mesa (NaCl) para su posterior cosecha (Tamez-Hidalgo, 2009). Una vez cosechada, se apila en un área cercana a la línea de costa conocida localmente como “El Chaparrito”, en esta zona se localiza el puerto de embarque de ESSA, en donde se embarca la sal cosechada en barcazas y es transportada a sus sitios de concentración en Isla Cedros. Dentro de los resultados de este proyecto se encontró que las barcazas pasan por las zonas 5 y 6 durante el transporte de sal, el tránsito de embarcaciones mayores utiliza únicamente un canal bien definido cercano a la línea de costa en la zona 5 con profundidades que van de 8 a 14 m y converge con la zona 6 en la boca de la Laguna en donde la profundidad alcanza los 18 m (Riosmena-Rodríguez, 2016), para posteriormente integrarse a la Bahía Sebastián Vizcaíno. Durante el desarrollo de este proyecto, no se observó interacción directa de las ballenas que utilizan la zona y las embarcaciones mayores.

Respecto a las actividades inherentes al sector turístico, dentro de la Laguna Ojo de Liebre, éstas están gobernadas por la observación de ballenas desde embarcaciones menores, por lo que el éxito de esta actividad está determinado por la cantidad de ballenas que arriban a la laguna. Actualmente, esta actividad no se puede realizar dentro de toda la Laguna, se cuenta con una restricción que limita la observación de ballenas a dos polígonos señalados en el Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (CONANP, 2000). En 1996 se dieron a conocer estos dos

polígonos a través de la NOM-EM-074-ECOL y se señalan a partir de la NOM-131-ECOL-1998 (Gómez-Gallardo *et al.*, 2016). Dentro de los resultados obtenidos durante el presente proyecto se observó que uno de los polígonos se localiza en la zona 6, y el segundo incluye una parte de la zona 1 y de la zona 2, estos polígonos fueron similares tanto en las observaciones en campo como en la información brindada por los actores clave durante los talleres, asimismo, concuerda con los sitios autorizados para el desarrollo de la actividad por parte de las autoridades correspondientes. En México, la observación recreacional de la ballena gris ha mostrado una demanda creciente especialmente en la costa noroeste de Baja California Sur, donde turistas tanto nacionales como extranjeros se desplazan a las comunidades para disfrutar y gozar los atractivos turísticos relacionados con el avistamiento de ballenas (Guerrero-Ruiz *et al.*, 2006; Troyo, 2019).

La actividad acuícola es relativamente reciente dentro de la Laguna, se desarrolló como una alternativa para la diversificación económica y productiva de la región, incluso está propuesta es una de las estrategias de adaptación al cambio climático consideradas para el desarrollo del área (CONANP, 2019). Por el momento, la producción acuícola dentro de la Laguna se limita al ostión japonés (*Crassostrea gigas*) y como se observa en el apartado de resultados, se lleva a cabo en un área definida dentro de la zona 5. En México, la producción comercial del ostión japonés inicia como semilla dentro de un laboratorio, los organismos son llevados al medio natural para su crecimiento o engorda (Chávez-Villalba, 2014). Generalmente se trabajan sistemas de canastas colgantes situadas en contacto directo con las corrientes, o, por el contrario, los animales se colocan en bolsas o sartas, y estas se montan en estructuras metálicas colocadas en sitios muy someros (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2001; Chávez-Villalba, 2014). Pese a sus bondades productivas, el ostión japonés es considerada una de las especies marinas invasoras más agresivas, pues en diferentes países de América del Sur y Europa, esta especie ha logrado generar poblaciones en el medio natural, lo que representa un peligro ecológico, ya que esta especie tiene gran habilidad competitiva y desplaza a las especies locales del bentos (Troost, 2010). En este sentido, el desarrollo excesivo de esta actividad puede llegar a generar una degradación del hábitat de la ballena gris durante su época reproductiva.

8.4 Condiciones socioeconómicas y sociedad en torno a la Laguna Ojo de Liebre

La comprensión de la sociedad que gira en torno al sitio donde se pretende realizar acciones de conservación y manejo es de vital importancia, pues nos permite tener una visión integral sobre los diferentes factores que influyen en el cumplimiento de las acciones y su efectividad real.

Durante este proyecto se logró identificar que la mayoría de los pobladores de Guerrero Negro cuenta con educación básica, se encontró que aquellos que no cuentan con educación básica se limitan al sector pesca, a nivel estatal se cuenta con un rezago educativo de 21.8%, lo cual coloca al estado de Baja California Sur en el lugar 26 a nivel nacional (INAE, 2023). El rezago educativo es de suma importancia para el desarrollo de la sociedad, pues la educación brinda oportunidades para generar un mayor bienestar individual, familiar y social, lo que se convierte en mejor calidad de vida (INEGI, 2004). Al hablar del desarrollo sustentable de una comunidad, es necesario considerar el rezago educativo del área, toda vez que la educación es una herramienta que permite generar estrategias para enfrentar los retos de una manera más organizada y consciente del entorno.

Respecto al índice de bienestar socioeconómico (IBS), dentro de los resultados de este proyecto se encontró un valor de 75.86, ya que la escala es de 0 a 100, siendo 0 un índice de bienestar socioeconómico nulo y 100 el máximo nivel de bienestar (Oulhaj *et al.*, 2019). El valor del IBS observado para la comunidad de Guerrero Negro indica que la comunidad está por arriba de la media de bienestar socioeconómico, es decir, que no se encuentran en un nivel de carencia social total, pero pudieran tener una mejor cobertura de sus necesidades básicas y mejores ingresos.

Respecto al desarrollo de las actividades productivas, la pesca se desarrolla a lo largo de todo el año, sin embargo, la temporalidad de aprovechamiento de cada recurso es diferente. La evaluación de las características en las que se desarrollan las pesquerías proporciona datos que permiten establecer las medidas de manejo (Vázquez-Hurtado *et al.*, 2010). En general, existe una gran presión sobre los recursos naturales, esto como parte del rápido crecimiento poblacional y la falta de alternativas productivas (Aguilar, 2019). En este contexto, conocer la temporalidad en

que se aprovechan los diferentes recursos dentro de la Laguna Ojo de Liebre, permite establecer una línea base para el desarrollo sustentable de la laguna. Los recursos aprovechados dentro de la laguna, a la par con la llegada de ballenas grises, son langosta, jaiba, pulpo, almejas (conchaespina), camarón y escama; derivado del tipo de arte de pesca que se utiliza en cada recurso, no hay un empalme espacial directo entre el aprovechamiento de los recursos pesqueros y las ballenas dentro de la Laguna, aunque converjan de manera temporal. Dentro del valor de venta de los principales recursos aprovechados dentro de la Laguna Ojo de Liebre, la langosta es el producto con un precio más elevado y menor cantidad de kilogramos vendidos. La importancia de la pesquería de langosta trasciende no solo a nivel regional, sino también nacional, de acuerdo con los volúmenes de captura, valor, captación de divisas y empleos (Casas-Valdez y Ponce-Díaz, 1999).

El desarrollo del turismo dentro de la Laguna está determinado por la presencia de las ballenas, toda vez que dicha actividad está centrada en la observación de ballenas, es decir, de diciembre a abril, tal como se encontró en los resultados del presente estudio. La Norma Oficial Mexicana NOM-131-SEMARNAT-2010 establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de la observación de ballena en año con año, indicando la temporalidad permitida para realizar esta actividad.

Por otro lado, la acuacultura de ostión japonés es una actividad que se lleva a cabo durante todo el año, sin embargo, de acuerdo con los resultados del presente estudio, no converge con las áreas de distribución principales de la ballena gris dentro de la laguna. Se ha indicado que el desarrollo de la acuacultura de esta especie debe mantener cuidado de los organismos que ingresan al cultivo, puesto que esta es una especie considerada como exótica invasora (PNUD México, 2019). De hecho, hacia dentro de la Laguna Ojo de Liebre se considera un muy elevado peligro de invasión formal y establecimiento de la especie, ya que se ha confirmado la presencia de ejemplares en vida libre de ostión japonés (*Crassostrea gigas*) en diversos sitios de fondo rocoso, los cuales presentan gónadas en reproducción activa (PNUD México, 2019).

Asimismo, dentro de la Laguna Ojo de Liebre se encuentra el sector industrial representado por Exportadora de Sal S.A. de C.V., de manera general en cuestión espacial únicamente converge el paso de las barcazas con el área donde se encuentran las ballenas grises durante su temporada de arribo a esta laguna, se ha indicado que la producción de sal representa la principal fuente de ingreso en Guerrero Negro, adicional a los empleados que laboran directamente en Exportadora de Sal S.A. de C.V., se beneficia a los habitantes de los Ejidos Benito Juárez, Héroes de Chapultepec, Gómez Palacio y Gustavo Díaz Ordaz, ya que perciben por parte de ESSA un pago anual por la renta del territorio ocupado por la empresa (Luna-Guerrero *et al.*, 2015).

Para generar una herramienta encaminada al desarrollo sustentable es necesario conocer e integrar las diferentes realidades en las que se encuentran los habitantes o en este caso los usuarios de los recursos de la Laguna Ojo de Liebre. Mediante los mapas cognitivos difusos se pudieron identificar los temas prioritarios al hablar de la Laguna Ojo de Liebre para cada sector, conocer esta información nos permite tener la oportunidad generar acciones de conservación y gestión de políticas que permitan una integración de los diferentes sectores que lo utilizan encaminado al desarrollo sustentable de la zona (Gray *et al.*, 2013 a y b). En este caso se identificaron como temas prioritarios en torno a la Laguna el turismo, conservación, contaminación, ballena gris y aves; por lo que se sugiere que al encaminar la gestión de políticas en torno a estos temas se puede desarrollar un beneficio hacia todos los sectores.

8.5 Áreas prioritarias para la Conservación de la Ballena Gris

El desarrollo de estrategias de conservación debe considerar la interacción de los diferentes actores que ocurre dentro del área o ecosistema que se pretende proteger o conservar, así como los posibles conflictos que se pueden llegar a suscitar dentro de la zona derivado del uso, aprovechamiento o apropiación de los recursos del lugar y a la par considerar los objetivos de conservación (Romero *et al.*, 2004; Geneletti y van Duren, 2008). Adicionalmente, los territorios cuentan con atributos que forman parte del bien común, tales como el mantenimiento de la calidad de las aguas, del aire, de los suelos y de la diversidad de las especies biológicas y sus hábitats, para los futuros habitantes, sin discriminar su condición social y económica (Romero *et*

al., 2004). Estos atributos “comunes” no sólo se limitan al conjunto de recursos y bienes productivos, sino también, una compleja red de servicios ambientales, cuyo valor total es difícil de establecer, pero cuyo conjunto constituye el sistema existente en el territorio (Romero et al., 2004).

En este contexto multidimensional, durante el presente trabajo de manera espacial se identificaron las áreas en las que se desarrollan las diferentes actividades productivas (pesca, acuicultura, turismo e industria) en conjunto con las áreas de importancia para la ballena (por abundancia y comportamiento). Dentro de los resultados obtenidos se logró identificar que la zona 6 es donde convergen la mayoría de las actividades productivas, es decir, hacia esta zona está focalizado el impacto que puede existir. Asimismo, esta zona es de importancia para la abundancia de ballenas, por lo que esta zona es un área que debe ser considerada como prioritaria en cuestión de la implementación de estrategias de manejo focalizadas en el monitoreo tanto del impacto de las actividades productivas como de las ballenas.

Adicionalmente, se identificó que la zona 4 es de importancia para las ballenas que arriban a la Laguna, tanto por la abundancia como por los comportamientos realizados, a la vez que resulta de importancia para el desarrollo de actividades de pesca y turismo. Por lo que esta zona es un área prioritaria para la implementación de estrategias de conservación de la ballena gris, desde una perspectiva espacial de la Laguna, con respecto a las actividades antropogénicas.

Como se ha mencionado anteriormente, para que funcionen las estrategias de manejo y conservación de algún sitio es importante considerar a la sociedad que interactúa de manera directa con el uso de los recursos. Así, dentro del desarrollo del presente estudio se identificó que aunque hay una diversidad de recursos pesqueros, que son aprovechados mientras la ballena gris hace uso de la laguna, el recurso que presenta la mejor relación entre el precio de venta y el menor volumen de aprovechamiento es la langosta, es decir, es el recurso más rentable. Para los otros recursos aprovechados en la laguna, se considera que, ya que no se le da un valor agregado

al producto, es posible que, si existiera una inversión para procesar estos productos y darles un valor agregado, generarían un mayor ingreso para la comunidad pesquera de Guerrero Negro.

Por otro lado, la acuicultura dentro de la Laguna está enfocada en ostión japonés, una especie considerada como invasora, debido a que es una especie muy competitiva y puede desplazar con facilidad especies locales (Troost, 2010; PNUD México, 2019). Esto puede representar una degradación del hábitat de la Laguna y afectar a la población de ballena gris que arriba durante su reproducción y a las demás especies que allí habitan, por lo que se sugiere la generación de un sistema de detección temprana y respuesta rápida en el caso de que detectar una población de ostión japonés en vida libre dentro de la Laguna Ojo de Liebre. De manera similar, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) de México sugiere la generación de estrategias y trabajo junto con las empresas dedicadas a esta actividad con el fin de prevenir afectaciones en la riqueza, diversidad y calidad de hábitat de zona (PNUD México, 2019).

Las personas que llevan a cabo las actividades productivas dentro de la Laguna Ojo de Liebre habitan principalmente en la comunidad de Guerrero Negro, por lo que resulta importante integrar también el bienestar socioeconómico de esta localidad, toda vez que, para avanzar hacia un desarrollo sustentable de la zona, debe ir de la mano el avance social de los usuarios de los recursos junto con la conservación y aprovechamiento de los mismos. El exceso de restricciones da paso al aprovechamiento ilegal o piratería de los recursos de la zona, y la falta de implementación de estrategias de manejo y conservación de los ecosistemas, conlleva a una sobreexplotación de los recursos y degradación del hábitat. Por lo que, es necesario plantear un equilibrio entre la normatividad y el aprovechamiento de los recursos encaminado hacia el desarrollo sustentable del área.

En el presente proyecto se propone un mapa donde se ubican las zonas prioritarias, como se menciona anteriormente, la zona 4 es importante para la generación de estrategias de conservación y preservación de las ballenas, por lo que se considera que en esta zona se debe excluir del polígono considerado actualmente para el desarrollo de la observación de ballenas.

Asimismo, la zona 6 es de importancia para las estrategias de manejo, por lo que se debe hacer una evaluación más profunda sobre el impacto que tiene el paso de embarcaciones sobre el comportamiento de ballenas en esta zona, ya que puede ser una zona de conflicto. Las zonas 2 y 3 son de importancia para la reproducción de las ballenas, por lo que se sugiere la implementación de programas de vigilancia para las actividades ecoturísticas que se desarrollan en la zona y recomendaciones para la velocidad en el paso de embarcaciones, esto con la finalidad de minimizar el impacto que se pudiera generar en las ballenas y su comportamiento reproductivo. En las zonas 1 y 5 se considera principalmente el aprovechamiento, estas zonas no representan un conflicto con el arribo y reproducción de las ballenas dentro de la Laguna Ojo de Liebre.

De esta manera el presente estudio aporta una línea base con información socio ecológica sobre lo que sucede dentro de la Laguna Ojo de Liebre que puede ser considerada por los tomadores de decisiones para generar estrategias de manejo integrales que resulten ser funcionales al momento de su implementación.

9. CONCLUSIONES

- La abundancia de ballenas grises que recibe la Laguna Ojo de Liebre cada año es variante y se relaciona no solo con una variable ambiental, sino con un conjunto de condiciones determinadas en el PDO. Asimismo, de manera temporal, el mes durante el que se puede encontrar las mayores abundancias de ballenas dentro de la laguna es durante febrero.
- En relación con la distribución espacial de las ballenas, se encontró que está determinada principalmente por la batimetría de la laguna. Las zonas que mostraron las mayores abundancias de ballenas fueron las zonas 4 y 6.
- Las ballenas varían en sus comportamientos de acuerdo con las zonas consideradas dentro de la Laguna Ojo de Liebre, sin embargo, se logró identificar que las zonas prioritarias para comportamientos relacionados con la reproducción y crianza fueron las zonas 2, 3 y 4.
- Respecto a la distribución espacial de las actividades productivas, se pudo identificar que, si bien toda la laguna es importante para el aprovechamiento y uso de los recursos, las zonas 5 y 6 son donde converge el desarrollo de la mayoría de las actividades productivas, por lo que en estas zonas es en donde se observa una mayor cantidad de embarcaciones para cada actividad.
- De manera temporal, las actividades productivas también son variantes, la pesca se lleva a cabo durante todo el año, sin embargo, varía de acuerdo con el recurso aprovechado, en este sentido los recursos que son aprovechados por la pesca durante la estancia de la ballena gris en la laguna son la langosta, jaiba, pulpo, almejas, camarón y escama. La acuacultura y el paso de embarcaciones del sector industrial también están presentes a largo de todo el año, mientras que el turismo se desarrolla únicamente durante el periodo de estancia de las ballenas dentro de la Laguna.
- Con relación a las condiciones socioeconómicas, se encontró que existe un rezago educativo del 20% únicamente en el sector pesquero, en cuanto a carencia de servicios

básicos de vivienda en todos los sectores se tuvo un 23.41%, mientras que en la carencia por calidad y espacios de vivienda fue de 4.3%, respecto a la carencia por disponibilidad de bienes y servicios se encontró el mayor porcentaje (38.5%) en la comunidad en general.

- El valor del Índice de Bienestar Socioeconómico (IBS) para Guerrero Negro fue de 75.86, lo que indica que la comunidad está por arriba de la media de bienestar socioeconómico, es decir, que no se encuentran en un nivel de carencia social total, pero pueden tener mejores condiciones básicas, así como ingresos.
- En cuanto al desarrollo de las actividades productivas dentro de la laguna, se encontró que, en la pesca, la langosta es el recurso que es menormente extraído y que cuenta con el valor más alto, mientras que, la escama es el de menor valor comercial y del cual se extrae en mayor volumen. La acuacultura está centrada en el ostión japonés, este recurso cuenta un valor comercial bajo, pero se tiene una alta producción.
- Dentro de los talleres sectoriales participativos se logró identificar los principales componentes dentro de la realidad de cada sector al hablar de la Laguna Ojo de Liebre, aquellos presentes en la mayoría de los sectores fueron turismo, conservación, contaminación, ballena gris y aves, los cuales representan los principales temas en los que se pueden gestionar políticas y acciones encaminadas al desarrollo sustentable que son de importancia para todos los sectores.
- De manera espacial dentro de la Laguna Ojo de Liebre, se identificó que la Zona 6 es de importancia tanto para el desarrollo de las actividades productivas como para la población de ballena gris, por lo que se considera como prioritaria en cuestión de la implementación de estrategias de manejo focalizadas en el monitoreo del impacto de las actividades productivas. Además, la zona 4 es de importancia para las ballenas que arriban a la Laguna, tanto por abundancia como por comportamiento, a la vez que resulta de importancia para el desarrollo de actividades de pesca y turismo, por lo que se considera como un área prioritaria para la implementación de estrategias de conservación de la ballena gris, desde una perspectiva espacial de la Laguna.

- Para generar estrategias encaminadas a un desarrollo sustentable de la Laguna Ojo de Liebre, se debe considerar una visión multidimensional, en donde el desarrollo social y económico de la región debe ir de la mano con políticas de conservación de los recursos, es decir, un equilibrio entre la normatividad y el uso y aprovechamiento de los recursos.

10. LITERATURA CITADA

- Alvarado, J., Galindo, J., Idaware, M., Migoya, R. y Vázquez, M. (1986). Evaluación de los parámetros ambientales y su relación con la distribución y movimientos de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*, Lacepede 1804) en la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México. *Ciencia Pesquera*, (5): 33-49.
- Álvarez Borrego, S. y Granados Guzmán, A. (1992). Variación espacio-temporal de temperatura en un hábitat de invierno de la ballena gris: Laguna Ojo de Liebre. *Ciencias Marinas*, 18(1): 151-165. doi: 10.7773/cm.v18i1.872.
- Bello-Jiménez B.L. (2018). *Evaluación de la influencia de la Oscilación Decadal del Pacífico en la lluvia de verano y la incidencia de Sistemas Tropicales en Baja California Sur, bajo el efecto del Cambio Climático. Tesis de Maestría*. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México.
- Calambokidis, J y Baird R.W. (1994). Status of marine mammals in the Strait of Georgia, Puget Sound and the Juan of Fuca Strait. In: *Review of the Marine Mammals in the Strait of Georgia, Puget Sound and the Juan of Fuca Strait*. Panel of the British Columbia/Washington Environmental Cooperation Council. pp. 282-300.
- Cabello-Pasini A., Muñoz-Salazar, R. y Ward, D. (2003). Annual variations of biomass and photosynthesis in *Zostera marina* at its end of distribution in the North Pacific. *Aquatic Botany*, 76:31-47. doi: 10.1016/S0304-3770(03)00012-3.
- Cabello-Pasini A., Muñoz-Salazar, R. y Ward, D. (2004). Caracterización bioquímica del pasto *Zostera marina* en el límite sur de su distribución en el Pacífico Norte. *Ciencias Marinas*, 30(1A): 21-34. doi: 10.7773/cm.v30i11.123
- Carabias J., Provencio, E., de la Maza, J., Gutiérrez, D., Gómez, M. y Sánchez, V. (2000). *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera el Vizcaíno*. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Carmona, R. y Danemann. G. (1998). Distribución espaciotemporal de aves en la salina de Guerrero Negro, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 24: 389-408. doi: 10.7773/cm.v24i4.766.
- CONANP. (2000). *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Cruz-Agüero J., Arellano Martínez, M. y Cota-Gómez, V.M. (1996). Lista sistemática de los peces marinos de las Lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro, B.C.S., México. *Ciencias Marinas*, 22(1): 111- 128. doi: 10.7773/cm.v22i1.831.
- DOF. (1972). *Decreto que declara zona de refugio para ballenas y ballenatos, las aguas del área de la Laguna Ojo de Liebre, al sur de la Bahía Sebastián Vizcaíno, en el Litoral del Océano Pacífico, Territorio de Baja California*. Disponible en: https://simec.conanp.gob.mx/pdf_decretos/114_decreto.pdf [consulta: 8 febrero 2021].
- DOF. (1988). *Decreto por el que se declara la reserva de la biósfera "El Vizcaíno", ubicado en el Municipio de Mulegé, BCS*. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4794242&fecha=05/12/1988 [consulta: 10 febrero 2021].
- FAO. (2021). *Guía de evaluación rural rápida*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/w2352e/W2352E03.htm#ch3>. [consulta 22 de febrero de 2021].
- Gardner, S.C., y Chávez-Rosales, S. (2000). Changes in the relative abundance and distribution of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Magdalena Bay, Mexico during an El Niño event. *Marine Mammal Science*, 16 (4): 728-738. doi: 10.1111/j.1748-7692.2000.tb00968.x.

- Geneletti, D. y van Duren, I. (2008). Protected area zoning for conservation and use: A combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation. *Landscape and Urban Planning*, 85: 97-110. doi: 10.1016/j.landurbplan.2007.10.004.
- Gilmore, R.M. (1960). Census and migration of the California gray whale. *Norsk Hvalfangst-. Tidene*, 49(9): 409-431.
- Gómez-Gallardo, E.A., Paredes Lozano, L. Leyva Aguilera J.C. (2016). *Estudio de límite de cambio aceptable mediante el análisis integral de la actividad turística de observación de la ballena gris (Eschrichtius robustus) en Laguna Ojo de Liebre y Laguna San Ignacio, B.C.S. Informe final*. Reserva de la Biosfera El Vizcaíno-CONANP. México.
- Gonzalez-Ocampo, H.A., Cortés-Calva, P., Íñiguez-Davalos, L.I. y Ortega-Rubio, A. (2014). Las áreas naturales protegidas de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 60: 7-15.
- Gowan, T.A. y Ortega-Ortiz, J.G. (2014). Wintering habitat model for the North Atlantic right whale (*Eubalaena glacialis*) in the southeastern United States. *PLOS ONE*, 9(4): 95-126. doi: 10.1371/journal.pone.0095126.
- Gulland, F.M.D., Perez-Cortes, H. Urban, R., Rojas-Bracho, L., Ylitalo, G., Weir, J., Norman, S.A., Muto, M.M., Rugh, D.J., Kreuder, C. y Rowles, T. (2005). *Eastern North Pacific gray whale (Eschrichtius robustus) unusual mortality event, 1999–2000*. NOAA Technical Memorandum NMFS-AFSC- 150. 33 p.
- INEGI. (2010). *Censo de población y vivienda 2010*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/#Microdatos> [consulta: 15 de abril 2021].
- INEGI. (2016). *Inventario Nacional de Viviendas 2016*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv/> [consulta: 16 de abril 2021].
- INEGI. (2017). *Anuario estadístico y geográfico de Baja California Sur 2017*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI. (2020). *Censo de población y vivienda 2020*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos> [consulta: 15 de abril 2021].
- IWC. (2021). *International Whaling Commission*. Disponible en: <https://iwc.int/inicio> [consulta: 20 de abril 2021].
- Laake, J.L., Punt, A.E., Hobbs, R., Ferguson, M., Rugh, D. y Breiwick, J. (2012). Gray whale southbound migration surveys 1967-2006: An integrated re-analysis. *Journal of Cetacean Research and Management*, 12: 287-306.
- Lluch-Cota D.B., Castellanos-Vera, A, Llinas-Gutiérrez, J. y Ortega-Rubio, A. (1993). La Reserva de la Biósfera del Vizcaíno. En: *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO-CIQRO. México. pp. 358-388.
- MacLeod, C. (2009). Global climate change, range changes and potential implications for the conservation of marine cetaceans: a review and synthesis. *Endangered Species Research*, 7: 125-136. doi: 10.3354/esr00197.
- Manning, R. (1999). *Studies in outdoor recreation: Search and research for satisfaction*. 2ª Ed. Oregon State University Press, Corvallis.
- Mantua, N. y Hare, S. (2002). The Pacific Decadal Oscillation. *Journal of Oceanography*, 58: 35- 44. doi: 10.1023/A:1015820616384.

- Martínez, N.R. (2016). *Distribución de la ballena gris (Eschrichtius robustus), en sus zonas de agregación invernal en el Pacífico Nororiental: Implicaciones bajo escenarios de Cambio Climático. Tesis de Licenciatura.* Universidad Autónoma de Baja California Sur, México.
- Moore, S. E., Urban, R. J., Perryman, W.L., Gulland, F., Perez-Cortes, M.H., Wade, P.R., Rojas-Bracho, L. y Rowles, T. (2001). Are gray whales hitting “K” hard? *Marine Mammal Science*, 17: 954–958. doi: 10.1111/j.1748-7692.2001.tb01310.x.
- Mosig, P. (1998). *Efectos del turismo en la abundancia y comportamiento de la ballena gris (Eschrichtius robustus) en Laguna San Ignacio, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura.* Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Nyeko, M. (2012). GIS and multi-criteria decision analysis for land use resource planning. *Journal of Geographic Information System*, (4): 341-348. doi: 10.4236/jgis.2012.44039.
- PNUD México y CONANP (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2019). *Programa de Adaptación al Cambio Climático de la Reserva de la Biosfera el Vizcaíno.* Proyecto 00087099 “Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las áreas naturales protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático”. México.
- Rasmussen, K., Palacios D. M., Calambokidis, J., Saborío, M., Dalla-Rosa, L., Secchi E. R., Steiger, G.H., Allen, J.M., y Stone, G.S. (2007). Southern Hemisphere humpback whales wintering off Central America: insights from water temperature into the longest mammalian migration. *Biology Letters*, 3:302-305. doi: 10.1098/rsbl.2007.0067.
- Rice, D.W. y Wolman, A.A. (1971). *The life history and ecology of the gray whale (Eschrichtius robustus).* The American Society of Mammalogists. Publ. 3. United States.
- Rice, D.W, Wolman, A.A. y Braham, H.W. (1984). The Gray Whale, *Eschrichtius robustus*. *Marine Fisheries Review* 46(4):7-14.
- Romero, H.; Ordenes, F. y Vásquez, A. (2004). Ordenamiento territorial y desarrollo sustentable a escala regional, ciudad de Santiago y ciudades intermedias en Chile. En: *Globalización y Biodiversidad: Oportunidades y desafíos para la sociedad chilena.* Editorial Universitaria, Chile. pp. 167-207.
- Rzedowsky, J. (1978). *Vegetación de México.* Limusa, México.
- Salinas-Zavala, C. A., Llinas, J. y Rodríguez-Estrella, R. (1991). Aspectos biológicos del Águila Pescadora (*Pandion haliaetus carolinensis*). En: *La Reserva de la Biósfera del Vizcaíno en la Península de Baja California.* Centro de Investigaciones Biológicas, México. pp. 265-293.
- Salvadeo, C.J., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota. y Mercuri, M. (2011). Review of long term macro-fauna movement by multi-decadal warming trends in the Northeastern Pacific. In: *Climate Change - Geophysical Foundations and Ecological Effects.* InTechOpen. United States. pp. 217-230. doi: 10.5772/23754.
- Salvadeo, C.J., Gómez-Gallardo, U. A., Nájera-Caballero, M., Urbán-Ramírez, J. y Lluch-Belda, D. (2015). The effect of climate variability on gray whales (*Eschrichtius robustus*) within their wintering wreas. *PLOS ONE*, 10(8): e0134655. doi:10.1371/journal.pone.0134655
- Santamaría-Gallegos, N.A., Félix-Pico, E.F., Sánchez-Lizaso, J.L. y Riosmena-Rodríguez, R. (2007). Ecología de la fanerógama *Zostera marina* en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas En: *Estudios Ecológicos de Bahía Magdalena.* Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional, México. pp. 101-112.

- Sato, C.L. y Wiles, G.J. (2020). Draft periodic status review for the gray whale in Washington. *Public Review. Washington Department of Fish and Wildlife*. Washington. Disponible en: <https://wdfw.wa.gov/publications/02170> [consulta: 3 febrero 2021].
- Segrado-Pavón, R.G., Arroyo-Arcos, L. y Amador-Soriano, K. (2010). La zonificación y su aplicación en las Áreas Naturales Protegidas de uso Turístico de Quintana Roo. *El Periplo Sustentable*, 19:69-91.
- Segrado-Pavón, R.G., González-Baca, C.A., Arroyo-Arcos, L. y Quiroga-García, B.A. (2017). Capacidad de carga turística y aprovechamiento sustentable de Áreas Naturales Protegidas. *CIENCIA ergo-sum*, 24(2):164-172. doi: 10.30878/ces.v24n2a8.
- Silvestri, F., Ghinoi, S. y Barone, V. (2013). *Nautical tourism, carrying capacity and environmental externality in the Lagoon of Marano and Grado*. FEEM Working Paper No. 73. doi: 10.2139/ssrn.2331206.
- Stewart, J.D. y Weller, D.W. (2021). *Abundance of eastern north pacific Gray Whales 2019/2020*. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFSC-639. doi: 10.25923/bmam-pe91.
- Swartz, S.L. y Jones L.M (1983). Gray Whale (*Eschrichtius robustus*) calf production and mortality in the winter range. *Report of the International Whaling Commission*, 33: 503-507.
- Swartz, S.L., Taylor, B.L. y Rugh D.J. (2006). Gray whale *Eschrichtius robustus* population and stock identity. *Mammal Review*, 36(1):66-84. doi: 10.1111/j.1365-2907.2006.00082.x.
- Swartz, S.L., Urbán, J., Gómez-Gallardo, A., Martínez, S., Rosales, H., Robles, J.I., González-López, I. y Rojas-Bracho, L. (2013). *Number of gray whales (Eschrichtius robustus) utilizing Laguna San Ignacio and Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, Mexico during the winter breeding seasons: 2007: 2013*. Reporte para Laguna San Ignacio Ecosystem Science Program. México.
- Urbán, J. (2000). *Ecología y genética poblacional de la ballena gris (Eschrichtius robustus) en la Península de Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L229. CONABIO, México.
- Urbán, J., Roas-Bracho, H., Pérez Cortés, A., Gómez-Gallardo, A., Swartz, S.L, Ludwig, S. y Brownell, R.L. (2003). A review of gray whales (*Eschrichtius robustus*) on their wintering grounds in Mexican waters. *Journal of Cetacean Research and Management*, 5(3):281-295.
- Viñals, M., Planelles, M., Alonso, P. y Morant, M. (2016). Recreational carrying capacity on small mediterranean islands. *Cuadernos de Turismo*, 37:437-463. doi: 10.6018/turismo.37.256341.
- Ward, D., Lee Tibbits, T., Morton, A., Carrera, E. y Kempka, R. (2004). Use of digital multispectral videography to assess seagrass distribution in San Quintin Bay, Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas*, 30(1A): 47-60. doi: 10.7773/cm.v30i11.121.
- Ward, D., Reed, A., Sendinger, J., Blacks, J., Derksen, D. y Castelli, P. (2005). North American Brant: effects of changes in habitat and climate on population dynamic. *Global Change Biology*, 11: 869-880. doi: 10.1111/j.1365-2486.2005.00942.x.
- Wong-Gonzalez, P. (2010). Ordenamiento ecológico y ordenamiento territorial: retos para la gestión del desarrollo regional sustentable en el siglo XXI. *Estudios Sociales*, 17:11-39.
- Würsig, B., Reeves, R.R. y Ortega-Ortiz, J.G. (2002). Global climate change and marine mammals. In: *Marine Mammals*. Springer. Boston, U.S.A. pp. 589-608. doi: 10.1007/978-1-4615-0529-7_17.
- Zar J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. New Jersey, U.S.A.