



Casa abierta al tiempo



**Universidad Autónoma Metropolitana
Posgrado en Energía y Medio Ambiente**

Tesis:

**Valoración económica del tiburón como recurso pesquero y
ecoturístico en Puerto San Carlos, Baja California Sur**

Tesis que para obtener el título de Maestra en Ciencias

Presenta:

Yessica Miriam Plata Zepeda

Directoras:

**Patricia Ramírez Romero
Fabiola Sagrario Sosa Rodríguez**



Ciudad de México a 18 de junio del 2018



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA UNIDAD IZTAPALAPA**

**POSGRADO DE ENERGÍA Y
MEDIO AMBIENTE**

**Valoración económica del tiburón como recurso
pesquero y ecoturístico en Puerto San Carlos,
Baja California Sur**

TESIS

Que para obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS (ENERGÍA Y MEDIO
AMBIENTE)**

PRESENTA:

Yessica Miriam Plata Zepeda

Co-directoras:

**Patricia Ramírez Romero
Fabiola Sosa Rodríguez**

Co-asesores:

**Bárbara Álvarez Ereipa
Jerónimo Prieto Barbachano**

México D.F., 18 de junio del 2018

Agradecimientos

A la Maestría en Ciencias (Energía y Medio Ambiente) de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, ya que pertenece al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACyT y cuenta con apoyo del mismo Consejo con el convenio 003893; por lo que se agradece la beca recibida para el desarrollo de esta tesis.

Las salidas de campo y la toma de muestras para la realización de esta tesis fueron gracias al apoyo recibido de los proyectos:

- 1) Al Posgrado en Energía y Medio Ambiente
- 2) A la Dra. Fabiola Sosa Rodríguez
- 3) A la Dra. Patricia Ramírez Romero
- 4) “Indicadores de Integridad Ecológica y Salud Ambiental”, aprobado por el consejo Divisional de Ciencias Biológicas y de la Salud de la UAM Iztapalapa (2015-2018).
- 4) Al Laboratorio de Ecotoxicología, de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-Iztapalapa.
- 5) Al laboratorio de Ecotoxicología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Agradecimientos personales

A Dios por haberme permitido cumplir una meta más en mi vida.

A mis padres, mis abuelos, familiares y amigos por el gran apoyo en todos los aspectos durante todo este proceso.

Agradezco a mis directoras la Dra. Patricia Ramírez Romero y la Dra. Fabiola Sosa Rodríguez por su apoyo, sus enseñanzas, motivación y colaboración en este proyecto.

A la organización nombrada Pelagic Life por permitirme formar parte de sus expediciones, por el apoyo académico y logístico brindado a mi proyecto.

A la familia Zarabia por su hospitalidad, amabilidad y apoyo durante mi estancia en Puerto San Carlos, en especial a Gabino Zarabia por su ayuda en la toma de muestras de tiburón y la colecta de información relevante.

A la Dra. Leticia Carrizales y al Dr. Guillermo Espinoza por el apoyo recibido durante mi estancia en el laboratorio de Ecotoxicología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

A todas aquellas personas involucradas en este proyecto (revisores, colaboradores, directoras, asesores) por sus valiosas opiniones y correcciones.

Comité tutorial

Co-directora:

Ramírez Romero Patricia. Profesora-Investigadora. Departamento de Hidrobiología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa
E-mail: patt@xanum.uam.mx

Co-directora:

Sosa Rodríguez Fabiola Sagrario. Profesora-Investigadora. Departamento de Economía, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco
E-mail: fssosa@gmail.com

Co-asesor:

Prieto Barbachano Jerónimo. Fundador y Co-director de Protección y conservación pelágica A.C.
E-mail: jero@pelagiclife.com

Co-asesor:

Álvarez Ereipa Bárbara. Técnica en Biología y Economía Pesquera. Auxiliar técnica comercial administrativo (Temirsa, S.A, MERCABARNA)
E-mail: barbaruly@yahoo.com

El jurado designado por la

**Comisión Académica del Posgrado en Energía y Medio Ambiente de la Unidad
Iztapalapa, aprobó la tesis que presentó Plata Zepeda Yessica Miriam**

El día 18 de Junio del 2018

Miembros del Jurado

Dr. José Guadalupe Reyes Victoria

Presidente

M. en C. Laura Elisa Quiroz Rosas

Secretario

M. en C. Miguel Ángel Martínez Cordero

Vocal

Índice general

Resumen	1
Abstract	2
1. Introducción	3
1.1 Antecedentes	4
1.1.1 Mercurio y metilmercurio en tiburones.....	4
1.1.2 Turismo con tiburones.....	8
2. Marco teórico.....	14
2.1 Los tiburones y sus impactos por la presencia de mercurio	14
2.1.1 Normativa pesquera.....	15
2.2 Mercurio.....	16
2.3 Turismo sostenible	20
2.4 Valoración económica	21
2.4.1 Métodos de valoración.....	23
2.4.1.1 Valoración contingente.....	23
2.4.1.2 Precios de mercado.....	26
2.4.1.3 Costos de tratamiento médico.....	27
2.4.2 Análisis costo-beneficio	27
3. Metodología	27
3.1 Valoración de los beneficios económicos.....	28
3.1.1.1 Identificación de actores clave.....	28
3.1.1.2 Diseño de cuestionarios.....	29
3.1.2 Valoración contingente	31
3.1.3 Precios de mercado.....	31
3.1.4 Costos de tratamiento médico	31
3.2 Análisis beneficio-costo	32
3.2.1 Análisis de la inversión de los pescadores para la adecuación de las pangas (rentabilidad financiera).....	32
3.2.1.1 Tasa Interna de Retorno (TIR)	32
3.2.1.2 Valor Actual Neto (VAN)	33
3.2.1.3 Comparación de inversiones por medio del VAN y la TIR	34
3.2.2 Análisis Beneficio-Costo (rentabilidad socioambiental)	35
3.3 Análisis de la concentración de mercurio en carne de tiburón.....	35
3.3.1 Metodología para la cuantificación de la concentración de mercurio en carne de tiburón.....	36
3.3.1.1 Preparación de muestras	36

3.3.2	Determinación de mercurio por absorción atómica por método de vapor frío....	37
3.3.3	Caracterización del riesgo a la salud por consumo de carne de tiburón contaminada con mercurio.....	38
3.4	Proyecciones de pesca y turismo.....	47
3.4.1	Turismo	47
I.	Los beneficios y ganancias del avistamiento de tiburones.....	47
II.	Turistas interesados en el avistamiento de tiburones.....	48
3.4.2	Pesca.....	53
3.4.2.1	Valor de la producción (\$).....	53
3.4.2.2	Volumen de la pesca (Kg)	58
4	Resultados y discusión	64
4.1	Resultados de los cuestionarios	64
4.2	La escolaridad como variable de interés para el avistamiento y nado con tiburones.....	65
4.3	Interés en la actividad ecoturística	66
4.4	Especies explotadas y su comercialización.....	69
4.5	Comparación de ingresos entre actividades.....	74
4.6	Análisis económico	80
4.6.1	Turismo	80
4.6.2	Pesca.....	81
4.7	Análisis de rentabilidad.....	83
4.8	Mercurio en músculo de tiburón.....	84
4.8.1	Especies y tallas muestreadas.	84
4.8.2	Mercurio y metilmercurio en tiburón.....	85
4.9	Caracterización del riesgo por consumo de carne de tiburón	86
4.10	Proyecciones de las actividades a partir de 2015 hasta el año 2030.....	100
5	Conclusiones	104
6	Recomendaciones.....	105
	Bibliografía:.....	106

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de Puerto San Carlos ubicado en Baja California Sur	11
Figura 2. Oferta ecoturística en P.S.C (A) Orcas, (B) lobos marinos, (C) Zona de manglar y dunas de arena (Fotografías tomadas por Yessica Miriam Plata Zepeda)	13
Figura 3. Ciclo del mercurio (Elaboración propia).....	18
Figura 4. Esquema de la primera fase de la metodología propuesta.....	28
Figura 5. Mapa con la ubicación de los campamentos tiburoneros.....	36
Figura 6. Trabajo de campo en Cabo San Lázaro, B.C.S: a) toma de medidas; b) etiquetado de bolsas; c) muestras de tiburón empaquetadas (Fotografías tomadas por Yessica Miriam Plata Zepeda).....	36
Figura 7. Preparación de muestras para homogenizarlas (Fotografías tomadas por Yessica Miriam Plata Zepeda).....	37
Figura 8. Riesgo por consumo de tiburón mako para hombres con 10% de sustitución incluyendo los polinomios de grado 3 y la regresión lineal (A) Concentración mínima (B) Concentración promedio (C) Concentración máxima	41
Figura 9. Primera función del polinomio	42
Figura 10. Funciones del polinomio (A) $f(2)$, (B) $f(1)$, (C) f	42
Figura 11. Superficie de riesgo por consumo de carne de tiburón mako para hombres con 10% de sustitución.....	43
Figura 12. Riesgo por consumo de carne de tiburón mako con 0.88mg/Kg de metilmercurio para hombres con 10% de sustitución.....	44
Figura 13. Vectores de la superficie de riesgo por consumo de carne de tiburón mako para hombres con 10% de sustitución	44
Figura 14. Región de riesgo por consumo de carne de tiburón mako para hombres con 10% de sustitución	46
Figura 15. Curvas de nivel de riesgo por consumo de tiburón mako para hombres con 10% de sustitución	46
Figura 16. Turistas interesados en avistamiento de tiburones (2015-16).....	48
Figura 17. Proyección estática de turistas (2015-16)	52
Figura 18. Proyección turistas (2015-30)	53
Figura 19. Valor de producción de tiburones (2015-17).....	54
Figura 20. Proyección del modelo funcional de pesca.....	58
Figura 21. Proyección valor de producción de tiburones (2015-30)	58
Figura 22. Volumen de pesca de tiburón (2015-17)	59
Figura 23. Proyección del volumen de pesca (2015-17).....	63
Figura 24. Proyección del volumen de pesca (2015-30).....	64
Figura 25. Niveles educativos de los sectores clave.....	66
Figura 26. Interés de los turistas en el nado con tiburones	67
Figura 27. (A) Ingresos y (B) Disponibilidad a pagar por los turistas para realizar nado con tiburones	68
Figura 28. Especies de interés para el nado con tiburones	69
Figura 29. Especies de tiburones de comercial en Puerto San Carlos, B.C.S.	69
Figura 30. Registro de producción de tiburón en Puerto San Carlos, B.C.S 2015-2017 (CONAPESCA, 2017).....	70
Figura 31. (A) Ave devorando restos de un tiburón, (B) Cabezas de tiburón en la playa (Fotografías tomadas por Yessica Miriam Plata Zepeda)	72

Figura 32. (A) Consumo de carne de tiburón, (B) Enfermedad por consumo de pescado, (C) Malestar por consumo de pescado de los turistas, pescadores, vendedores de tiburones y prestadores de servicios.....	73
Figura 33. Ingresos mensuales de la ONG que se dedica al avistamiento de tiburón en P.S.C	76
Figura 34. Ingresos mensuales por panga que se dedica a la pesca de tiburón	77
Figura 35. Tiburones capturados por una panga (Fotografía tomada por Yessica Miriam Plata Zepeda).....	78
Figura 36. Concentraciones de metilmercurio encontradas en carne de tiburón perteneciente a Cabo San Lázaro, B.C.S	86
Figura 37. Curvas de riesgo para mujeres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón azul (A) 10% de sustitución, (B) 30% de sustitución y (C) 60% de sustitución. Mujeres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno	90
Figura 38. Curvas de riesgo para hombres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón azul (A) 10% de sustitución, (B) 30% de sustitución, (C) 60% de sustitución. Hombres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno	91
Figura 39. Curvas de riesgo para mujeres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón mako (A) mujeres con 10% de sustitución, (B) mujeres con 30% de sustitución y (C) mujeres con 60% de sustitución. Mujeres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno	94
Figura 40. Curvas de riesgo para hombres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón mako (A) 10% de sustitución, (B) 30% de sustitución, (C) 60% de sustitución. Hombres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno	95
Figura 41. Curvas de riesgo para mujeres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón (A) 10% de sustitución, (B) 30% de sustitución y (C) 60% de sustitución. Mujeres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno	98
Figura 42. Curvas de riesgo para hombres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón (A) 10% de sustitución, (B) 30% de sustitución, (C) 60% de sustitución. Hombres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno	99
Figura 43. Proyección de ganancias por avistamiento de tiburones en Puerto San Carlos, B.C.S (Proyección a 2030 con Eviews 10)	101
Figura 44. Sectores favorecidos por avistamiento de tiburones en Puerto San Carlos, B.C.S	102
Figura 45. Proyección del volumen de captura de tiburón en Puerto San Carlos, B.C.S (Proyección a 2030 con Eviews 10)	102
Figura 46. Proyección del valor en pesos de registro de producción de tiburón en Puerto San Carlos, B.C.S (Proyección a 2030 con Eviews 10).....	103
Figura 47. Comparación de la proyección de ingresos mensuales entre turismo y pesca (2015-2030)	103

Índice de Tablas

Tabla I. Toxicidad del metilmercurio	5
Tabla II. Valores de mercurio estimados a partir de la carne de tiburón capturado en diferentes estudios realizados en las costas de México	7
Tabla III. Sitios para avistamiento y buceo con tiburones en el mundo.....	9
Tabla IV. Nado con tiburones en México.....	10
Tabla V. Volumen en peso vivo (Kg) por especie de tiburón en Puerto San Carlos	12
Tabla VI. Categorización de los bienes o servicios ecosistémicos	23
Tabla VII. Rampa de temperatura para microondas	37
Tabla VIII. Parámetros de la población para el cálculo de riesgo por consumo no intencional de tiburón.	39
Tabla IX. Entrevistas realizadas por sector de interés	65
Tabla X. Precios por Kg de tiburón que se paga a los tiburoneros en Pto. San Carlos ...	71
Tabla XI. Ingresos por campaña de pesca (1-3 días)	75
Tabla XII. Ingresos por campaña de ecoturismo ONG (3 días).....	75
Tabla XIII. Ingresos anuales de ecoturismo (ONG) en Puerto San Carlos	76
Tabla XIV. Ingresos anuales de pesca de tiburón en Puerto San Carlos	77
Tabla XV. Gastos por acondicionamiento de lanchas de pesca para turismo.....	78
Tabla XVI. Ganancias promedio para un lanchero por pesca y turismo	79
Tabla XVII. Análisis de beneficios económicos de Pesca y Turismo	82
Tabla XVIII. análisis de rentabilidad financiera y socioambiental	83
Tabla XIX. Número de muestras colectadas por especie de tiburón, mínimo, máximo y promedio de la longitud.	84
Tabla XX. Mercurio y metilmercurio en tiburones	85
Tabla XXI. Coeficiente de peligrosidad para mujeres por consumo de carne de tiburón contaminada con metilmercurio	87
Tabla XXII. Coeficiente de peligrosidad para Hombres por consumo de carne de tiburón contaminada con metilmercurio	87
Tabla XXIII. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón azul en mujeres	88
Tabla XXIV. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón azul en hombres	89
Tabla XXV. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón mako en mujeres	92
Tabla XXVI. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón mako en hombres	93
Tabla XXVII. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón en mujeres	96
Tabla XXVIII. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón en hombres	97



Resumen

A pesar de que los tiburones son los principales depredadores, hay poca información disponible para comprender sus hábitats, movimientos y dinámicas. Hoy en día hay 1,236 especies de condriictios en el mundo incluyendo tiburones, rayas y quimeras. Sin embargo, la población y variedad de tiburones están disminuyendo debido, principalmente, a la sobrepesca. Sólo en México hay 111 especies de tiburones que representan el 8.98% de la diversidad del mundo. Los tiburones bioacumulan mercurio (Hg), que es un compuesto tóxico para humanos y otras especies. La salud humana puede verse afectada por el consumo de carne de tiburón contaminada con este metal. El efecto del mercurio en los cuerpos humanos va desde temblores a efectos neurotóxicos a daños teratogénicos. La observación de los tiburones en la naturaleza ha aumentado, lo cual pone en evidencia la diversidad de beneficios económicos y no económicos que resultan de esta actividad, la cual promueve la conservación de diversas especies. En 2013, estos beneficios económicos se estimaron en 314 millones de dólares por año. En Baja California Sur, México, la pesca representa el 1,28% del PIB del estado y la pesca de tiburones sólo el 0,03%. Por su parte, el sector turístico genera un 16,61% del PIB, explicado fundamentalmente por el avistamiento de las ballenas grises, que genera 4,12 millones de dólares por año, lo que representa el 0,06% del PIB del Estado. Si se desarrollaran más sitios de observación de especies de interés para el turismo como son los tiburones, aumentaría el ingreso de esta actividad a las comunidades locales. El objetivo de esta investigación fue determinar si el ecoturismo con tiburones es una actividad que representa mayores beneficios económicos directos e indirectos para la población local, que la pesca de tiburones para el consumo humano. Lo anterior, debido a que esta actividad puede poner en peligro la salud de las personas por su posible contaminación con mercurio. Algunos hallazgos principales incluyen que los turistas están dispuestos a pagar por avistamiento y nadar con tiburones más de \$4,000 en comparación con \$1,000 pagados por la observación de ballenas; situación que deja en claro el interés por parte de la población por esta actividad, y su potencial desarrollo en caso de existir las condiciones que favorezca el posicionamiento de esta actividad. Se encontraron cantidades importantes de metilmercurio en la carne de tiburón (que es la forma más tóxica del mercurio), esta carne está destinada para consumo humano resaltando que el 88% de las muestras analizadas supera el límite de la NOM-242; al realizar el análisis de riesgo, en el 61% de los casos se supera el límite de riesgo (el valor límite de riesgo es 1). Por otra parte, en el análisis económico se estimaron ganancias en la pesca de 1.91 millones de pesos anuales, mientras que para el turismo valores de hasta 1.094 mil millones de pesos; por ello, si se promueve el ecoturismo con tiburones se tendrían más beneficios económicos para la población local además de la protección a las especies y los beneficios adicionales que esta actividad representa. Finalmente, el análisis de rentabilidad financiera la actividad es rentable considerando la asistencia de 5 turistas mensualmente, es decir, 40 asistentes al año; en el análisis de rentabilidad socioambiental, la actividad es rentable desde 4 asistentes y aumentan los beneficios conforme aumenta el número de asistente. Por lo tanto, el ecoturismo con tiburones es una actividad más rentable para la población local en comparación con la pesca de tiburones y



promueve la conservación de varias especies; sin embargo, existen diversos obstáculos además de que algunos pescadores no muestran interés en dejar de pescar tiburón aún si se les ofreciera algún tipo de compensación monetaria.

Abstract

Even though sharks are top predators, there is little information available aimed to understand their habitats, movements and dynamics. Today, there are 1,236 species of chondrichthyan in the world including sharks, rays and chimeras. However, the population and variety of sharks are declining due, mainly, to overfishing. Only in Mexico there are 111 species of sharks that represent 8.98% of the world's diversity. Sharks bioaccumulate mercury (Hg), which is a toxic compound for humans and other species. Human health can be affected by the consumption of shark meat contaminated with this metal. The effect of mercury on human bodies ranges from tremors to neurotoxic effects to teratogenic damage. The observation of sharks in the wild has increased: the economic benefits that go beyond the price paid for their enjoyment, which is the conservation of the species. In 2013, these economic benefits were estimated at 314 million dollars per year. In Baja California Sur, Mexico, fishing represents 1.28% of the state's GDP and shark fishing only 0.03%. For its part, the tourism sector generates 16.61% of GDP, explained by the sighting of social networks, which generates 4.12 million dollars per year, representing 0.06% of the State's GDP. If you get more observation sites for species of interest to tourism such as sharks, increase the income of this activity to local communities. The objective of this research was to determine if ecotourism with sharks is an activity that represents greater economic benefits for the local population than fishing for sharks for human consumption, which can endanger the health of people due to possible mercury contamination. Some findings include that tourists are willing to pay for shark sightings and navigation more than \$ 4,000 compared to \$ 1,000 for whale watching. Significant samples of methylmercury were found in shark meat, this meat was destined for human consumption that 88% of the samples analyzed exceeded the limit of NOM-242; When performing the risk analysis, in 56% of the cases the risk limit is exceeded in 1). On the other hand, in the economic analysis, fishing profits were estimated at 1.91 million pesos per year, while for tourism, values of up to 1.094 billion pesos; therefore, if you promote ecotourism with sharks you will see more economic benefits for the local population as well as the protection of the species and the additional benefits that this activity represents. Finally, the analysis of the financial profitability of the activity is profitable considering the attendance of 5 tourists monthly, that is, 40 assistants per year; In the socio-environmental profitability analysis, the activity is profitable from 4 attendees and increases the benefits as the number of attendees increases. Therefore, ecotourism with sharks is a more profitable activity for the local population compared to shark fishing and promotes the conservation of several species; However, there are other obstacles besides that some fishermen show no interest in stopping fishing shark even if it is a kind of monetary compensation.



1. Introducción

La valoración económica del medio ambiente tiene como finalidad asignar valores a los bienes y servicios que son aprovechados de los recursos naturales sin considerar si existen previamente valores asignados, estas metodologías ayudan a definir las prioridades para preservar ecosistemas o sus servicios. Existen diversos métodos de valoración económica que se utilizan dependiendo del tipo de servicio ecosistémico y el contexto que se pretende valorar; (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2003; Machín y Vilardell, 2006); entre los servicios ecosistémicos asociados a estas actividades podemos encontrar en el caso de la pesca, el servicio de provisión de alimento, en cuanto al turismo podríamos considerar un servicio de soporte al brindar hábitat para diversas especies, en cuestiones culturales se incluye el servicio de recreación turismo, experiencia espiritual y sentido de pertenencia en el lugar (MEA, 2005); sin embargo, por cuestiones de tiempo en este caso se sólo se consideró el servicio de provisión mediante la pesca y el de recreación mediante el turismo. El análisis de tratamiento a la salud es importante ya la pesca provee la carne de tiburón como alimento, sin embargo, esta carne pone en riesgo la salud debido a las grandes concentraciones de mercurio que contiene, por lo que para evitar este gasto se propone el turismo con tiburón como una alternativa económica más viable.

En la actualidad, a nivel mundial se han registrado un total de 1236 especies de condriktios (grupo integrado por tiburones, rayas y quimeras) conocidas en el mundo. En México, existen 214 especies lo que representa un 17.3 % de la diversidad, convirtiendo a nuestro país en el segundo país con mayor diversidad a nivel mundial. Respecto a los tiburones se conocen 111 especies representando el 8.98% de éstas, en el Pacífico se han identificado 62 especies y en el Atlántico 69 especies, algunas se encuentran en ambos litorales (Del Moral *et al*, 2016). Sin embargo, el número de tiburones y la variedad de ellos han disminuido debido a la sobreexplotación pesquera y la "captura incidental", ya que en las redes de enmalle y en los palangres quedan atrapados. Esta situación pone en peligro la sobrevivencia de muchas especies por lo que la Convención Internacional sobre Comercio de especies amenazadas (CITES) define especies cuyo comercio está sujeto a un estricto control internacional (Klimley, 2015). De este total de especies, hay un registro de 39 especies de tiburones de interés comercial (DOF, 2007_a), dicha carne es destinada al consumo humano, siendo el consumo de ciertos tipos de pescado la principal fuente de exposición al mercurio de la población; los más vulnerables a sus efectos son los niños, los ancianos y las mujeres en edad reproductiva. El mercurio es un elemento tóxico que se bioacumula en los organismos y se biomagnifica a través de la red trófica, siendo los predadores tope los que presentan altas concentraciones en el tejido muscular, tal es el caso de los tiburones y al ser consumida por los humanos se pone en riesgo la salud (Escobar Sánchez, 2011).

El ecoturismo en muchos sitios representa una actividad económica de alto impacto para las poblaciones locales por lo que se considera una actividad alternativa que tiene diversos beneficios, en este caso se consideran como beneficios adicionales a los económicos la



conservación de las especies, el beneficio a la salud al evitar el riesgo por consumo de carne contaminada, etc.

Por otra parte, el ecoturismo o turismo sostenible permite conocer los espacios naturales de forma responsable, atendiendo las necesidades de los turistas y de las regiones receptoras, tendiendo como principal objetivo proteger y fomentar la conservación de los recursos naturales para el futuro. Esto representa satisfacción para los turistas además, una experiencia que hace a las personas más conscientes de los problemas que afectan al medio ambiente y las especies (García y Díaz, 2007); dichas prácticas minimizan impactos ambientales y además, contribuyen activamente a la conservación y a la generación de ingresos para las poblaciones del sitio donde se practican (Santana *et al.*, 2013). Actualmente el avistamiento de vida silvestre está generando interés en la población, en el caso de los tiburones se están desmitificando las creencias respecto a la peligrosidad de estos animales y se están convirtiendo en especies de interés para las personas.

1.1 Antecedentes

1.1.1 Mercurio y metilmercurio en tiburones

En general, desde hace siglos, el Hg y sus sales han sido usado con fines medicinales aliviando estreñimiento, dolores abdominales, infecciones, entre otras (Ortega *et al.*, 2003); también ha sido usado en baterías, lámparas, interruptores, rectificadores y termostatos eléctricos, manómetros, termómetros, barómetros y otros tipos de instrumentos usados en laboratorios analíticos, en tubos de rayos X, válvulas de radio, dispositivos de navegación, en amalgamas dentales, pigmentos, explosivos, algunos medicamentos, en taxidermia, en fotografía, en pintura, entre otras (Bureau of Chemical Safety, 2007; Ferreira *et al.*, 2010; OPS/OMS, 2011). Una vez liberado al medio ambiente y emitido a la biosfera, el mercurio puede tener una gran movilidad circulando entre la superficie terrestre y la atmósfera. Los principales depósitos de mercurio son los sedimentos de fondo, también puede acumularse en suelos superficiales de la tierra y en el agua (Doadrio, 2004; Elika, 2005; Arana, 2009); los sedimentos contaminados por mercurio se consideran los más peligrosos porque el mercurio puede permanecer activo para su metilación hasta por 100 años, aunque se elimine la fuente de contaminación (Ferreira *et al.*, 2010). El mercurio disminuye la actividad microbiológica en el suelo (Elika, 2005); por otra parte, en el fitoplancton el mercurio provoca la inhibición del crecimiento y se relaciona con la reducción de la fotosíntesis; en invertebrados afecta en el estado larval ya que es el más sensible y en peces se acumula en el tejido hasta en un 50% de la dosis de metilmercurio (Gaona, 2004); por ello, la acumulación de mercurio tanto en el plancton como en la fauna marina puede aumentar hasta 500 veces la concentración existente en el agua de mar (Rodríguez, S/f).

El mercurio y sus compuestos son demasiado tóxicos, el metilmercurio se considera el más peligroso para los seres vivos (Ferreira *et al.*, 2010), ya que tiene efectos neurotóxicos (Rodríguez, S/f), afecta el desarrollo del sistema cognitivo (Llop *et al.*, 2013); además,



causa daños irreversibles en el sistema nervioso central y el periférico (Gaona, 2004; Elika, 2005; Bureau of Chemical Safety, 2007; Arana, 2009; Ferreira *et al.*, 2010), perturbando las regiones cerebrales relacionadas con la coordinación, la visión y la audición (Gaona, 2004). Es considerado como teratogénico (Elika, 2005; Raimann *et al.*, 2014) y carcinogénico (Liza, 2005); aunque también afecta en menor grado a los riñones, los pulmones, la piel, el sistema inmunológico y el cardiovascular (Ortega *et al.*, 2003; Liza, 2005). Es decir, puede causar lesiones en cualquier tejido donde se acumule (OPS/OMS, 2011). El nivel de toxicidad y los efectos varían según la forma química del compuesto, la ruta de exposición, la cantidad de exposición y la vulnerabilidad de la persona expuesta (Bureau of Chemical Safety, 2007; Arana, 2009).

Este compuesto tiene gran facilidad para atravesar membranas lipídicas, esta capacidad incorporada a su liposolubilidad y su afinidad por los grupos sulfhidrilo de las proteínas (Ferreira *et al.*, 2010) provoca la precipitación de las proteínas sintetizadas por la célula inhibe los grupos de diversas enzimas esenciales, perturba algunos sistemas metabólicos y enzimáticos de la célula además de alterar su pared, finalmente inhabilita la síntesis de proteínas en la mitocondria y altera su función (OPS/OMS, 2011). Al atravesar la barrera hematoencefálica y la placentaria provoca que su concentración en el feto sea igual o mayor que la de la madre, afectando el desarrollo cerebral del feto, interfiere principalmente con la migración neuronal, la organización de núcleos del cerebro y la estratificación de neuronas corticales (Elika, 2005; Raimann *et al.*, 2014).

Los síntomas pueden tardar semanas o hasta meses en aparecer después de la exposición al mercurio (Elika, 2005). Se han observado una gran cantidad de efectos en la salud que pueden ser específicos o no específicos (Tabla I), los cuales van desde temblores, entumecimiento de los miembros, disturbios sensoriales (Rodríguez, s/f), pasando por daños más graves a la salud como efectos neurotóxicos y teratogénicos (Raimann *et al.*, 2014) hasta el coma y la muerte (Bureau of Chemical Safety, 2007; Health Canada, 2007).

Tabla I. Toxicidad del metilmercurio

Efecto	Características	Alteraciones
No específico	Otros padecimientos	Trastornos del sueño, dolor de cabeza, fatiga, falta de concentración, depresión, pérdida de memoria, malestar gastrointestinal, salpullido, frecuencia cardíaca alterada, hipertensión, etc.
Neurotóxico	Parestesia Ataxia Disartria Daño a sistema nervioso	Temblor, adormecimiento u hormigueo Dificultad para caminar, visión borrosa, calambres, dolores musculares y articulares Dificultad para hablar Debilidad neuromuscular, alteraciones sensoriales
Teratogénico	Daño al embrión (intoxicación por la	Retardo en el desarrollo motor, incoordinación motora, ataxia, daños al cerebro del feto,



	exposición prenatal)	movimientos involuntarios, parestesias, pérdida de audición o ceguera.
Mutagénico y Carcinogénico	Se fija sobre los ácidos desoxirribonucleicos	Desnaturalización o asociaciones reversibles a la adenina y timina Aberraciones cromosómicas y anomalías congénitas

Fuente: Gaona, 2004; Elika, 2005; Liza, 2005; Bureau of Chemical Safety, 2007; Ferreira *et al.*, 2010; OPS/OMS, 2011; CENETEC, 2013; Raimann *et al.*, 2014; Rodríguez, s/f

Una vez detectada la intoxicación se debe alejar a la persona de la fuente de la exposición, es necesario buscar ayuda médica donde serán monitoreados los signos vitales de la persona. Entre los principales exámenes para el diagnóstico están los de sangre y orina, etc. El tratamiento puede incluir carbón activado, diálisis (máquina renal) y líquidos a través de una vena (IV). Sin embargo, esto dependerá de la fuente de exposición y la cantidad; se consideran niveles normales de mercurio en sangre menores a 10µg/l y menores a 20 µg/l en orina (CENETEC, 2013). El tratamiento para metilmercurio es con base en medicamentos llamados queladores que ayudan a eliminar el mercurio de la sangre y lo mantienen alejado del cerebro y los riñones (CENETEC, 2013; Sue, 2015; Theobald y Mycyk, 2018).

También se conoce la desintoxicación mediante el protocolo de Cutler utiliza ácido alfa lipoico (ALA) y se puede combinar con DMSA o DMPS. Este ácido sirve para la eliminación de mercurio del cerebro y debe administrarse en cada 4 horas por alrededor de 3 a 4 meses. La quelación no se realiza continuamente durante este periodo, se hace por ciclos de 3 días (3 días y dos noches) y luego 11 días de descanso. La dosis es de 1.8 a 1.2 mg por libra de peso (1 libra = 454 gr.) para cada uno de los medicamentos (ALA, DMSA y DMPS). Es necesario administrar antioxidantes; Complejo B, C y magnesio debe ser administrado 4 veces al día, y zinc, E, carotenos, etc., todos los días (Cutler, 2001).

A lo largo de la historia se han registrado algunos casos de intoxicación por mercurio, uno de los principales es el de Minamata; en este caso el gobierno fue demandado por 37 personas; debido a ello, tuvo que pagar 71.5 millones de yenes (652 900 USD) en compensación alcanzando 17,646 USD por persona, se estimó que el costo por emisión de cada kilogramo de mercurio oscilaba entre 6300-7500 USD; una vida humana se valoró en 2,19 millones de USD, mientras que los costos de remediación estuvieron entre 2500 y 1.1 millones de US por Kg de mercurio (Hylander y Goodsite, 2006); finalmente, el daño total se estimó en 12,631 millones de yenes por año (Ministry of the Environment, Japan., s/f). La valoración económica varía dependiendo del enfoque, hay estudios de análisis económico donde se consideró la pérdida de inteligencia debido a la intoxicación por metilmercurio como el factor de interés; esta pérdida intelectual afecta la productividad de la persona por lo que el costo de la exposición al metilmercurio de las emisiones estadounidenses varía de \$ 0,4 a \$ 15.8 mil millones anuales (Trasande *et al.*, 2005).



Es importante reconocer que el pescado se considera excelente para la nutrición (Llop *et al.*, 2013) ya que representa una fuente de nutrientes de alta calidad como el omega-3 (importante para la salud del corazón, el desarrollo del cerebro y los ojos), DHA, Vitamina D y algunos minerales como el selenio, yodo, magnesio, hierro y cobre (Bureau of Chemical Safety, 2007). Sin embargo, comer pescado contaminado es la principal fuente de exposición humana al metilmercurio ya que ciertas especies de peces contienen altos niveles de mercurio que llegan a ser nocivos para la salud (Ortega *et al.*, 2003; Mercury and fish consumption, 2006).

Las concentraciones de mercurio presentes en los tiburones pueden variar dependiendo el tamaño, el peso, la edad y el sexo del animal. Estas variaciones estarán relacionadas con el metabolismo y las rutas en que se asimila el mercurio; un ejemplo de ello es que se captan más rápidamente en páncreas y cerebro que en otros tejidos (Núñez *et al.*, 1998). También influye mucho la alimentación de los organismos, siendo los carnívoros los que acumulan mayores cantidades de mercurio (Escobar Sánchez, 2011).

El 90% del mercurio presente en los organismos se encuentra en forma orgánica como Metilmercurio (Elika, 2005; INECC, 2010), dado que se une a proteínas acumulándose en el tejido muscular de los peces (Health Canada, 2007). El límite permisible de este contaminante está regulado mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009; en esta norma se establecen las especificaciones sanitarias en los productos de pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados, siendo el rango permisible de contenido de Metilmercurio en la carne de pescado en 0.5mg/Kg (DOF, 2011); la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) marca un límite de 0.3mg/Kg (2001) mientras que la Administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos (USFDA) lo define en 1mg/Kg (2017).

A pesar de ello, hay estudios que han encontrado concentraciones de 2.1 mg/Kg en Mazatlán (Sinaloa), 6.020 mg/Kg en Cd. del Carmen (Campeche) y 8.303 mg/Kg en Coatzacoalcos (Veracruz) (INECC, 2009). Otros estudios han medido la cantidad de mercurio en carne de tiburón en algunos sitios de la república mexicana como Isla Magdalena en B.C.S, Coatzacoalcos en Veracruz, entre otros, la mayoría de los resultados sobrepasan el límite permisible establecido por lo que su consumo implica un riesgo para la salud de los consumidores; en algunos de estudios no fue posible identificar la especie de tiburón debido a las condiciones del muestreo, sin embargo, si se considera al tiburón como clase y no por especie, podemos observar que las cantidades encontradas son bastante altas lo que significaría un alto riesgo a la salud humana por su consumo (*Tabla II*).

Tabla II. Valores de mercurio estimados a partir de la carne de tiburón capturado en diferentes estudios realizados en las costas de México

Espece	Sitio	Concentración Hg (mg/Kg)	Referencia
Tiburón Mako	Isla Magdalena, B.C.S.	0.491	Vélez, 2009
Tiburón Martillo	Mazatlán, Sinaloa	2.101	INECC, 2009



Tiburón	Cd. del Carmen, Campeche	6.020	INECC, 2009
Tiburón	Coatzacoalcos, Veracruz	8.303	INECC, 2009
Tiburón	Tampico, Tamaulipas	2.109	INECC, 2010
Tiburón	Coatzacoalcos, Veracruz	1.100	INECC, 2010
Tiburón	Puerto Progreso, Yucatán	3.725	INECC, 2010
Tiburón	Ensenada, Baja California	0.844	INECC, 2010
Tiburón	Mazatlán, Sinaloa	3.301	INECC, 2010
Tiburón	Puerto Madero, Chiapas	1.500	INECC, 2010
Tiburón	Las Barrancas, B.C.S	0.4836	Escobar, 2011
Tiburón Azul	Punta Belcher, B.C.S	1.03	Barrera, 2013

Fuentes: Vélez, 2009; INECC, 2009 INECC, 2010; Escobar, 2011; Barrera, 2013

Saldaña *et al.* en 2017 analizaron las tendencias históricas de los desembarques de pesquerías de tiburones en el periodo de 1939 a 2014, identificaron 38 especies de tiburones con importancia en la pesquería artesanal del Golfo de California. Los taxones con mayores abundancias fueron: *Mustelus spp.*, *Sphyrna lewini*, *Rhizoprionodon longurio*, *Squatina californica*, *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna zygaena* y *Carcharhinus limbatus*. Como resultado obtuvieron que entre 1939 y 1950, el principal producto de interés fue el hígado de tiburón y a partir de 1951 la demanda fue por la carne de tiburón, con lo cual se observó una disminución en la abundancia relativa de los desembarques de *Carcharhinus leucas*, *Carcharhinus limbatus*, *Nasolamia velox*, *Negaprion Brevirostris*, *Sphyrna tiburo*, *Galeocerdo cuvier*, *Carcharhinus altimus*, *Carcharhinus porosus*, *Carcharhinus galapagensis*, *S. media* y *S. mokarran*. En contraste, algunas especies tuvieron un aumento en los desembarques como *Carcharhinus falciformis*, *M. henlei*, *Sphyrna zygaena*, *Prionace Glauca*, e *Isurus oxyrinchus*.

El consumo de esta carne de tiburón contaminada con mercurio representa un inminente riesgo a la salud, a pesar de ello, la pesca de tiburón para consumo es una actividad económica de alto impacto y no puede ser descartada; por ello que es necesario buscar otras alternativas que ayuden a generar la derrama económica necesaria para evitar el consumo de dicha carne, como alternativa para darle solución a esta problemática se sugiere el turismo con tiburones lo que podría generar mayores ingresos y diversos co-beneficios para la comunidad.

1.1.2 Turismo con tiburones

Cisneros *et al.*, (2013) realizaron un estudio sobre el ecoturismo mundial de observación de tiburones, determinaron que los ingresos generados por estas actividades en el año 2011 fueron de \$314 millones de dólares. Sin embargo, se estima que, en 20 años, esta cantidad podría alcanzar los \$780 millones de dólares anualmente. Dicho estudio declaró que esta actividad se lleva a cabo en 70 sitios en el mundo distribuidos en 45 países, algunos de los sitios más visitados incluyen América, Oceanía, Asia, Europa y África. Otros estudios sobre turismo con tiburones en sitios específicos reportan que el ingreso anual va desde los



\$18 millones de dólares hasta los \$152,341 millones de dólares (Tabla III). Esto pone en evidencia, la contribución económica que esta actividad pudiera tener para nuestro país, si se impulsa este sector.

Tabla III. Sitios para avistamiento y buceo con tiburones en el mundo

Sitio	Ingreso anual (millones USD)	Referencia
África	\$14,465	(Cisneros <i>et al.</i> , 2013)
América	\$171,246	(Cisneros <i>et al.</i> , 2013)
Asia	\$30,539	(Cisneros <i>et al.</i> , 2013)
Europa	\$28,315	(Cisneros <i>et al.</i> , 2013)
Oceanía	\$69,785	(Cisneros <i>et al.</i> , 2013)
Palau	\$18	(Vianna <i>et al.</i> , 2010)
Fiji	\$42	(Vianna <i>et al.</i> , 2011)
Bahamas	\$109,4	(Haas <i>et al.</i> , 2017)
Indonesia y Filipinas	\$152,341	(De Brauwer <i>et al.</i> , 2017)

Fuente: Cisneros *et al.*, 2013; Vianna *et al.*, 2010; Haas *et al.*, 2017; De Brauwer *et al.*, 2017

El sector turístico en México como actividad económica genera 16.61% del PIB estatal, siendo el avistamiento de la ballena gris una de las actividades que más contribuye en la derrama económica del sector, aunque esta actividad sólo se realice de enero a marzo; inclusive en el año 2014, los ingresos reportados en tres sitios (Laguna de San Ignacio, Ojo de Liebre y Bahía Banderas) ascendió a \$5,517,164 USD, lo que representa un 0.06% del PIB estatal (GBCS, 2015). Por lo tanto, si se incluyeran más sitios de avistamiento no sólo de la ballena gris, sino también de especies de tiburones como: el tiburón martillo, el tiburón mako y el tiburón azul, los ingresos resultado del turismo aumentarían considerablemente, ya que, hasta el momento, el principal atractivo turístico de Baja California Sur es el avistamiento de ballenas. Lo anterior, se pone en evidencia en el número total de turistas que visitaron este estado en el 2016, el cual fue de cerca de 2,000,000 de personas de los cuales el 25% eran nacionales y 75% extranjeros (SNIEGT, 2018).

En México, existen varios sitios de avistamiento de distintas especies de tiburones, como por ejemplo: el avistamiento del tiburón Blanco (*Carcharodon carcharias*) se realiza en Isla Guadalupe (Baja California), el del tiburón Tigre (*Galeocerdo cuvier*) en Cabo Pulmo (Baja California Sur) y en el acuario de Veracruz; el tiburón ballena (*Rhincodon typus*) en Isla mujeres, YumBalam, Isla Contoy, Holbox (Quintana Roo), Cabo Pulmo y la Paz (Baja California Sur); el tiburón Toro (*Carcharhinus leucas*) en Playa del Carmen (Quintana Roo), y el tiburón Nodrizza (*Ginglymostoma cirratum*) en Cancún y la Riviera Maya (Quintana Roo). Los sitios de avistamiento y nado con tiburones en México pueden apreciarse en la



Tabla IV (Expedia, 2016; Martínez, 2016; GINmedia, 2017). Debido al avistamiento de ballenas que se lleva a cabo en Baja California Sur, el Puerto San Carlos tiene un gran potencial para ser un sitio de avistamiento de tiburones, gracias a la influencia del turismo con ballenas se podría generar interés de realizar también avistamiento de tiburones.

Tabla IV. Nado con tiburones en México

Sitio	Especie
Isla mujeres	Tiburón Ballena (<i>Rhincodon typus</i>)
Holbox	
Bahía de los Ángeles	
La Paz	
YumBalam	
Isla Contoy	
Isla Guadalupe	Tiburón Blanco (<i>Carcharodon carcharias</i>)
Playa del Carmen	Tiburón Toro (<i>Carcharinus leucas</i>)
Cabo Pulmo	Tiburón Tigre (<i>Galeocerdo cuvier</i>)
Cancún	Tiburón Nodrizza (<i>Ginglymostoma cirratum</i>)
Riviera Maya	
Bahía Magdalena, Puerto San Carlos	Tiburón Martillo (<i>Sphyrna zygaena</i>)
	Tiburón Mako (<i>Isurus oxyrinchus</i>)
	Tiburón Sedoso (<i>Carcharinus falciformis</i>)
	Tiburón Azul (<i>Prionace glauca</i>)

Fuente: Expedia, 2016; Martínez, 2016; GINmedia, 2017.

En contraste, se registraron capturas por un total de 20.35 mil toneladas en el año 2014, lo cual generó \$300,018,062 USD, siendo el Producto Interno Bruto (PIB) del país para el mismo año de \$15.21 billones. En el caso del estado de Baja California Sur, el PIB del estado ascendió a \$8,960,896 USD, que representan un 0.7% del total. La pesca en Baja California Sur (artesanal e industrial) genera 1.28% del total del PIB estatal, para lo cual se extraen 3,318 toneladas al año (CONAPESCA, 2014). Es importante destacar que, la pesca de tiburón representa sólo 0.03% del PIB del estado, a pesar de los impactos en materia de conservación que esta actividad conlleva y los riesgos para la extinción de algunas especies. En este sentido es importante destacar que la pesca genera una derrama económica muy baja comparada con el turismo por lo que promover el turismo representa más ganancias económicas al estado y diversos beneficios adicionales tanto para la población, el sitio turístico y las especies presentes.

La pesca y el avistamiento de tiburones son actividades que se encuentran en conflicto debido a que si la pesca continúa desarrollándose la cantidad de tiburones disminuiría poniendo en riesgo la existencia de estos para el turismo. Hace poco tiempo se comenzó a explorar el turismo con tiburones en Puerto San Carlos, B.C.S; esto con la finalidad de



proteger diversas especies de tiburones y concientizando a la población sobre la sobrepesca del tiburón.

1.1.2.1 Turismo vs. Pesca en el Puerto San Carlos, Baja California Sur

El estudio se realizó en Puerto de San Carlos, que pertenece al municipio de Comondú, se encuentra ubicado en Baja California Sur (*Figura 1*). Se localiza en la región marítima denominada Pacífico Norte y en 2015 se estimó un aproximado 6,489 habitantes (GBCS, 2015). El puerto de San Carlos se encuentra geográficamente ubicado en: Latitud 24° 47' 27" Norte, Longitud 112° 06' 19" Oeste; es un puerto pesquero que durante el invierno se convierte en un sitio turístico debido a que llega un gran número de ballenas grises, la vegetación predominante son los manglares y matorral halófilo en la zona costera (SEMAR, s/f).

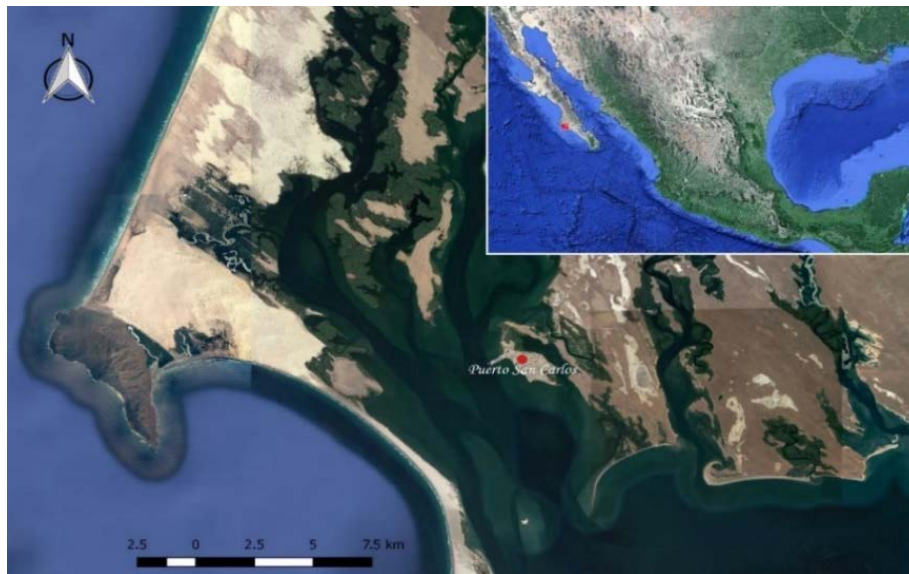


Figura 1. Mapa de Puerto San Carlos ubicado en Baja California Sur
Fuente: Elaboración propia

Las actividades económicas predominantes en Puerto San Carlos son la pesca (Ojeda Ruiz de la Peña & Ramírez Rodríguez, 2012; SEMAR, s/f; GBCS, 2015) y el turismo en determinadas épocas del año; se lleva a cabo también la agricultura y en pequeña escala la producción ganadera, también existe la minería; en el caso de la industria existe una enlatadora de productos del mar (SEMAR, s/f; GBCS, 2015). En el caso de la pesca, existe explotación de diversas especies, entre ellas destacan la sardina el camarón, almeja, escama, langosta, abulón y tiburón (SEMAR, s/f; GBCS, 2015). Para los tiburones, las especies que son aprovechadas por el sector pesquero según los registros son: Tiburón Puntas Negras (*Carcharhinus limbatus*) se encuentra catalogado como casi amenazado, el Tiburón arenero (*Carcharhinus obscurus*) se encuentra Vulnerable, la Tintorera o Tiburón tigre (*Galeocerdo cuvier*) está casi amenazado, el Tiburón gata o nodriza (*Ginglymostoma*



cirratum) no está catalogado dado que se tiene información deficiente, el Tiburón musola gris (*Mustelus californicus*) catalogado como especie de menor preocupación, el Tiburón musola parda (*Mustelus henlei*) con menor preocupación, el Tiburón Cornuda común (*Sphyrna lewini*) que se encuentra en peligro de extinción, el Tiburón cornuda gigante (*Sphyrna mokarran*) también se encuentra en peligro de extinción, Tiburón cornuda cruz (*Sphyrna zygaena*) catalogado como vulnerable, el Tiburón mielga (*Squalus acanthias*) catalogado como vulnerable (CONABIO, 2016). Por otra parte, las especies que son aprovechadas por el sector pesquero son: Tiburón azul (*Prionace glauca*), Tiburón sedoso o piloto (*Carcharinus falciformis*), Tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*), Tiburón musola castaña (*Mustelu shenlei*), Tiburón cornuda cruz (*Sphyrna zigaena*) (Ojeda Ruiz de la Peña & Ramírez Rodríguez, 2012). Según fuentes oficiales (SIPESCA) las especies de tiburón han sido capturadas en Puerto San Carlos de enero del 2015 hasta abril del 2017 son las que aparecen en la *Tabla V*.

La pesca de tiburón pone en riesgo la existencia de las especies, sobretodo cuando se trata de animales que ya tienen algún tipo de protección especial como en el caso del tiburón martillo, sin embargo, se siguen explotando tanto de forma legal como ilegal lo que representa un riesgo mayor para ellas; es preciso llevar a cabo la regulación necesaria para garantizar la sobrevivencia de las especies además de tener un adecuado control de la cantidad que se extrae para su exportación y aplicando la legislación existente.

Tabla V. Volumen en peso vivo (Kg) por especie de tiburón en Puerto San Carlos, B.C.S

Nombre común	Total 2015	Nombre común	Total 2016	Nombre común	Total 2017
Aleta de cartón	276815	Aleta de cartón	97730	Aleta de cartón	194
Angelito	154,591.3	Angelito	115,803.5	Angelito	118898.9
Azul	288543.8	Azul	246012.5	Azul	121766.4
Cazón	789,740.4	Cazón	1,242,413.0	Cazón	405385.05
Chato	16405	Cazón limón	2,210.0	Coludo	7998.5
Coludo	178460	Chato	171.6	Espinozo	19767
Espinozo	30462.3	Coludo	250687.55	Gata	1456.9
Gata	3472.7	Espinozo	33941.6	Lobero	199.1
Lobero	5396.6	Gata	3768.7	Mako	165699.25
Mako	317590.75	Lobero	3412.2	Mamon	556
Mamon	45	Mako	391991.4	Martillo	356784.55
Martillo	665189.4	Mamon	1710	Prieto	10589.5
Picudo	5572	Martillo	983004.15	Sardinero	12724.3
Prieto	43733	Prieto	18096	Tigre	2528
Sardinero	7990	Sardinero	15652.2	Toro	1100
Sedoso	14595.5	Sedoso	87105.8	Tunero	1358
Tigre	13311.6	Tigre	8829.6	Volador	9328.75



Toro	12097.8	Toro	400	Zorro	8510.9
Tunero	141075.5	Tunero	225712.5	Tiburón	183288.2
Volador	65044	Volador	23555	Total	1428133.3
Zorro	9930.75	Zorro	20509.95		
Tiburón	689316.4	Tiburón	946363.2		
Carne seca	14725	Carne seca	2302.5		
Total	3,744,103.8	Total	4,721,382.9		

Fuente: CONAPESCA, 2017.

En Puerto San Carlos, se lleva a cabo la pesca deportiva durante todo el año y de enero a marzo el avistamiento de ballenas; las personas que realizan estas actividades podrían estar interesadas en realizar el avistamiento o nado con tiburones contribuyendo a su conservación; por otra parte, entre la oferta turística del sitio podemos encontrar zona de manglar, dunas de arena (Figura 2C) y la observación de diversos animales que van desde aves en la llamada “isla de patos”, animales marinos como lobos marinos (Figura 2B), orcas (Figura 2A), pez espada, entre otros.



Figura 2. Oferta ecoturística en P.S.C (A) Orcas, (B) lobos marinos, (C) Zona de manglar y dunas de arena (Fotografías tomadas por Yessica Miriam Plata Zepeda)

Bajo este contexto es pertinente preguntarse, dado que la carne de tiburón pudiera contener mercurio, pudiera el ecoturismo con tiburones ser una actividad con mayores beneficios económicos que la pesca artesanal. Se piensa que la actividad ecoturística genera mayores beneficios para las poblaciones locales que la pesca de tiburón, por lo que no sólo favorece la conservación de las especies de tiburón al reducir la pesca, sino que también diversifica la actividad económica de la población local, además de contribuir a reducir los riesgos a la salud. Por consiguiente, el objetivo general de esta investigación es valorar y comparar los beneficios económicos de la pesca para consumo de carne de tiburón y del ecoturismo, destacando como objetivos particulares:

*Conocer el potencial del nado con tiburones como actividad ecoturística.



*Valorar económicamente la actividad pesquera artesanal, comercialización y distribución de la carne de tiburón.

*Determinar los niveles de Hg presentes en la carne de tiburón comercializada en la zona.

*Comparar los beneficios económicos generados por la pesca para consumo y los generados por el ecoturismo.

2. Marco teórico

Los tiburones son peces que se aprovechan para el consumo humano, sin embargo, la sobre pesca genera deterioro en las poblaciones de estos animales, además, esta carne contiene mercurio y su consumo representa un riesgo a la salud. Debido a ello, el aprovechamiento de los tiburones tiene normativas que ayudan a su adecuado manejo; por otra parte, se tienen implicaciones en la salud por consumir la carne que está contaminada, esto representa gastos por recuperar la salud tras verse afectada por el consumo de carne con altos contenidos de mercurio.

2.1 Los tiburones y sus impactos por la presencia de mercurio

Los tiburones son depredadores de las redes tróficas marinas que se encuentran en la cima de la red llamados “tope” y regulan las poblaciones de otros organismos. Varios autores señalan que las especies de depredadores tope son más importantes para la red trófica que aquellas especies que presentan mayor conectividad. A partir del análisis de una red trófica con y sin depredadores Navia (2013), demostró que al descartar a los depredadores tope causa un alto número de extinciones secundarias en la red, comparado con la desaparición de otras especies de menor valor posicional.

Las primeras investigaciones sobre tiburones en E.U. comenzaron en los años 60’s debido al interés en conocer las especies que habitaban la zona y el nivel de peligro que estos animales representaban para las personas (Castro, 2017). A pesar de lo anterior, no existe suficiente información respecto a sus movimientos y dinámicas. El estudio de sus movimientos es de suma importancia, ya que esta información permitirá comprender en qué hábitat se desarrollan y los sitios clave ocupados por estas especies (Hoyos *et al.*, 2014) con la finalidad de tomar las medidas adecuadas para su protección. Debido al gran interés en estudiar estos organismos, se han generado nuevas tecnologías para la observación y seguimiento de las especies como las marcas satelitales, y los vehículos submarinos, entre otras (Skomal *et al.*, 2015).

Con ayuda de estas tecnologías, se sabe que algunas especies de tiburones, como el tiburón martillo del género *Sphyrna*, presentan patrones de migración anuales; muchas especies también realizan movimientos horizontales y verticales durante la noche con la finalidad de alimentarse (Hoyos *et al.*, 2014). Es durante las migraciones que estas especies son más vulnerables pues en sus recorridos pueden llegar a sitios donde no se cuente con los mecanismos para su protección, poniendo en riesgo las poblaciones (Klimley, 2015). Por ello, es necesario crear reservas marinas donde la pesca de tiburón quede prohibida, así



como innovar en estrategias de conservación basadas en el ecoturismo con especies de interés que pudieran generar mayores ingresos.

De las especies de interés comercial, 12 son las más abundantes y pertenecen a las familias *Alopiidae*, *Carcharhinidae*, *Squatinae*, *Sphyrnidae* y *Triakidae* (DOF, 2007a); sin embargo, no hay un adecuado control ya que muchas embarcaciones operan sin permiso y existe una falta de monitoreo, es importante que se vigile que las cantidades de pesca no pongan en riesgo la sobrevivencia de las especies. En general, existen dos tipos de pesca: la artesanal (pequeña escala) y la industrial (gran escala) (FAO, 2014). El golfo de California es la zona pesquera más productiva del país, se explotan diversas especies, en el caso de elasmobranchios se extrae cazón y tiburón de los géneros *Alopiidae*, *Carcharhinidae*, *Sphyrnidae*, *Echinorhinidae*, *Lamnidae*, *Squatinae* (Arreguín y Arcos, 2011). En 2009, se encontró que en la costa oriental de Baja California hay aproximadamente 17 sitios de pesca artesanal que se dedican en un 70% a la pesca de tiburón (Smith, *et al.*, 2009). La sobre pesca pone en peligro la existencia de la especie.

2.1.1 Normativa pesquera

En materia de pesca hay una serie de normas que regulan el aprovechamiento, métodos, técnicas de captura, especies protegidas entre otras. El consejo de manejo pesquero del Golfo de México (GMFMC) fue una de las primeras organizaciones en actuar para solucionar el rápido crecimiento la pesca excesiva de tiburones el "Plan para tiburones y otros Elasmobranchios en el Golfo de México", este documento fue emitido en febrero de 1979 (Castro, 2017).

Posteriormente, la gestión de la pesquería de tiburones fue formulada por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) en 1993, en ella se recomendó la suspensión de la emisión de nuevos permisos para la pesca de tiburones (Amaro, s/f). La Carta Nacional Pesquera evalúa la actividad pesquera y acuícola, así como los indicadores sobre la disponibilidad y conservación de los recursos pesqueros. También existe el Plan de Acción Nacional para el manejo y conservación de tiburones, rayas y especies afines que fue elaborado desde 2004; su aplicación se basa en la investigación, difusión educación, capacitación, vigilancia, sistemas de información y cooperación institucional (CITES, 2007); por otra parte, se formularon orientaciones para la pesca responsable con la finalidad de apoyar el plan de acción internacional para la conservación de tiburones (FAO, 2001).

En la NOM-029-PESC-2006, se garantiza la pesca responsable de tiburones y rayas, donde se incluyen especificaciones para su aprovechamiento. Esta norma prohíbe la pesca y muerte de individuos que se encuentran protegidos por alguna norma, dicha Norma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de febrero de 2007 y considera que la pesca de tiburones y rayas es una importante actividad del sector pesquero desde el punto de vista económico, alimentario y social (DOF, 2007a).



Por otro lado, la NOM-064-PESC-2006, sobre sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, esta norma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de mayo de 2007 y tiene como propósito evitar el uso de sistemas y métodos de pesca, que impliquen el deterioro de los recursos pesqueros y la fauna asociada (DOF, 2007b).

La normatividad que envuelve estos temas tiene bases muy buenas, sin embargo, muchas de estas normas no son consideradas con la relevancia que tienen, además no son respetadas y en muchos casos no son cumplidas.

La Ley General de pesca y Acuicultura Sustentables se encuentra vigente a partir de octubre del 2007 y destaca el reconocimiento del aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, en esta ley, los programas de ordenamiento pesquero, los planes de manejo pesquero, las concesiones y permisos se reconocen como instrumentos de la política pesquera (CITES, 2007).

En México, existe la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde se incluyen diversas especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en el país. También se establecen los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones (DOF, 2011). Existe también un acuerdo donde se establece veda permanente para la pesca de tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos publicado el 27 de enero del 2014 (Torres *et al.*, 2015).

Los elasmobranquios presentan diversas estrategias reproductivas como son: madurez tardía, fecundidad baja y largos periodos de gestación (Fernández, 2004), dada la preocupación por la disminución de la población de los tiburones, se ha impuesto una veda que va del 1° de mayo hasta el 31 de julio de cada año, la cual incluye la temporada reproductiva de la mayoría de las especies de elasmobranquios. La finalidad de esta veda es disminuir la presión sobre las especies y que sus poblaciones puedan recuperarse (DOF, 2016).

Los tiburones al ser depredadores tope tienden a acumular muchas sustancias en el cuerpo, entre ellas podemos encontrar metilmercurio, que es una de las formas más tóxicas del mercurio y esta sustancia genera preocupación por los efectos que tiene en la salud humana (Mercury and fish consumption, 2006; Bureau of Chemical Safety, 2007; OPS/OMS, 2011; Llop *et al.*, 2013).

2.2 Mercurio

Entre los elementos de la corteza terrestre se encuentra el mercurio, con una abundancia de 0.5 ppm. (Yarto *et al.*, 2004). El mercurio es un metal que puede clasificarse en tres grupos: mercurio metálico o elemental, mercurio inorgánico y mercurio orgánico (Bureau



of Chemical Safety, 2007; OPS/OMS, 2011; Reyes *et al.*, 2016), se caracteriza por ser muy volátil (Ferreira *et al.*, 2010) y es persistente en agua a pH ácido (Gaona, 2004).

El mercurio puede encontrarse en el ambiente mediante aportes naturales o antropogénicos. Las contribuciones naturales son aquellas que producen una distribución natural de este elemento ya sea en el medio aéreo, terrestre o acuático. Entre las principales fuentes están la liberación del mercurio a partir de los minerales, depósitos de combustibles fósiles y de la corteza terrestre. También se da mediante la precipitación de vapores de mercurio, erupciones volcánicas, mediante los pozos geotérmicos, la evaporación de los cuerpos hídricos, incendios forestales, entre otras (Yarto *et al.*, 2004; Arana, 2009; Ferreira *et al.*, 2010; OPS/OMS, 2011; Llop, *et al.*, 2013). Sin embargo, existen las contribuciones por fuentes antropogénicas mediante la minería, la agricultura y el uso industrial (Yarto *et al.*, 2004; Ferreira *et al.*, 2010), la quema de combustibles fósiles, producción de cemento, incineración de productos químicos, de servicios de salud y de residuos urbanos, los vertidos residuales de las industrias productoras de cloro, álcalis, papeleras y de celulosa (Doadrio, 2004; Bureau of Chemical Safety, 2007; Ferreira *et al.*, 2010; OPS/OMS, 2011).

El mercurio no se encuentra solo en una forma, es decir, cambia de estado y de tipo de compuesto mediante varios procesos que lo modifican (Arana, 2009; Ferreira *et al.*, 2010). Existen dos tipos de compuestos: los inorgánicos o sales de mercurio, que surgen cuando el mercurio se combina con cloro, oxígeno y azufre. Los compuestos orgánicos se forman cuando el mercurio se combina con carbono, el más común es el metilmercurio (OPS/OMS, 2011; Rodríguez, S/f). En general se consideran dos ciclos de transporte y distribución del mercurio en el ambiente; el global que incluye la circulación atmosférica de mercurio y su principal fuente de emisión es natural mediante el desgaste de la corteza terrestre; y el otro ciclo es local, depende del proceso de metilación y su principal fuente es la actividad antropogénica (Ferreira *et al.*, 2010).

En la *Figura 3* se puede observar el ciclo del mercurio, y se describe comenzando bajo la condición de que el mercurio puede encontrarse en el ambiente mediante aportes naturales o antropogénicos (Yarto *et al.*, 2004; Arana, 2009; Ferreira *et al.*, 2010; OPS/OMS, 2011). Las fuentes provocan que los vapores de mercurio asciendan a la atmósfera por evaporación y se depositen en la superficie terrestre o el agua mediante la precipitación (Elika, 2005; Rodríguez, S/f). Una vez en el agua se producen diversas reacciones como la oxidación y la reducción; es decir, las especies oxidadas de mercurio se reducen a Hg^0 por la acción de bacterias pseudomonas en un proceso anaeróbico y se sedimenta (Doadrio, 2004); una vez en el sedimento se da el proceso de formación del metilmercurio en ausencia de oxígeno, mediante microorganismos y bacterias anaeróbicas (metanogénicas y sulfo-reductoras) mediante un proceso conocido como metilación (Ortega *et al.*, 2003; Elika, 2005; Bureau of Chemical Safety, 2007), los medios acuáticos son considerados los más importantes en este proceso (Yarto, *et al.*, 2004), el metilmercurio se bioacumula en los organismos y se biomagnifica a través de la red trófica (Ortega *et al.*, 2003; Doadrio, 2004; Elika, 2005; Mercury and fish consumption, 2006; OPS/OMS, 2011;



Raimann *et al.*, 2014). Todas las formas de Hg se transforman en Hg(II) en el agua por reacción con el oxígeno, es decir, se oxidan (Ortega *et al.*, 2003; Doadrio, 2004). Por otra parte, este compuesto puede reducirse para dar mercurio metálico debido a la acción de bacterias en un ambiente anaeróbico (Ortega *et al.*, 2003); también ocurre la desmetilación del metilmercurio gracias a bacterias metanogénicas (Doadrio, 2004) o sulfuroreductoras que rompen el enlace mercurio-carbono del metilmercurio (Gaona, 2004). Finalmente el mercurio se volatiliza enviándose de nuevo a la atmósfera comenzando el ciclo de nuevo (Elika, 2005; Ferreira *et al.*, 2010; OPS/OMS, 2011).

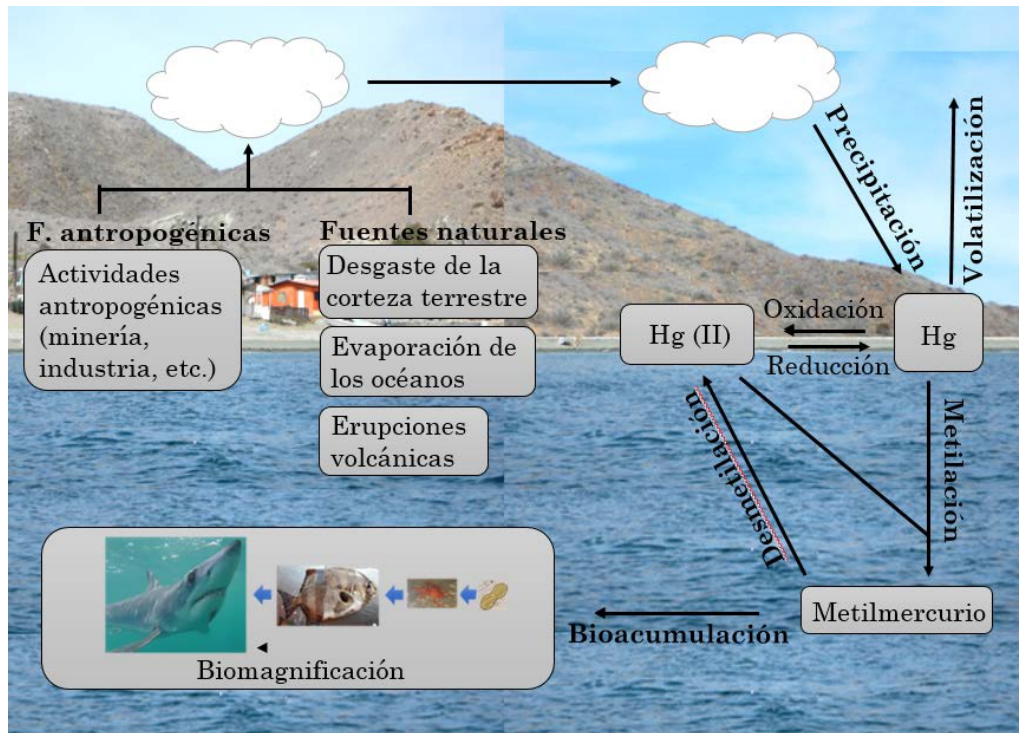


Figura 3. Ciclo del mercurio (Elaboración propia)

El mercurio puede transformarse en metilmercurio (CH_3Hg^+), una de las especies orgánicas de mayor interés ya que representa la forma más tóxica del mercurio. El metilmercurio tiene una rápida difusión y se une a las proteínas de las algas, plancton y otros microorganismos inferiores (Ortega *et al.*, 2003), es decir, es acumulado por los animales marinos, proceso conocido como bioacumulación; además, el metilmercurio es incorporado a las cadenas tróficas mediante la biomagnificación. El proceso de biomagnificación se da debido a que los organismos pequeños como las microalgas (fitoplancton) bioacumulan mercurio, a su vez, los animales de mayor tamaño se alimentan de los pequeños, ingiriendo así el metilmercurio; por ello, a medida que la cadena trófica aumenta los niveles de mercurio aumentan. Es por ello por lo que los organismos de la parte superior de la cadena alimentaria como los tiburones, tienen mayores concentraciones de mercurio que aquellos ubicados en la parte inferior de la cadena alimentaria (Ortega *et al.*, 2003; Doadrio, 2004; Elika, 2005; Mercury and fish consumption, 2006; OPS/OMS, 2011; Raimann *et al.*, 2014).



En humanos el mercurio se absorbe por tres vías: la gastrointestinal, la respiratoria y la dérmica. Las especies químicas que entran por la vía gastrointestinal (Doadrio, 2004); el sistema digestivo absorbe el mercurio orgánico casi en su totalidad entre 80% y 95% (Gaona, 2004; Liza, 2005; Bureau of Chemical Safety, 2007; OPS/OMS, 2011; Raimann *et al.*, 2014), 15% el elemental y 0.01% el metálico; el sistema respiratorio absorbe entre 80 y 90% del óxido de mercurio y el mercurio elemental; finalmente mediante la piel, aunque la capacidad de absorción de esta es desconocida (Liza, 2005).

El metilmercurio ingerido en la dieta es vertido al torrente sanguíneo, su transporte y penetración en los diferentes tejidos se encuentra facilitado por la formación de un complejo de metilmercurio y cisteína. (Gaona, 2004). Este compuesto se acumula en hígado, riñón (Ortega *et al.*, 2003), sangre, tejido cerebral (Raimann *et al.*, 2014) y placenta (Liza, 2005; OPS/OMS, 2011;). Sin embargo, el cuerpo humano lo va eliminando poco a poco, se considera una eliminación aproximada de la mitad de la concentración absorbida en 69 o 70 días (Liza, 2005; Elika, 2005).

Algunos estudios calculan una vida media de 100 a 190 días (OPS/OMS, 2011). Posteriormente se continúa eliminando cada 2 meses hasta ser eliminado por completo, sólo si no se sigue consumiendo el compuesto (Elika, 2005). Aproximadamente el 90% del metilmercurio absorbido se excreta con la bilis a través de las heces, en menor proporción mediante la orina y en algunos casos se elimina a través de la leche materna (Ortega *et al.*, 2003; OPS/OMS, 2011; Raimann *et al.*, 2014).

Existen diversas recomendaciones en cuanto al consumo de pescado, entre estas se incluye a las poblaciones más vulnerables a los efectos del metilmercurio que son mujeres en edad fértil, que se encuentren amamantando y niños menores de tres años. Algunas recomendaciones incluyen el evitar el consumo de los depredadores tope, como diferentes especies de tiburón, pez espada, atún rojo y lucio (Mercury and fish consumption, 2006; OPS/OMS, 2011; Llop *et al.*, 2013).

Para evitar los riesgos a la salud por consumo de carne de pescado contaminada con metilmercurio se han hecho estudios de su concentración en diferentes especies y se ha calculado el riesgo a la salud para establecer límites de ingesta, la USDFA (2017) recomienda una ingesta de 113gr de pescado dos o tres veces a la semana, sin embargo, sugiere evitar el consumo de tiburón; otras agencias sugieren una porción de 100g (Bureau of Chemical Safety, 2007), y finalmente, estudios más recientes recomiendan una ingesta semanal de 50g de estos organismos (Llop *et al.*, 2013).

Por otra parte, el peligro al que se exponen las personas que consumen esta carne contaminada debe ser analizado mediante la caracterización del riesgo; los efectos dependen de la sustancia tóxica a la que se esté expuesto, a la cantidad de tóxico (conocida como dosis), el tiempo de exposición y la frecuencia con la que se esté expuesto (exposición); es necesario considerar además la vulnerabilidad de la población, esta será determinada por la edad del individuo, género, ocupación, etc. (Ize, *et al.*, 2010).



El análisis de riesgo tiene tres etapas:

1. Evaluación: Es un análisis cuantitativo mediante datos y observaciones para estimar la magnitud de los impactos asociados al contaminante; estos impactos pueden afectar a los humanos, animales e incluso los ecosistemas. Es necesario identificar el peligro (con ayuda de revisión toxicológica y epidemiológica que está disponible gracias a estudios preliminares) y establecer una relación con el daño a la salud.
2. Manejo: En esta etapa es necesario definir qué tal alto es el riesgo, si se considera aceptable y las medidas necesarias para la reducción del daño y la incluyendo todos los recursos sociales, económicos y políticos.
3. Comunicación: Es necesario dar a conocer a la población los resultados del riesgo permitiendo la participación de los grupos afectados.

Existen dos categorías en el análisis de riesgo:

*Riesgo de “cáncer”: Se categoriza a las sustancias que se sabe producen cáncer, sin umbral y se consideran estocásticas, es decir, que no necesariamente a mayor dosis el efecto es mayor. Se busca encontrar concentraciones donde no se presenten efectos negativos (NOAEL) y la cantidad mínima donde hay efecto (LOAEL).

*Riesgo de “no cáncer”: Conocido por presentar otros daños a la salud como el hepatotóxico, neurotóxico, etc; no tienen umbral y son determinísticas (a mayor dosis hay mayor efecto). Es decir, se busca el grado seguro de exposición para la población incluyendo a los grupos más sensibles para asegurar la protección de todos.

(Ize, *et al.*, 2010).

El riesgo a la salud por consumo de carne contaminada debe ser atendido a la brevedad, debido a que existen daños a la salud que son irreversibles; además del costo que implica recuperar la salud después de haber sido afectada por el consumo de carne contaminada con mercurio; como actividad opcional el turismo tiene un alto nivel de interés y genera muchos beneficios económicos, sociales y ambientales en el sitio donde se lleve a cabo.

2.3 Turismo sostenible

El turismo alternativo tiene como objetivo realizar viajes donde el turista participa en actividades recreativas de contacto con la naturaleza respetando los patrimonios natural, cultural e histórico del lugar que visitan, este tipo de turismo incluye dos categorías, el ecoturismo cuyas actividades más representativas están relacionadas con educación ambiental, observación de vida silvestre, atractivos naturales, entre otros; además del turismo de aventura cuyas principales actividades son montañismo, rappel, escalada, entre otras (Ibañez y Villalobos, 2012).

El ecoturismo no debe ser utilizado para neutralizar actividades del sector primario, ya que este sector es primordial. El ecoturismo debe convertirse en una herramienta eficaz



para la planificación de las actividades humanas, la valorización y la conservación de los recursos naturales (Barrera y Bahamondes, 2012). Sin embargo, existen impactos negativos en las comunidades como el incremento en el costo de vida, desigualdades, la inmigración de extranjeros, entre otras (Santana *et al.*, 2013).

En el mundo e incluso en México, se ha incrementado la observación y buceo con tiburones como actividad ecoturística, este tipo de actividades generan beneficios económicos que van más allá del precio que se paga por el disfrute de realizar esta actividad, es decir, la conservación de las especies para su avistamiento tiene un valor intrínseco para muchos de los turistas, así como valores de legado para que las siguientes generaciones puedan seguir disfrutando de esta experiencia (Cárdenas, 2006).

Un estudio realizado en el Pacífico central analizó el comportamiento de los animales en un arrecife al interactuar con buceadores, dicho estudio incluía dos sitios: uno donde se realizaba el buceo y otro donde sólo había visitado una o dos veces en quince años; los resultados demostraron que el comportamiento de los tiburones de arrecife y su uso del espacio estaba asociado a patrones biogeográficos, es decir, no estaban impulsados por el buceo. Los tiburones responden a la presencia de los buceadores de manera inmediata sin provocar cambios en su distribución espacial o el comportamiento de estos a largo plazo (Bradley *et al.*, 2017).

Actualmente se cuenta con un Manual de Buenas Prácticas para la observación de tiburón blanco mediante el buceo en jaula para la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe, donde se plantea un conjunto de acciones orientadas a prevenir prácticas incorrectas desde el punto de vista ambiental, social y económico, además de determinar los lineamientos a los que debe sujetarse la actividad, también se espera garantizar la conservación de la especie y lograr un desarrollo sustentable (Torres *et al.*, 2015).

También, existe un el programa de manejo de Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) con referencia específica a Bahía De Los Ángeles, Baja California cuyo objetivo es proponer los lineamientos para la planificación y manejo de las actividades con tiburón ballena en esta localidad, para garantizar su conservación y su aprovechamiento sustentable (Dowdell *et al.*, 2003).

2.4 Valoración económica

Los servicios ecosistémicos se definen como los beneficios que se obtienen de los ecosistemas (MEA, 2005), son esenciales para el desarrollo social, económico y la supervivencia humana. Existen cuatro categorías de servicios ecosistémicos que comprenden los de provisión, los de regulación, los de soporte y los culturales (GIZ, 2012). En este sentido, la presente investigación estará enfocada en el servicio ecosistémico de provisión de alimento resultado de la pesca y el servicio ecosistémico de recreación por



medio del avistamiento de tiburones como una actividad alternativa que favorece la conservación.

Los servicios ecosistémicos se categorizan según el uso que tengan, tenemos los servicios de provisión (pesca, agricultura, etc.), regulación (los manglares ayudan a regular eventos climáticos, etc.), soporte (son la base de otras actividades) y los culturales (paisaje, recreación, sentido de pertenencia, etc.) (MEA 2005). En esta investigación se analizaron los servicios de provisión (pesca) y el cultural (recreación).

Dada la necesidad de asignar estos valores es preciso utilizar métodos de valoración más sofisticados cuando no existen indicadores de valor (precios) a través el mercado. El mercado asigna los recursos para la producción y distribución; el análisis económico se basa en la existencia de un mercado hipotético del recurso donde exista competencia por el recurso al mismo tiempo que consumidores y productores que interactúen para formar el precio. Con base en las preferencias individuales que son reveladas mediante el consumo de ciertos bienes y/o servicios, si el precio aumenta, el bien tendrá menos demanda en contraste si el precio baja, la demanda aumenta ya que todos quieren dicho bien, considerando que a mayores posibilidades de consumo mayor será la utilidad. Este nivel de utilidad se verá restringido por los precios de mercado y el nivel de ingresos del individuo (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2003; VaLuEs, s/f).

Los bienes se categorizan según su uso o no uso, dependiendo de las preferencias de los individuos:

**Valor de uso:* Indica el valor que está dispuesto a pagar un individuo por hacer uso de un bien o servicio que aprovecha del ambiente. Esto implica una relación directa entre el recurso y el hombre, ya sea mediante el aprovechamiento directo o como base de alguna actividad que éste realice. Se categorizan en el uso directo, indirecto y de opción (Tabla VI). Sin embargo, el valor de opción indica la disposición a pagar por aprovechar el recurso en un futuro basado en la incertidumbre de las necesidades y la existencia del servicio en el futuro.

**Valor de no uso:* Indica el valor que está dispuesto a pagar un individuo por un bien o servicio aunque no lo use directamente, sólo existe el valor de existencia (Tabla VI). Existen diversos motivos que impulsan el valor de existencia entre los cuales se encuentran:

- Valor de legado o herencia:* Los individuos le dan el valor basados en la idea de qué generaciones futuras puedan disfrutar también de dicho servicio.
- Benevolencia:* Se considera el bien dependiendo de una valoración colectiva.
- Simpatía:* Es dada por individuos que consideran a otros que se han visto afectados por el deterioro de un servicio aun cuando no exista relación entre los individuos.
- El reconocimiento del derecho de existencia de otros seres vivos como plantas o animales



Tabla VI. Categorización de los bienes o servicios ecosistémicos

Categoría	Tipo	Características	Ejemplos
Uso	Directo	Implica el aprovechamiento del recurso para recreación o sustento	Pesca, extracción de madera, alimento, actividades deportivas, etc.
	Indirecto	Se refiere a los procesos que dan soporte a las actividades económicas, es decir, se refiere a los beneficios de las funciones del ambiente	Protección contra tormentas, recarga de acuíferos, etc.
No uso	Existencia	Es la cantidad que se paga por la conservación de un bien sin importar el valor actual o futuro demostrando que el recurso es importante para la sociedad sólo por existir	

Fuentes: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2003; Machín y Vilardell., 2006; GIZ, 2012.

Recientemente se ha visto un incremento en estudios sobre valoraciones económicas, esto con la finalidad de sensibilizar a los tomadores de decisiones sobre el valor que tienen los ambientes naturales y los servicios ecosistémicos que proveen. En el presente trabajo se aplicarán metodologías sobre la valoración contingente, los precios de mercado y el análisis costo-beneficio.

2.4.1 Métodos de valoración

Los BSA pueden tener distintos tipos de valor para las personas, los cuales pueden distinguirse entre: valor de uso y valor de no uso. El valor de uso se refiere al carácter instrumental que tienen los BSA que les hacen ser cosas útiles para las personas. Para diferenciar su uso de manera estricta, el valor de uso puede subdividirse en: valor de uso directo y valor de uso indirecto. El valor de uso directo es el que se asigna a los bienes que pueden ser producidos, extraídos, consumidos o disfrutados del ambiente, se basan en afirmaciones por parte de las personas conocidas como preferencias personales (Azqueta, 2002). Por ejemplo, la madera extraída de un bosque tiene un valor de uso directo para quien la emplea para hacer muebles; en el caso de un parque urbano, éste también tiene un valor de uso directo en términos recreativos para quienes lo visitan, descansan o pasean. El valor de uso indirecto (valor de uso funcional), deriva de los servicios que el medio ambiente provee, puede ejemplificarse por las funciones ecológicas (o SA) que proporcionan los ecosistemas, un ejemplo son los humedales que generan beneficios a partir de sus funciones o servicios ambientales, como control de crecidas e inundaciones de los ríos, capacitación y filtración de nutrientes, protección de la biodiversidad. Es decir que los métodos indirectos los recursos se combinan con otros para producir determinados



bienes y servicios que generen algún flujo de utilidad (Azqueta, 2002). Además de los valores de uso directo e indirecto, existen personas que, aunque no estén utilizando ciertos BSA en la actualidad, prefieren tener abierta la opción de poderlo hacer en el futuro, a esto se le conoce como Valor de opción (Azqueta, 2002).

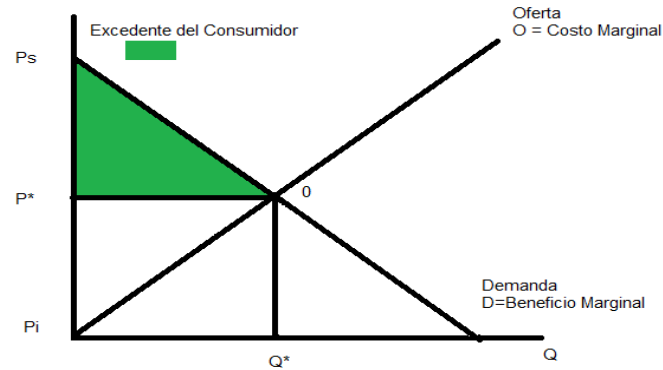
Por otro lado, los BSA pueden tener un valor que no está ligado al consumo directo e indirecto, presente o futuro; a este tipo de valor se le conoce como valor de no uso. El valor de no uso derivan de los beneficios que el ambiente puede proveer sin involucrar uso en ninguna forma, tanto directo como indirecto; puede subdividirse en: valor de existencia y valor de legado. El valor de existencia implica que los BSA tienen un valor por el simple hecho de existir, independientemente de su uso directo o indirecto actual o futuro. Finalmente, el valor de legado está relacionado con el deseo de preservar los BSA para su disfrute por las generaciones futuras, surge de la práctica de las personas de asignar un alto valor a la conservación de un bien ambiental para que sea utilizado por generaciones futuras. El valor de legado es particularmente alto en las poblaciones que usan actualmente un recurso ambiental, pues aspiran a transmitir a las generaciones venideras, tanto el bien como la cultura asociada a su utilización (Barbier, 1997).

Determinación de los precios de mercado y la DAP

El mercado se encarga de la asignación de los recursos escasos para la producción y distribución; en éste se informa a consumidores y productores sobre el valor de los bienes y servicios que se intercambian en él. Por el lado de la demanda, el precio es un indicador del valor que las personas asignan a adquirir un determinado bien (o servicio) por medio del cual satisfacen necesidades; asimismo, por el lado de la oferta, el precio es el valor que la sociedad ha necesitado para producirlo. En este sentido, el mercado es un sistema que procesa información sobre lo que las personas quieren y los factores de producción disponibles para generar bienes o servicios (Kolstad, 2010).

Aunque para algunos BSA no existe un sistema de mercado en donde se determine su valor directamente por medio de precios, indudablemente éstos tienen un valor económico por el simple hecho de satisfacer necesidades humanas y proporcionar bienestar para la sociedad, el cual se determina al conocer la DMgP de las personas por tener acceso a una unidad adicional de dichos BSA o por una mejora en su calidad (Kolstad, 2010).

Existen diversos métodos para estimar el valor económico de los BSA. La forma más sencilla de conocer su valor es a partir del precio de mercado. El equilibrio de mercado es el punto donde la curva de oferta y demanda se intersectan, intercambiándose una cantidad de equilibrio Q^* a un precio de equilibrio P^* . El excedente del consumidor representa la ganancia de bienestar en términos monetarios que obtiene el consumidor al adquirir un determinado BA o SA, la cual representa la diferencia entre lo que un consumidor estaría dispuesto a pagar por una canasta de bienes o servicios y la cantidad que realmente paga. Este excedente es el área entre la curva de demanda y el eje horizontal de P^* ($Ps0P^*$).



Cuando no existe un mercado, la valoración de los BSA puede realizarse de dos formas, ya sea por medio de las preferencias reveladas o de las expresadas por parte de los consumidores, los cuales implican descubrir la disposición de un individuo para pagar un bien, planteándole directamente una serie de preguntas respecto a sus preferencias. Entre los métodos más utilizados basados en las preferencias reveladas se encuentran: el modelo de costo de viaje, el modelo de precios hedónicos, el método de mercado sustituto, el método de la función de producción, el método de gastos defensivos, el método de costos de tratamiento y métodos de gasto de reemplazo. Entre los métodos de preferencias declaradas encontramos: el método de valoración contingente, métodos de elección.

2.4.1.1 Valoración contingente

En el caso de los métodos para identificar las preferencias expresadas de los consumidores destaca el método de valoración contingente (MVC); éste es uno de los métodos más comunes para la valoración de BSA y será el que se utilice para realizar esta investigación. El MVC ha sido utilizado en diversos ejercicios para estimar el valor económico de los BSA, intenta medir en términos monetarios los cambios en el nivel de bienestar de las personas por un incremento o disminución en la cantidad o calidad de un BA o SA. Esta medida en unidades monetarias se expresa generalmente como la cantidad máxima que una persona estaría dispuesta a pagar por un bien o servicio ambiental (DAP). Intuitivamente, el MVC simula un mercado de BSA por medio de encuestas aplicadas a los consumidores (o consumidores potenciales), en las que se les pregunta por su DAP por un determinado BA o SA si tuvieran que compararlo, como lo hacen regularmente en el mercado. A partir de este mercado hipotético, se deduce el valor que para el consumidor medio tiene el bienestar recibido por la adquisición del BA o SA estudiado: la oferta está representada por el entrevistador y la demanda por el entrevistado (Azqueta et al., 2007; Kolstad, 2010; Riera 1994; Pearce y Turner, 1995).

Al igual que cualquier método de valoración, el MVC presenta ventajas y desventajas. Entre las desventajas destacan la existencia de sesgos que podrían ser resultado del mal diseño de un cuestionario, de la forma o aplicación de la encuesta o del carácter hipotético del mercado, ya sea por la falta de incentivos para los entrevistados para que revelen el verdadero valor del mercado (sesgo de estrategia); una percepción incorrecta o poca



credibilidad del mercado hipotético; o debido a la complacencia de los entrevistados con los entrevistadores (Kolstad, 2010; Riera 1994; Pearce y Turner, 1990; Schweitzer, 1990).

Estos sesgos pueden reducirse con una cuidadosa elaboración del cuestionario, en donde la construcción del mercado hipotético sea lo más cercano a un mercado real; además de proporcionar a los encuestados la información necesaria para que valoren adecuadamente el BA o SA estudiado y una cuidadosa elaboración del cuestionario. En este sentido, debe quedar claro para el entrevistado qué BA o SA se está valorando, así como la forma y frecuencia en que se pagará por su acceso o mejora en su calidad (Riera 1994). Otras medidas que podrían evitar la ocurrencia de sesgos son: la incorporación de entrevistadores expertos tanto en la fase del diseño de la entrevista como en su aplicación, así como la realización de encuestas piloto para garantizar que todos los encuestados comprendan el cuestionario (Kolstad, 2010; Riera 1994).

Por otro lado, entre las ventajas del MVC (a diferencia de los métodos indirectos de valoración mencionados) destacan: 1) que es el único procedimiento para medir los valores de no uso (valores de existencia y legado) y los valores de opción de los BSA presentes o futuros; 2) los encuestados puede ser usuarios y no usuarios de los BSA; y 3) permite conocer la valoración de cambios en el bienestar antes de que estos se produzcan (ex-ante) o después de que se hayan producido (ex-post) (Azqueta et al., 2007; Kolstad, 2010; Riera 1994; Pearce y Turner, 1995). Por ejemplo, se puede conocer la DAP de las personas por la instalación de un parque urbano cerca de su vivienda o su DAP para seguir disfrutando de los beneficios de dicho parque una vez construido.

La valoración contingente tiene como objetivo determinar la disposición de los individuos a pagar por un bien o servicio, esto por medio de la realización de entrevistas que pueden ser personales, telefónicas o por correo. Los encuestados expresan sus preferencias, haciendo explícito los montos económicos que están dispuestos a pagar por tener acceso a éstos, su voluntad para recibir algún tipo de compensación en caso de no poder disfrutar de dichos bienes o servicios ambientales. En el caso de presentarse una reducción en su calidad considerando factores como la restricción en su presupuesto y los beneficios que genera el servicio por el que está pagando. Una desventaja de esta metodología es que la información depende de la honestidad de las personas al responder (VaLuEs, s/f; Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2003; Machín y Vilardell., 2006; Montenegro, 2007; Medina, Aravena y Vásquez 2012).

2.4.1.2 Precios de mercado

La valoración con base en los precios de mercado. Su intercambio se da en el mercado siendo los métodos de valoración más sencillos ya que su forma de valoración se basa en los precios de mercado. Estos BA se comercializan desde mercados locales hasta internacionales, como lo es la madera, alimentos, carne, minerales, entre otros. Los precios de estos BA se determinan en el mercado como resultado de la interacción entre la oferta y demanda, siendo los precios un indicador de la DAP de los consumidores por adquirirlos para satisfacer sus necesidades. La ventaja que tiene es que a través de los precios de



mercado se refleja la disposición de los particulares a pagar por costos y beneficios comerciales, se pueden emplear para hacer cuentas financieras desde la óptica de la persona o empresa; así como las ganancias y pérdidas privadas. Los datos relativos a los precios son más fáciles de conseguir. Por otro lado, tenemos como desventaja las imperfecciones del mercado y las fallas en políticas pueden distorsionar los precios de mercado en cuyo caso no reflejan el valor económico de los bienes y servicios. Las variaciones estacionales deben también tenerse en cuenta cuando se emplean los precios de mercado. La valoración por medio de precios de mercado determina los ingresos de la comercialización de diversas especies de pescado, incluyendo la carne de tiburón. Esta forma de valoración se utilizó, debido a que la carne de tiburón se comercializa en distintos centros de distribución de productos del mar, identificándose con claridad los precios por kilogramo. Estos precios se determinan en el mercado como resultado de la interacción entre la oferta y demanda, siendo los precios un indicador de la disponibilidad a pagar por los consumidores al adquirirlos para satisfacer sus necesidades (VaLuEs, s/f; Van Damme, Carvajal y Molina, 2011). Cabe mencionar, que a veces los consumidores no saben que están adquiriendo carne de tiburón dado que se comercializa como otras especies por ejemplo bacalao (*Gadus morhua*), carne para ceviche o carne de pescado seca en México.

2.4.1.3 Costos de tratamiento médico

El método de valoración de costos de tratamiento médico analiza los costos asociados a recuperar la salud como resultado de las repercusiones por la ingesta de carne contaminada con mercurio por parte de los consumidores, incluyen los gastos realizados por medicamento y tratamiento, los gastos por días no laborados, los honorarios de los médicos, entre otros gastos asociados (VaLuEs, s/f).

2.4.2 Análisis costo-beneficio

El análisis costo-beneficio permite cuantificar las variables de costos y beneficios que se generan por la actividad económica desarrollada, así como también observar patrones sociales y ambientales de un proyecto. De esta manera se puede comparar la relación costo-beneficio tenemos dos escenarios, en el caso de que el valor de los beneficios sea superior al de los costos, se considera que dicha actividad es rentable; mientras que en el caso que los costos sean superiores a los beneficios, dicha actividad no sería rentable (VaLuEs, s/f; Serra, *et al.*, 2012).

3. Metodología

La metodología abarca diversos campos de conocimiento ya que es un trabajo multidisciplinario y es necesario implementarlas para poder obtener resultados representativos, se valoraron los beneficios económicos generados por ambas actividades, se usó la parte económica para mostrar la actividad más rentable; la parte toxicológica para realizar el análisis de contenido de mercurio en carne de tiburón y hacer la caracterización de riesgo a la salud por consumo de dicha carne contaminada, se generaron proyecciones para analizar el comportamiento de las actividades propuestas durante un



tiempo determinado y con base en todo lo anterior determinar la actividad que representa mayores beneficios económicos.

3.1 Valoración de los beneficios económicos

Los beneficios económicos generados por la pesca artesanal y el ecoturismo con tiburones fueron analizados por medio de métodos de valoración económica, en aras de definir la actividad que genera mayores ingresos económicos. Para ello, se contrastaron los beneficios de la pesca artesanal y comercialización de la carne de tiburón para su consumo humano; contra el beneficio, que es resultado de la conservación de tiburón mediante el turismo sustentable. Los métodos que se usaron en este estudio son valoración contingente, precios de mercado y análisis beneficio-costo. La metodología utilizada en los métodos mencionados se detalla a continuación (Figura 4).



Figura 4. Esquema de la primera fase de la metodología propuesta

3.1.1.1 Identificación de actores clave

Los actores clave seleccionados para realizar la entrevista fueron aquellos que potencialmente se podrían involucrar en el nado con tiburones, ya sea facilitando la prestación de este servicio o que pudieran estar interesados en realizar esta actividad.



Entre dichos actores clave se encuentran: los turistas interesados en la actividad, los prestadores de servicios que ofrecen actividades sustentables con tiburones, la OSC que ofrece el nado con tiburones en el área de estudio, los pescadores de tiburón, los hoteles y los restaurantes en el Puerto San Carlos. Se diseñó un cuestionario para entrevistar a cada sector, seleccionándose una muestra aleatoria a la que se aplicaron dichos cuestionarios. Los actores clave entrevistados que se localizaban en el sitio de estudio fueron clasificados en:

*Pescadores artesanales: personas que viven de la captura del tiburón, y cuando esta actividad no se lleva a cabo de manera sustentable puede poner en riesgo la existencia de las especies.

*Vendedores de carne de tiburón: son los que comercializan y distribuyen las especies capturadas tales como el tiburón, decidiendo que especies son las más comerciales.

*Turistas: son los que potencialmente están dispuestos a pagar por realizar nado con tiburones, lo cual genera ingresos económicos considerables en Puerto San Carlos.

*Prestadores de servicios: Es el grupo que ofrece el servicio turístico de nado o buceo con diferentes especies de tiburones.

*Hoteles en P.S.C.: este grupo sería un sector altamente beneficiado con la promoción del nado con tiburones.

*Restaurantes en P.S.C.: para conocer si se ofrece carne de tiburón como parte del menú o la carta de consumo en el sitio de estudio.

*OSC Pelagiclife: Es una organización no gubernamental que se dedica a promover el ecoturismo con tiburones y con otras especies de organismos pelágicos. Se considera importante porque promueve la protección de las especies a través de la educación del público en general.

3.1.1.2 Diseño de cuestionarios

Se diseñaron cuestionarios de tipo semiestructurado, lo que permite obtener y catalogar las respuestas de manera ordenada (Córdoba, 2002). Cada cuestionario contiene preguntas comunes para todos los sectores y preguntas específicas para cada sector, dependiendo de su actividad. En total, los pescadores respondieron 50 preguntas, los vendedores de pescado 39, los turistas 26, los prestadores de servicios 34, OSC 27, los hoteleros 26 y los restaurantes 30. El muestreo fue de tipo no probabilístico, es decir, que se seleccionó a la muestra según criterios de interés establecidos para el presente estudio (Torres, Paz, & Salazar, 2006). Las preguntas se agruparon en las siguientes categorías:



I. Datos socioeconómicos del entrevistado: Esta información es necesaria para estar al tanto de la información general de las personas entrevistadas (ej., el nivel de estudios, su nivel de ingresos y lugar de procedencia, entre otra información relevante).

II. Ingresos por la actividad: Es importante saber la cantidad promedio de ingresos por la actividad realizada (ej., días a la semana de trabajo, si es dueño del negocio o de la lancha).

III. Limitaciones: En este apartado se considera la legislación y límites de pesca entre otros (ej., programas que limita a los pescadores, permisos para realizar las actividades, etc.).

IV. Gastos y consumo: Al igual que los ingresos, es importante considerar las cantidades de insumos necesarios para cada actividad, en este apartado se incluye el consumo de carne de tiburón y daños a la salud por la ingesta de carne contaminada (ej., los gastos para darle mantenimiento a la lancha, equipos necesarios, etc.).

V. Interés en la actividad ecoturística: Es una sección clave para definir el potencial de ecoturismo con tiburones, la disponibilidad de las personas a pagar, y las principales especies que les interesan para nadar con ellas (ej., avistamiento o nado con especies de interés).

Cabe mencionar, que las preguntas realizadas específicamente para cada sector estuvieron enfocadas en conocer aspectos concretos. Por ejemplo, era relevante conocer por parte de los pescadores sus prácticas de pesca, las principales especies capturadas, las principales especies comercializadas, el proceso de comercialización, así como el proceso de distribución en los distintos centros de acopio o mercados minoristas. En el caso de los vendedores de pescado, se requería conocer cómo se realiza la venta de carne de tiburón y de otras especies comercializadas para determinar la preferencia de los compradores y los principales puntos de distribución. Para los turistas, se buscaba identificar opinión sobre el estado actual de los tiburones y el interés que tuvieran en promover el nado o avistamiento de tiburones. Finalmente, para los prestadores de servicios, como las agencias que ofrecen nado o buceo con tiburones en la Paz, Baja California Sur, era de interés determinar su opinión sobre el estado actual de los tiburones y el interés que tuvieran en promover el nado o avistamiento de tiburones. Los cuestionarios realizados se pueden consultar en el Anexo 1.

Con base en las respuestas de los cuestionarios se identificaron las especies de interés para este estudio considerando las principales especies de tiburones que son extraídas en Puerto San Carlos, B.C.S, contrastando con las que generan mayor interés en las personas, es decir, por las que estarían dispuestas a pagar para realizar el nado con ellas. Las especies de mayor impacto en ambos casos son el tiburón martillo (*Sphyrna zigaena*), el Mako (*Isurus oxyrinchus*) y el tiburón azul (*Prionace glauca*); dado lo anterior, se pone en conflicto al sector pesquero con el turístico, es decir, no se pueden desaprovechar los



recursos (carne de tiburón) pero si se extraen demasiado se puede perder el recurso para la oferta en el avistamiento de tiburones.

3.1.2 Valoración contingente

Este método se utilizó para valorar la disposición a pagar de los turistas por realizar avistamiento de tiburones o nadar con ellos. El mercado que se simuló se basó en el método de subasta, siendo el precio de salida muy similar al precio que tienen que pagar los turistas para realizar un avistamiento de la ballena gris (\$1,000) con la finalidad de evitar respuestas de sesgo donde respondieran montos muy altos o montos cercanos a cero. Los rangos se definieron en: (1) menos de \$1,000; (2) entre \$1,000 y \$2,000; (3) entre \$3,000 y \$4,000, y (4) más de \$4,000. Es importante resaltar que se cobra aproximadamente \$13,000 por persona para una expedición de 3 días (incluyendo transporte de la Paz a Puerto San Carlos y de regreso, desayunos, refrigerios a bordo de la embarcación, cenas y hospedaje durante la estancia en San Carlos) por lo que al restar los gastos resultaría en aproximadamente \$1,539 por el nado o avistamiento de tiburones (por día).

Con el fin de conocer la disponibilidad a pagar de los turistas, así como otra información relacionada con el perfil socioeconómico de los turistas interesados en realizar el avistamiento con tiburones, se realizaron entrevistas a 121 personas en la zona de estudio.

3.1.3 Precios de mercado

Este método se seleccionó dada la importancia del precio de la carne de tiburón, para conocer la factibilidad de la venta para consumo. Se hizo un análisis para determinar los ingresos resultado de la comercialización de la carne de tiburón, comenzando por el pescador, incluyendo intermediarios y en mercados, identificándose con claridad los precios por kilogramo. A los ingresos totales de la venta de carne de tiburón, se les restaron los costos en los que incurren los pescadores para obtener la carne del tiburón (mantenimiento de pangas, gasolina, etc.); además de los costos asociados a la distribución y comercialización del mismo, esto permitió conocer tanto los beneficios netos de los pescadores como los beneficios netos de llevar a cabo esta actividad. Se realizaron entrevistas a pescadores que se dedican al tiburón, a las personas que compran el tiburón a los pescadores y finalmente, se realizó una visita a dos mercados identificados como "Mercado Bravo" y "Mercado Francisco I. Madero" ubicados en Baja California Sur. Las preguntas fueron abiertas, sin embargo, existían diversas limitaciones para obtener la información necesaria debido al desconocimiento de los pescadores sobre las especies que se capturan, la legislación a la que están sujetas algunas especies, la falta de interés que muestran cuando se menciona el cambio de actividad de la pesca al turismo, etc.

3.1.4 Costos de tratamiento médico

Se analizaron los costos asociados a recuperar la salud, debido al consumo de carne de tiburón contaminada con mercurio, incluyendo los gastos realizados por medicamento, tratamiento, entre otros.



Se consideró como procedimiento para recuperar la salud después de una intoxicación con mercurio el tratamiento de **Quelación EDTA (etileno-tetra-acético)**. Para este análisis se obtuvo información de primera fuente (directamente de los hospitales) y de una página de internet, en este sentido, se consideró el costo por el medicamento (Nissen Medica) y el costo por tratamiento que incluye detección, monitoreo, hospitalización y medicamento (Hospital particular).

3.2 Análisis beneficio-costo

El análisis costo-beneficio para cada actividad de manera que al comparar ambas, se evaluó si la conservación de los tiburones por medio de un turismo sustentable es más rentable que la pesca para consumo. Se seleccionó este método debido al particular interés de demostrar la actividad que genera mayores beneficios económicos. Para hacer este análisis se compararon los costos (en el caso de la pesca los gastos en gasolina, cambio de aceite, mantenimiento de la panga, permiso náutico etc.; para el turismo se consideró la gasolina, el pago por transportar la lancha, la carnada, el lunch para los turistas, permiso náutico, etc.) y beneficios de dichas actividades beneficios directos (las ganancias por venta de carne de tiburón para la pesca y las ganancias por realizar el turismo) e indirectos (en la pesca no tenemos beneficio indirecto, para el turismo se consideró como beneficio indirecto el ahorrar gastos a la salud debido a que no se consume carne contaminada)

3.2.1 Análisis de la inversión de los pescadores para la adecuación de las pangas (rentabilidad financiera)

Se consideró para este análisis un préstamo otorgado a los pescadores mediante de banca privada (Santander y Prestadero) y banca de desarrollo (Nafinsa y Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (FND)). Se calculó para cada opción la tasa interna de retorno y el valor actualizado neto, con el fin de determinar si es un proyecto rentable como parte de la reflexión del análisis costo-beneficio.

3.2.1.1 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, en otras palabras, representa el porcentaje de beneficio o pérdida de una inversión dada los pagos que representa a lo largo del préstamo. La tasa de descuento se refiere al costo del capital para determinar el valor actual de un pago futuro. Es una medida utilizada para evaluar proyectos de inversión e indica cuánto vale el dinero en una fecha futura. En este sentido, la TIR es el valor de las tasas de descuento que hace que el Valor Actualizado Neto (VAN) sea igual a cero, para un proyecto de inversión dado, y que por lo tanto sea rentable. En otras palabras, la TIR es la tasa de descuento que iguala el flujo de cobros con la de pagos con un monto igual a cero (Anzil, 2018; Blank y Tarquin, 2006). Su forma funcional es la siguiente:



$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

F_t son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n es el número de periodos de tiempo

Los criterios de selección de un proyecto son:

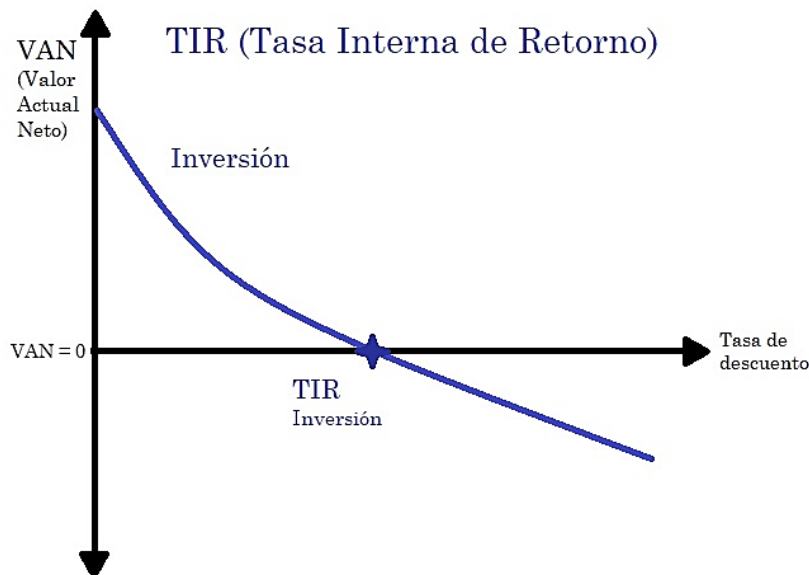
$TIR > k$, cuando el proyecto de inversión es rentable, y por ende, se debe aceptar, ya que la tasa de rendimiento interno es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

$TIR = k$, en esta situación representa un VAN igual, por lo que también se acepta. Aunque no es rentable, pero tampoco implica pérdidas.

$TIR < k$, el proyecto debe rechazarse porque no es rentable. No se alcanza la rentabilidad mínima de la inversión.

El valor de k son las tasas de interés que cobran los diferentes bancos para realizar dicho préstamo.

En este sentido, la TIR es el punto en el cual el VAN es cero, por lo que la inversión se puede representar como una curva descendente, siendo la TIR el punto donde esa inversión cruce el eje de abscisas, es decir, donde el VAN es igual a cero.



3.2.1.2 Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que actualiza los cobros y pagos de una inversión con el fin de determinar si ésta es rentable, es decir, cuánto se va a ganar o perder con la misma. También se conoce como Valor Presente Neto (VPN).



Con este fin, se traen al presente todos los flujos de caja, descontándolos a una tasa de interés determinada, como la que cobrarían los bancos o la banca de desarrollo para otorgar un préstamo que permita realizar la inversión, descontándolos a la tasa de interés determinada. El VAN es una medida de rentabilidad de una inversión en términos absolutos netos, por lo que se expresa en unidades monetarias. El VAN permite evaluar diferentes opciones de inversión, permitiendo conocer cuál es la más rentable (Anzil, 2018; Blank y Tarquin, 2006). Su forma funcional es la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

F_t son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n es el número de periodos de tiempo

k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

$VAN > 0$, el valor actualizado de los cobro y pagos futuros de la inversión, a las tasas de descuento elegida generará beneficios.

$VAN = 0$, el proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.

$VAN < 0$, el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

Las ventajas de utilizar el VAN es que es un método fácil de calcular e interpretar. Sin embargo, también tiene desventajas, entre ellas está la dificultad de especificar una tasa de descuento, ya que supone que los flujos de caja positivos son reinvertidos a una tasa que coincide con el tipo de descuento, mientras que los flujos de caja negativos son financiados con recursos cuyo coste también coincide con el tipo de descuento, lo cual generalmente no ocurre.

3.2.1.3 Comparación de inversiones por medio del VAN y la TIR

El VAN analiza la rentabilidad de una inversión en términos absolutos netos, es decir, en unidades monetarias; mientras que la TIR analiza la rentabilidad de manera relativa por medio de una tasa. Otra diferencia relevante para considerar con respecto a estas dos herramientas de análisis es que el VAN da mayor relevancia a los flujos de caja más próximos y considera que los flujos se invierten a la misma tasa de descuento k . Sin embargo, en el caso de la TIR, ésta no considera que los flujos de caja se reinvierten la tasa de descuento, sino que considera que se reinvierten a una tasa de rendimiento r que puede sobreestimar la capacidad de inversión del proyecto.



3.2.2 Análisis Beneficio-Costo (rentabilidad socioambiental)

La razón beneficio/costo se considera un método de análisis adecuado para proyectos del sector público. Todos los cálculos de costos y beneficios deberán estar en una unidad monetaria común a la tasa de descuento. Su forma funcional es la siguiente (Blank y Tarquin, 2006):

$$B - C = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}}$$

Donde:

B son los flujos netos de dinero

C son los costos de la actividad

Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

B/C > 1 Indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente el proyecto es rentable

B/C=1 Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.

B/C < 1 Muestra que los costes son mayores que los beneficios, no es rentable

3.3 Análisis de la concentración de mercurio en carne de tiburón

La colecta de muestras de músculo y aletas de tiburón se llevó a cabo en noviembre del año 2016 y abril del 2017. En la región existen tres campamentos tiburoneros el de “San Lázaro”, “Punta arena” y “Magdalena” que pueden observarse en la Figura 5. Fueron recolectadas 46 muestras de músculo provenientes de tres especies de tiburón Mako (18), Martillo (2) y Azul (26), en el campamento tiburonero conocido como “San Lázaro”; el arte de pesca en este sitio consiste en la extracción de tiburones de diversas especies capturadas entre 70 y 300 brazas con anzuelos noruegos y pescados grasos como lisa; la ganancia se divide usualmente entre tres personas.

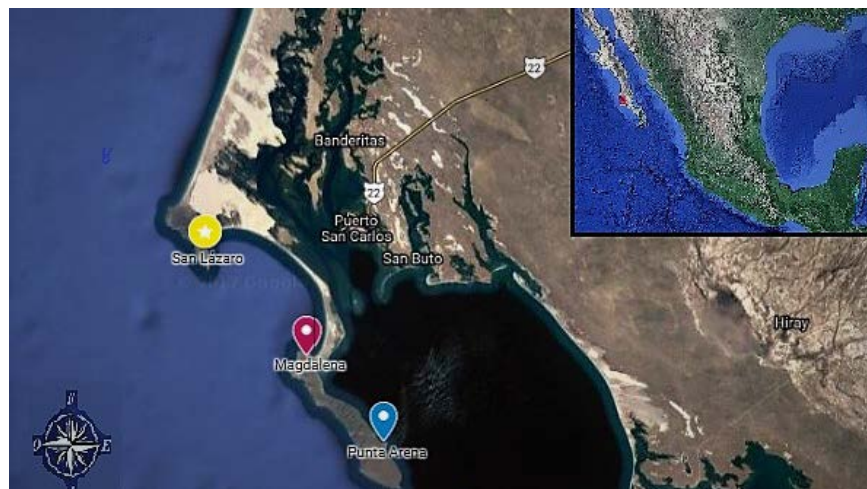




Figura 5. Mapa con la ubicación de los campamentos tiburoneros (Elaboración propia)

Del Puerto de San Carlos se solicitó a un pescador que nos llevara en su panga a uno de los tres campamentos tiburoneros que fue el que se encontraba ubicado en cabo San Lázaro ya que en los otros dos (“Punta arena” y “Magdalena”) no había tiburoneros trabajando esos días. Al llegar una lancha de tiburoneros se les solicitó su apoyo para obtener las muestras de carne y aleta de tiburón a lo que ellos accedieron. Ellos desembarcaron la pesca del día y comenzaron a limpiar a los animales (en la orilla de la playa les quitaron las aletas, la cabeza, los evisceraron y en el caso del tiburón azul le quitaron la piel). Se tomó la longitud total de los ejemplares (tomada desde la punta del morro del hocico hasta la punta de la cola), y se procedió a tomar las muestras de músculo de cada espécimen; éstas se guardaron en bolsas Ziploc y se etiquetaron con el nombre común del tiburón y la longitud total, para luego colocarlas en una hielera con geles congelados para evitar su degradación durante el transporte (Figura 6). Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Ecotoxicología, ubicado en la Universidad Autónoma Metropolitana para su posterior procesamiento.



Figura 6. Trabajo de campo en Cabo San Lázaro, B.C.S: a) toma de medidas; b) etiquetado de bolsas; c) muestras de tiburón empaquetadas (Fotografías tomadas por Yessica Miriam Plata Zepeda).

3.3.1 Metodología para la cuantificación de la concentración de mercurio en carne de tiburón

3.3.1.1 Preparación de muestras

Las muestras se pesaron (26 muestras de músculo) y se cortaron en trozos pequeños, los cuales se homogenizaron y se colocaron en bolsas “ziploc” nuevamente (Figura 7), para ser conservadas en un ultracongelador hasta su transporte a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí donde fueron procesadas en el laboratorio de Ecotoxicología mediante la técnica de absorción atómica cuyo procedimiento se describe a continuación:



Figura 7. Preparación de muestras para homogenizarlas (Fotografías tomadas por Yessica Miriam Plata Zepeda).

Se pesó 0.5g de muestra en la balanza analítica Explorer OHAUS, directamente en el vaso de digestión. Después se agregaron 5mL de ácido nítrico ultrapuro (HNO_3) al 50% y 1mL de Peróxido de Hidrógeno ultrapuro (H_2O_2) a cada vaso de digestión; dichas muestras se dejaron en predigestión durante 24h. Posteriormente fueron digeridas con ayuda del microondas (CEM MARS6), el vaso control con la tapa modificada para tal efecto (este debía contener la muestra más pesada) fue colocado en la posición 1 del rotor, se colocaron todos los vasos, se acomodaron en el rotor y se introdujeron en la unidad de microondas donde fueron digeridas durante 45min considerando la rampa de temperatura (Tabla VII).

Tabla VII. Rampa de temperatura para microondas

Etapa 1	Temperatura ambiente a 80°C	15 min
Etapa 2	80 °C a 80 °C	15 min
Etapa 3	Enfriamiento	15 min

El control de calidad incluyó un blanco de método y una muestra de material de referencia (NIST 1947 Lake Michigan Fish Tissue) por cada lote analítico que incluía 10 muestras de tejido de tiburón, alcanzando un total de 12 muestras por lote analítico. Una vez terminado este proceso, se sacó el rotor de la unidad de microondas y se esperó hasta que los vasos se encontraran a temperatura ambiente. Las muestras se trasladaron a tubos falcon de 15mL previamente etiquetados.

3.3.2 Determinación de mercurio por absorción atómica por método de vapor frío

Para determinar las concentraciones de mercurio en las muestras de carne de tiburón el método que utilizamos fue espectrofotometría de absorción atómica por la técnica de vapor frío, este método es un tipo de espectrofotometría de absorción atómica que utiliza las propiedades volátiles del mercurio elemental para provocar transiciones electrónicas atómicas y permitir la determinación sensible de este elemento.



Para la determinación de la concentración de mercurio en las muestras de tejido y después de la digestión en horno microondas. La cuantificación se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer Analyst 100-FIAS cuyas condiciones fueron las siguientes:

Longitud de onda (nm)	220	Fuente de poder	Perkin-Elmer
Slit	0.7	Gases	Argón
Lámpara	EDL	Modo de señal	Altura de pico
Energía de la lámpara(mA)	380		

A 10mL de digerido del tejido se le agregó una gota de permanganato de potasio ($KMNO_4$), se agitó y se colocaron los tubos en el FIAS 100 el cual consta de una bomba que toma y mezcla la muestra con el agente reductor (borohidruro de sodio) y ácido clorhídrico en la cámara de reacción produciéndose el vapor de mercurio el cual pasa a la celda de cuarzo y se leyó en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica AAnalyst 100- Fias. Se interpolaron las absorbancias de las muestras de tejido en la curva de calibración con las siguientes concentraciones de mercurio: 5mg/l, 10mg/l, 15mg/l y 20mg/l y un blanco; se obtuvo la concentración de mercurio alcanzándose el 90 % de recuperación.

Se utilizó la siguiente fórmula para la estimación de la concentración de mercurio contenido en la carne de tiburón (Cheng, 2008):

$$\text{Concentración (mg/Kg)} = ((S \times DF) - MBKL) \times V / m \times MCF$$

Donde:

S = Concentración del analito.

MBKL= Muestra de referencia MBK ($\mu\text{g/L}$)

V= Volumen del analito

M = Porción de la muestra en la solución.

DF= Factor de dilución.

MCF= Factor de corrección

Posteriormente, se hizo una regla de tres para estimar el metilmercurio contenido en la carne de tiburón considerando que el 90% de mercurio es metilmercurio (Elika, 2005; INECC, 2010).

Este método fue utilizado para estimar indirectamente la cantidad de metilmercurio presente en la carne ya que si se analiza el metilmercurio el proceso es más largo y más costoso.

3.3.3 Caracterización del riesgo a la salud por consumo de carne de tiburón contaminada con mercurio



Una vez obtenidos los resultados del mercurio contenido en la carne de tiburón, se hizo una caracterización del riesgo a la salud considerando las concentraciones por especie (tiburón mako y tiburón azul); también se hizo un análisis considerando todas las muestras evaluadas, incluyendo las de tiburón martillo. Para estos análisis se usaron las concentraciones: mínima, máxima y el promedio de cada caso. Debido a que en otros estudios (Elizalde, 2018) se demostró que la carne de tiburón es vendida como carne de pescado, lo que significa que los consumidores están expuestos al riesgo de consumir mercurio sin saberlo, en estos cálculos se incluyeron tres niveles de sustitución 10%, 30% y 60%.

El riesgo (R) se consideró equivalente al coeficiente de peligrosidad (Evans y colaboradores, 2003) y se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Coeficiente de peligrosidad} = \frac{\text{Exposición}}{\text{RfD}}$$

Para obtener la exposición (E), se utilizó la siguiente ecuación (U.S, 1995)

$$E = \frac{C \times TI \times FE}{PC}$$

Donde:

C = Concentración del contaminante en el pescado (mg/Kg/día)

TI = Tasa de ingesta (mg)

FE = Factor de exposición (sin unidades)

PC = Peso corporal (Kg)

La tasa de ingesta, el factor de exposición y el peso corporal fueron tomados de Elizalde (2018) y pueden observarse en la Tabla VIII.

Tabla VIII. Parámetros de la población para el cálculo de riesgo por consumo no intencional de tiburón.

Parámetro	Población	Duración	Valor
Peso corporal	Hombre	NA	73.4 Kg
	Mujeres	NA	61.0 Kg
	Niño	NA	34.9 Kg
	Infante	NA	10.6 Kg
Tasa de ingesta (pescado)	Hombre	Aguda	262.6 gr
	Mujer	Aguda	194.3 gr
	Niño	Aguda	188.1 gr
	Infante	Aguda	85.2 gr
Hábitos de consumo	Hombre	Mes	2.6 veces
	Mujeres	Mes	2.3 veces/día
	Niño	Mes	1.3 veces/día



	Infante	Mes	0.7 veces/día
Esperanza de vida	Mujeres		78 años
	Hombres		73 años

Fuente: Elizalde, 2018

El resultado del coeficiente de peligrosidad se interpreta de la siguiente manera:

$R < 1$ = riesgo aceptable

$R > 1$ = riesgo elevado

Se propuso un campo escalar para el ciclo de vida de la población humana definiéndose un intervalo de 1 a 5 según el periodo de edad para cada sector (hombres - mujeres):

Hombres:

Bebé que comprende de 0 a 5 años en el intervalo (1,2)

Niño que comprende de 5 a 15 años en el intervalo (2,3)

Hombre que comprende de 15 a 59 años en el intervalo (3,4)

Anciano que comprende de 59 a 73 años (4,5)

Mujeres:

Bebé que comprende de 0 a 6 años en el intervalo (1,2)

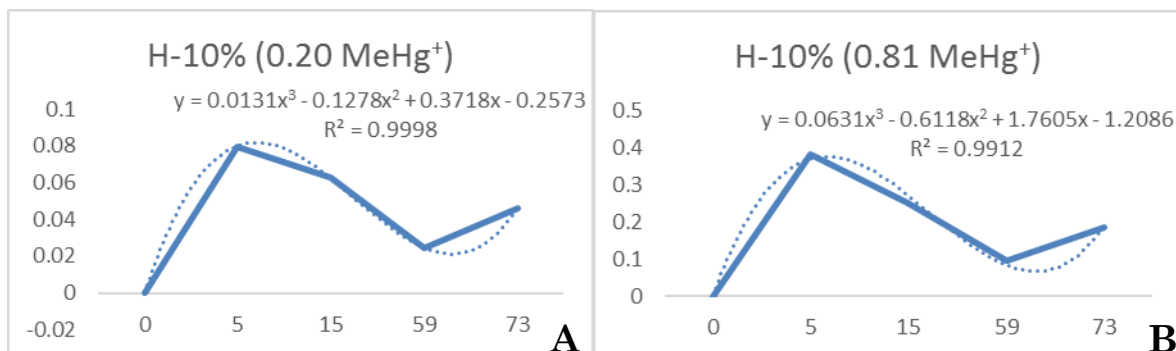
Niña que comprende de 6 a 12 años en el intervalo (2,3)

Mujer que comprende de 12 a 60 años en el intervalo (3,4)

Anciana que comprende de 60 a 78 años (4,5)

Se usó el método de Interpolación (Reyes, 1996) para obtener polinomios de grado 3 que suavizan los gráficos de los datos para los intervalos de etapas anteriormente mencionados y para cada concentración de mercurio según el caso.

A continuación se pueden observar las figuras con las ecuaciones del polinomio (para el ejemplo se tomó como referencia Hg-mako para hombres considerando 10% de sustitución de carne de tiburón por pescado en el mercado).



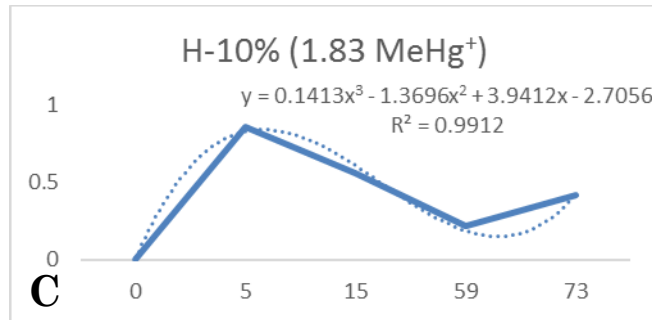


Figura 8. Riesgo por consumo de tiburón mako para hombres con 10% de sustitución incluyendo los polinomios de grado 3 y la regresión lineal (A) Concentración mínima (B) Concentración promedio (C) Concentración máxima

Se definieron las variables principales como la variable de etapa ($t = x$) y la variable de concentración (c), obteniendo mediante el método de regresión polinomial los siguientes polinomios de riesgo de grado tres:

Concentración	Polinomio asociado de grado 3 en la variable t
0.20	$R_{0.22}(t) = 0.0131 t^3 - 0.1278 t^2 + 0.3718 t - 0.2573$
0.81	$R_{0.88}(t) = 0.0681 t^3 - 0.6118 t^2 + 1.7605 t - 1.2086$
1.83	$R_{1.97}(t) = 0.1413 t^3 - 1.3696 t^2 + 3.9412 t - 2.7056$

Para construir una relación funcional polinomial de riesgo $R(c, t)$ dependiente de la variable de concentración ($c = D$) y de la etapa ($t = X$) que estima el riesgo en el dominio correspondiente,

1. (Hg – total): $D = [0.2, 4] \times [1, 5]$
2. (Hg – mako): $D = [0.2, 2] \times [1, 5]$
3. (Hg – azul): $D = [0.5, 3] \times [1, 5]$

proponemos una de tipo:

$$R(t, c) = f_3(c) t^3 + f_2(c) t^2 + f_1(c) t + f_0(c)$$

Entonces para cada valor de concentración c tenemos una relación polinómica $R_c(t)$ que depende solo de la etapa t , proponemos una de tipo:

$$R_c(t) = f_3(c) t^3 + f_2(c) t^2 + f_1(c) t + f_0(c)$$

donde las funciones $f_k(c)$ se obtendrán por el método de regresión lineal de acuerdo con las condiciones de los polinomios obtenidos, es decir,

$$f_3(0.22) = 0.0131, f_3(0.88) = 0.0681, f_3(1.97) = 0.1413; f_2(0.22) = -0.1278, f_2(0.88) = -0.6118, f_2(1.97) = -1.3696, \text{ etcétera..}$$



La primera función $f_3(c)$ se obtiene usando la variable $x = c$ con el programa Excel como se muestra a continuación:

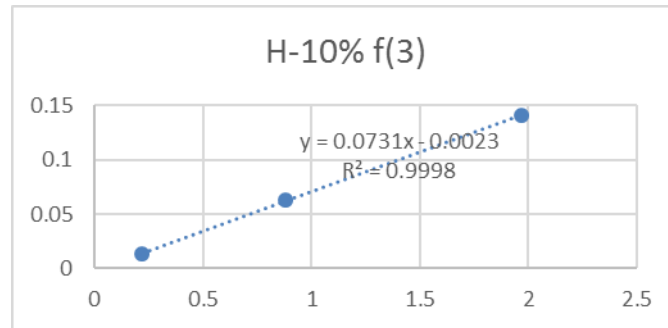


Figura 9. Primera función del polinomio

No omitimos en la relación lineal obtenida la ordenada al origen, aun cuando es muy pequeña, y por lo tanto, en la variable “c” de concentración, para este caso, tenemos la relación lineal,

$$f_3(c) = -0.0731c - 0.0023$$

Del mismo modo, se obtienen las otras funciones lineales, en la variable universal $x = c$ como se muestra en las figuras a continuación:

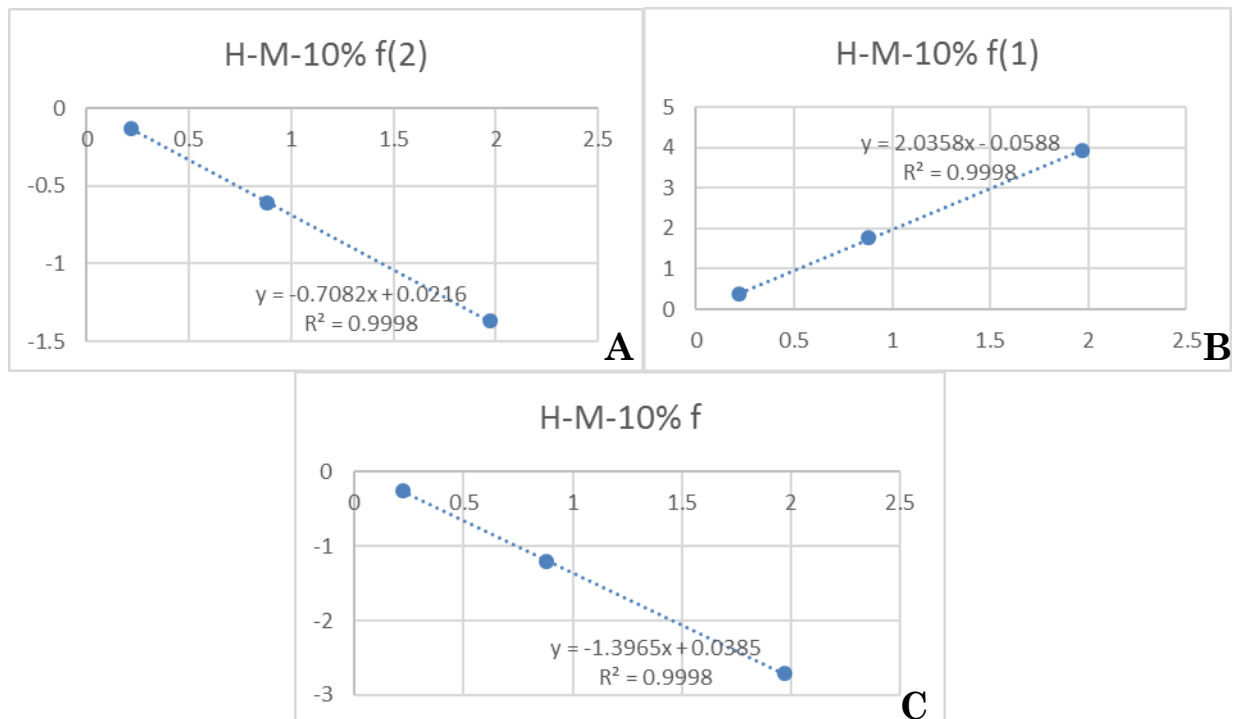


Figura 10. Funciones del polinomio (A) f(2), (B) f(1), (C) f



Nuevamente, no se omite la ordenada al origen aun siendo pequeñas en cada caso.

Consecuentemente, la función que estima el riesgo por consumo de carne contaminada con metilmercurio en la región D con las variables de etapa t y concentración c , viene dado por la fórmula

$$R(c, t) = (0.0731 c - 0.0023) t^3 + (-0.7082 c + 0.0216) t^2 + (2.0358 c - 0.0588) t + (-1.3965 c + 0.0385)$$

Posteriormente con ayuda del programa WolframMathematica 11.2 se realizó el análisis de riesgo global de la relación obtenida $R(c, t)$.

La superficie de riesgo es representada mediante la gráfica de $R(t, c)$ en 3D con la siguiente aplicación. La función varía según el porcentaje de riesgo y la cantidad de metilmercurio encontrada en la carne de tiburón, es este ejemplo se está usando el riesgo por consumo de carne proveniente de tiburón mako para hombres considerando el 10% de sustitución de dicha carne por pescado.

$$\text{Plot3D} [(0.0731 c - 0.0023) t^3 + (-0.7082 c + 0.0216) t^2 + (2.0358 c - 0.0588) t + (-1.3965 c + 0.0385), \{c, 0.20, 2\}, \{t, 1, 5\}]$$

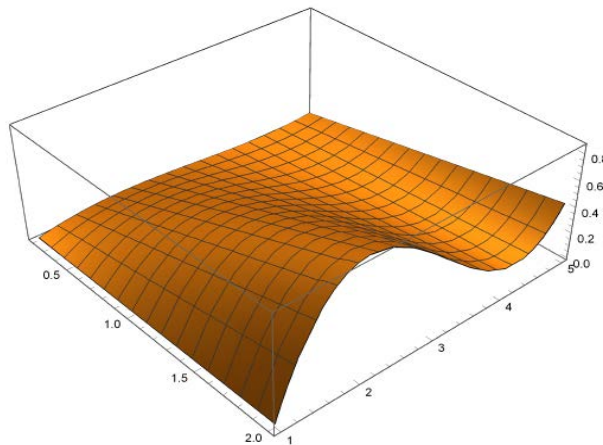


Figura 11. Superficie de riesgo por consumo de carne de tiburón mako para hombres con 10% de sustitución

La idea de unir con poligonales un fenómeno continuo, tuvo como resultado una línea uniforme y fue creciente en cada intervalo, por lo que se considera continua. Para cualquier argumento dado de la concentración c , la función correspondiente $R_c(t)$ tiene un gráfico en el plano t , R (Figura 12) como se muestra en el proceso de interpolación anterior.

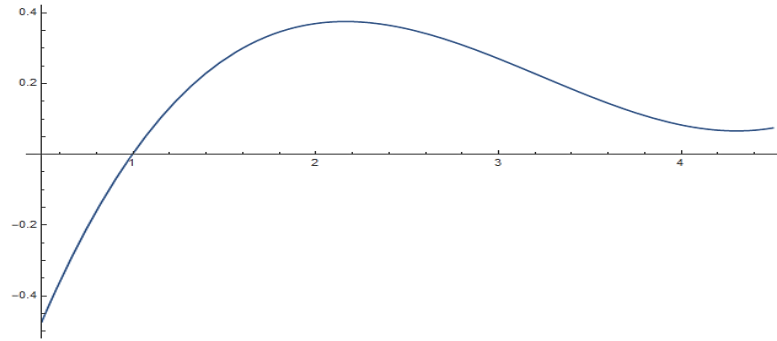


Figura 12. Riesgo por consumo de carne de tiburón mako con 0.81g/Kg de metilmercurio para hombres con 10% de sustitución

Después se calculó el gradiente de la función de Riesgo $R(c, t)$ para realizar su análisis cualitativo estudiar globalmente todo el proceso.

$$\text{Grad} [(0.0731 c - 0.0023) t^3 + (-0.7082 c + 0.0216) t^2 + (2.0358 c - 0.0588) t + (-1.3965 c + 0.0385)], \{c, t\}$$

obteniendo

$$\text{Grad}(R(t, c)) = (-1.3965 + 2.0358 t - 0.7082 t^2 + 0.0731 t^3, -0.0588 + 2.0358 c + 2(0.0216 - 0.7082 c) t + 3(-0.0023 + 0.0731 c) t^2)$$

Posteriormente se trazó mediante la siguiente aplicación el campo vectorial de Riesgo o campo gradiente asociado a la función de riesgo para analizar cualitativamente el proceso, el cual se muestra en la *Figura 13*:

$$\text{StreamPlot} [\{-1.3965 + 2.0358 t - 0.7082 t^2 + 0.0731 t^3, -0.0588 + 2.0358 c + 2(0.0216 - 0.7082 c) t + 3(-0.0023 + 0.0731 c) t^2\}, \{c, 0.20, 2\}, \{t, 1, 5\}]$$

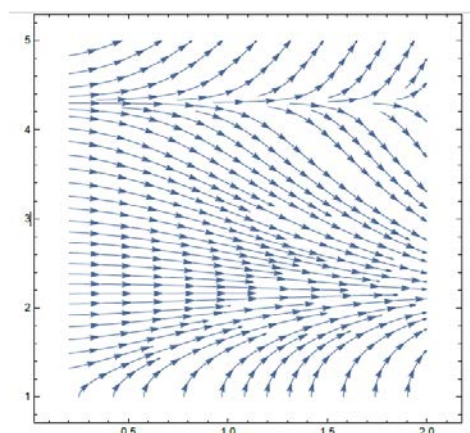


Figura 13. Vectores de la superficie de riesgo por consumo de carne de tiburón mako para hombres con 10% de sustitución



Se buscaron los puntos críticos de la función de riesgo o equivalentemente los equilibrios del campo gradiente mediante la siguiente aplicación,

$$\text{Solve} [-1.3965 + 2.0358 t - 0.7082 t^2 + 0.0731 t^3 == 0 \ \&\& -0.0588 + 2.0358 c + 2 (0.0216 - 0.7082 c) t + 3 (-0.0023 + 0.0731 c) t^2 == 0, \{c, t\}]$$

Se obtuvo que el campo vectorial de riesgo no tiene puntos de equilibrio en la región D como se muestra en la Figura 13, y por lo tanto la función de riesgo $R(c, t)$ no tiene puntos críticos en el dominio considerado.

En consecuencia, debido a que la región D no tiene puntos de equilibrio, se puede concluir que bajo pequeñas deformaciones suaves, que pueden interpretarse como un error pequeño durante el proceso, la función deformada obtenida tiene el mismo comportamiento cualitativo, es decir, se representaría con una nueva relación de riesgo con las mismas características. Dado que todo el conjunto es regular, y según la Proposición 2.2 en Guillemin-Golubitsk (1972) se trata de una función estable, por lo tanto, $R(c, t)$ es una función de Morse, en el conjunto compacto D.

Se calculó el promedio global de la función de riesgo en el dominio D, indicado por R^* a través de la fórmula,

$$R^* = \frac{1}{\text{Area}(D)} \int_3^{0.5} \int_1^5 ((0.0731 c - 0.0023) t^3 + (-0.7082 c + 0.0216) t^2 + (2.0358 c - 0.0588) t + (-1.3965 c + 0.0385)) dt dc = 1.89869 / 7.2 = 0.263706$$

que no representa riesgo en el conjunto D.

La integral doble se calculó mediante el comando de WolframMathematica 11.2, **Integrate**[(0.0731c - 0.0023)t^3 + (-0.7082c + 0.0216)t^2 + (2.0358c - 0.0588)t + (-1.3965c + 0.0385), {c, 0.2, 2}, {t, 1, 5}] = 1.898687.

Mientras que el área de la región D es directamente, $\text{Área}(D) = (2 - 0.2)(5 - 1) = 7.2$

La región crítica de riesgo dentro del dominio D se muestra abajo mediante la representación de contornos con ayuda del siguiente comando:

RegionPlot[$1 \leq (0.0731 c - 0.0023) t^3 + (-0.7082 c + 0.0216) t^2 + (2.0358 c - 0.0588) t + (-1.3965 c + 0.0385)$, {c, 0.20, 2}, {t, 1, 5}]

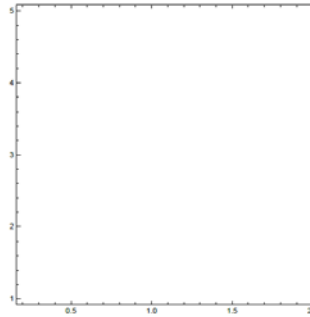


Figura 14. Región de riesgo por consumo de tiburón mako para hombres con 10% de sustitución

Lo cual indica que no hay riesgo alguno en este caso, pues el conjunto mencionado es vacío, a diferencia de los demás casos que serán mostrados en los resultados donde la región de riesgo muestra la zona donde hay daños a la salud por la ingesta de carne contaminada con metilmercurio.

Finalmente, mostramos las líneas de contorno o curvas de nivel, del campo escalar de riesgo $R(t, c)$ en el dominio D en la figura siguiente y mediante la aplicación mencionada abajo.

ContourPlot $[(0.0731 c - 0.0023) t^3 + (-0.7082 c + 0.0216) t^2 + (2.0358 c - 0.0588) t + (-1.3965 c + 0.0385), \{c, 0.20, 2\}, \{t, 1, 5\}]$

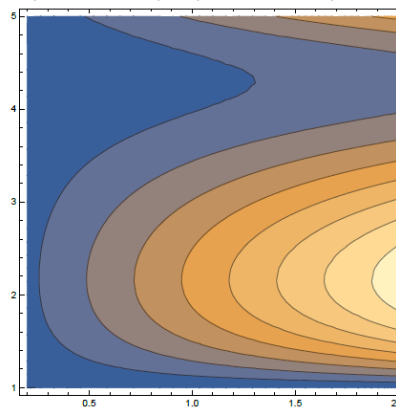


Figura 15. Curvas de nivel de riesgo por consumo de tiburón mako para hombres con 10% de sustitución

Estas curvas nos muestran el comportamiento del riesgo durante el ciclo de vida, es decir, hay etapas donde el consumo representa mayor riesgo a la población que en otras lo que se puede observar en los colores de la gráfica; en las zonas donde el color tiende a naranja existe más riesgo.

La teoría de singularidades tiene, dentro de sus partes, la teoría de la estabilidad, la cual nos indica que al estudiar un proceso se es susceptible a cometer errores pequeños durante el procesamiento de los datos, lo que implicaría que la aproximación sea cualitativamente



diferente al proceso real. Esto ocurriría si el modelo obtenido es inestable; las funciones estables son conocidas como funciones de Morse, es decir, aquellas que tienen puntos críticos no degenerados o aquellas que no tienen puntos críticos como en este caso. El proceso se estudió mediante los datos de metilmercurio presentes en carne de tiburón y considerando el riesgo a la salud humana según la etapa del desarrollo, se buscó generar un modelo mediante una fórmula que involucró a las variables más importantes. Los datos estadísticos que se obtuvieron están sujetos a errores de cuantificación con diversas unidades de medición por lo que al usar este tipo de análisis esos errores no representan cambio significativo en los resultados; en otras palabras, bajo errores pequeños en los datos, las relaciones obtenidas no tendrían diferencias significativas con las obtenidas en el modelo.

3.4 Proyecciones de pesca y turismo

Se realizaron proyecciones utilizando los datos oficiales obtenidos de SIPESCA y los datos turísticos proporcionados por la ONG llamada Pelagiclife; a partir de ellos y con ayuda del programa EVIEWS12 se generaron gráficos con datos estimados hasta el año 2030 con la finalidad de relacionarlos con los objetivos de desarrollo del milenio (ODM). Se siguió la metodología Box-Jenkins para hacer la proyección con base en un modelo estocástico de series de tipo AR(p)

Los pasos con base en esta metodología son:

1. Verificar la estacionariedad de la serie para determinar el número de rezagos (si no es estacionaria diferenciarla hasta alcanzar estacionariedad)
2. Identificar un modelo tentativo (autorregresivo [AR(p)], de promedios móviles [MA(q)] o una combinación [ARMA (p, q)])
3. Estimar el modelo
4. Verificar el diagnostico (si este no es adecuado, volver al paso 2)
5. Usar el modelo para realizar el pronóstico

Este procedimiento se siguió para cada una de las series, a las cuales se les realizaron las siguientes pruebas:

Prueba Dickey-Fuller para determinar que son estacionarias

Correlograma para determinar el orden del modelo (p, q o ambas)

3.4.1 Turismo

I. Los beneficios y ganancias del avistamiento de tiburones

Los beneficios se calcularon a partir de la estimación del incremento del número de turistas interesados en realizar dichos avistamientos multiplicado por el precio que pagan por persona. En el caso de las ganancias, esta se estimó con base en lo que resulta de restar el precio pagado por persona menos el costo por persona [$\pi = (P-C) Q$]



II. Turistas interesados en el avistamiento de tiburones

La gráfica describe el número de turistas interesados en el avistamiento de tiburones. Como se puede observar, existe un comportamiento estacionario que habrá que validar estadísticamente, con periodos de 3 meses al año (enero, febrero y diciembre) en donde no hay avistamiento de tiburones, por lo que no se realiza esta actividad en la zona de estudio.

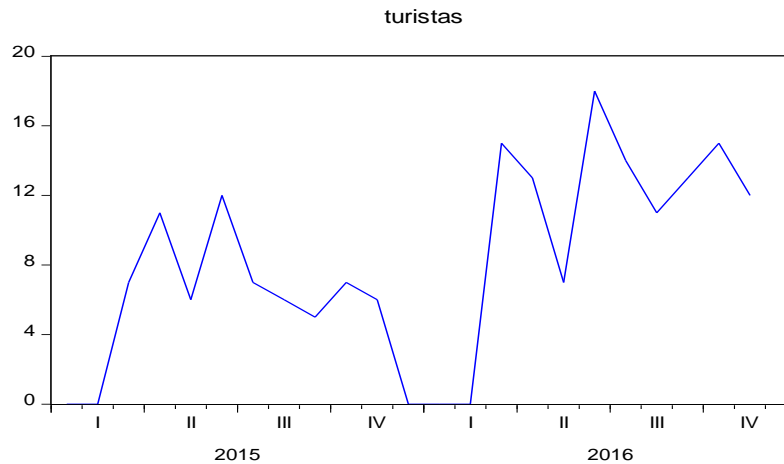


Figura 16. Turistas interesados en avistamiento de tiburones (2015-16)

3.4.1.1 Prueba Dickey-Fuller

En la prueba Dickey Fuller se analiza si una serie es estacionaria. La H_0 es que la serie de tiempo es estacionaria y la H_a es que la serie de tiempo es no estacionaria. Considerando que el p-valor es mayor a 0.05 ($\alpha = 0.2750$), no se acepta la H_0 y la serie es no estacionaria. Para eliminar este problema, se estima las primeras diferencias, en cuyo caso la serie se vuelve estacionaria con un p-valor de $\alpha = 0.0000$.

Null Hypothesis: TURISTAS has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.999315	0.2750
Test critical values: 1% level	-2.674290	
5% level	-1.957204	
10% level	-1.608175	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(TURISTAS)

Method: Least Squares



Date: 11/12/17 Time: 22:32
 Sample (adjusted): 2015M02 2016M11
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TURISTAS (-1)	-0.118141	0.118222	-0.999315	0.3290
R-squared	0.035243	Mean dependent var	0.545455	
Adjusted R-squared	0.035243	S.D. dependent var	5.413627	
S.E. of regression	5.317376	Akaike info criterion	6.224226	
Sum squared resid	593.7642	Schwarz criterion	6.273819	
Log likelihood	-67.46649	Hannan-Quinn criter.	6.235909	
Durbin-Watson stat	2.349450			

Null Hypothesis: D(TURISTAS) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.878148	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.679735	
5% level	-1.958088	
10% level	-1.607830	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(TURISTAS,2)

Method: Least Squares

Date: 11/12/17 Time: 22:33

Sample (adjusted): 2015M03 2016M11

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D (TURISTAS (-1))	-1.274062	0.216745	-5.878148	0.0000
R-squared	0.633282	Mean dependent var	-0.142857	
Adjusted R-squared	0.633282	S.D. dependent var	8.861635	
S.E. of regression	5.366366	Akaike info criterion	6.244627	
Sum squared resid	575.9576	Schwarz criterion	6.294366	
Log likelihood	-64.56858	Hannan-Quinn criter.	6.255421	
Durbin-Watson stat	2.080925			



3.4.1.2 Prueba de Durbin Watson

Con la prueba de Durbin Watson se determina si hay evidencia de autocorrelación. Para esta prueba se considera el número de variables analizadas y se determinan las regiones donde existe evidencia de autocorrelación. En este caso, solo se está analizando una variable ($K=1$), con un número de observaciones igual a 21, dado que se está considerando la primera diferencia, por lo que los resultados de la región de autocorrelación se encuentran entre el rango $d1= 0.975$ y $d2= 1.161$. Como los resultados de la prueba indican que el estadístico Durbin Watson es de 2.080925, existe evidencia de que hay autocorrelación. Es necesario hacer otras pruebas para identificar cual es el orden de dicha autocorrelación, la cual indicará el orden que tendrá el modelo autorregresivo.

3.4.1.3 Correlograma

El estadístico Box Jenkins tiene la H_0 . que existe autocorrelación, por ende si $\alpha < 0.05$, entonces se acepta que existe autocorrelación de varios ordenes, sin embargo, la más significativa es la autocorrelación de orden uno.

Date: 11/12/17 Time: 22:36
 Sample: 2015M01 2016M12
 Included observations: 23

Autocorrelation		Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
. ***	. ***	1	0.483	0.483	6.0916	0.014
. * .	. .	2	0.195	-0.0497	7.1380	0.028
. * .	. * .	3	0.210	0.177	8.4117	0.038
. * .	. * .	4	0.075	-0.1238	9.5836	0.072
. * .	. * .	5	-0.069	-0.0888	10.7345	0.120
. * .	. * .	6	-0.131	-0.1049	11.3164	0.157
. * .	. .	7	-0.093	0.030	12.9627	0.211
. * .	. * .	8	-0.196	-0.1771	14.1098	0.196
. * .	. .	9	-0.177	0.038	15.378	0.193
. * .	. .	10	-0.099	-0.0341	16.2812	0.234
. * .	. ** .	11	0.090	0.262	17.203	0.280
. * .	. * .	12	0.200	0.091	18.289	0.226

En el caso del correlograma de las diferencias, se pone en evidencia que se resuelve cualquier problema de autocorrelación, por lo que se probaron diferentes órdenes para el modelo autorregresivo.

Date: 11/12/17 Time: 22:38
 Sample: 2015M01 2016M12
 Included observations: 22



Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
.** .	.** .	1	-0.287	-0.287	2.0673	0.150
.** .	*** .	2	-0.235	-0.346	3.5300	0.171
. **.	. .	3	0.229	0.049	4.9908	0.172
. * .	. * .	4	-0.084	-0.077	5.1966	0.268
. .	. .	5	-0.045	-0.015	5.2598	0.385
. * .	. ** .	6	-0.109	-0.227	5.6484	0.464
. * .	. .	7	0.094	-0.016	5.9621	0.544
. * .	. ** .	8	-0.174	-0.299	7.0985	0.526
. .	. .	9	0.060	-0.029	7.2464	0.611
. * .	. *** .	10	-0.136	-0.425	8.0603	0.623
. .	. * .	11	0.004	-0.172	8.0612	0.708
. **.	. .	12	0.348	0.055	14.454	0.273

La elevada correlación parcial da indicios de que un modelo de promedios móviles también pudiera ser adecuado.

3.4.1.4 Estimación del modelo

Corriendo un modelo autorregresivo de orden de diferentes órdenes para determinar cuál pudiera ser significativo.

Se estimó un modelo AR (1)

Dependent Variable: TURISTAS
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
 Date: 11/12/17 Time: 22:39
 Sample: 2015M01 2016M11
 Included observations: 23
 Convergence achieved after 6 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR (1)	0.844187	0.166303	5.076188	0.0001
SIGMASQ	25.94066	5.686861	4.561508	0.0002
R-squared	0.121247	Mean dependent var	8.043478	
Adjusted R-squared	0.079401	S.D. dependent var	5.555327	
S.E. of regression	5.330216	Akaike info criterion	6.321822	
Sum squared resid	596.6352	Schwarz criterion	6.420560	
Log likelihood	-70.70095	Hannan-Quinn criter.	6.346654	
Durbin-Watson stat	2.250123			



Se estimó un modelo AR (1) que fue significativo, aunque el estadístico R^2 asciende a 0.121247. Se estimaron otros AR hasta el 12 y ninguno salió significativo. Dado que la R^2 es baja se estimaron modelos MA (1), el cual no fue significativo y MA (2) y MA (3) siendo el MA (3) el más significativo.

Dependent Variable: TURISTAS
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
 Date: 11/12/17 Time: 23:16
 Sample: 2015M01 2016M11
 Included observations: 23
 Convergence achieved after 6 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA (3)	0.581937	0.241211	2.412559	0.0251
SIGMASQ	56.21941	20.89731	2.690270	0.0137
R-squared	-0.904461	Mean dependent var	8.043478	
Adjusted R-squared	-0.995150	S.D. dependent var	5.555327	
S.E. of regression	7.846888	Akaike info criterion	7.094971	
Sum squared resid	1293.047	Schwarz criterion	7.193709	
Log likelihood	-79.59216	Hannan-Quinn criter.	7.119803	
Durbin-Watson stat	0.490790			
Inverted MA Roots	.42+.72i	.42-.72i	-.83	

El modelo MA (3) fue significativo y el R^2 es superior a 0.90 en valor absoluto. Cabe mencionar, que en este caso no se utilizó una proyección dinámica, sino una de tipo estático, debido a que la forma funcional seleccionada fue de promedio móviles de orden 3 ($q=3$).

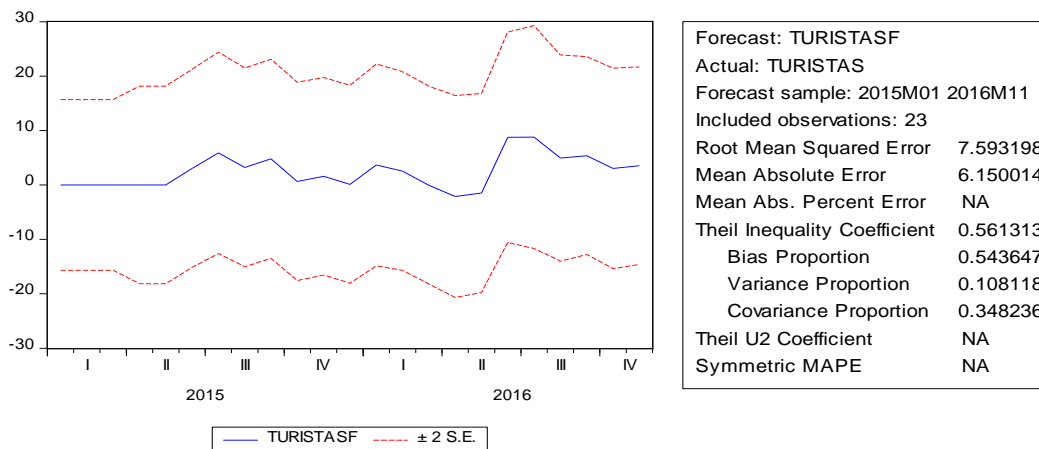


Figura 17. Proyección estática de turistas (2015-16)



Por lo tanto, el mejor modelo a estimar es un modelo MA (3).

3.4.1.5 Proyección del modelo

$$y_t = \sum_{j=1}^{q=3} \theta_j \times u_{t-j} + u_t$$

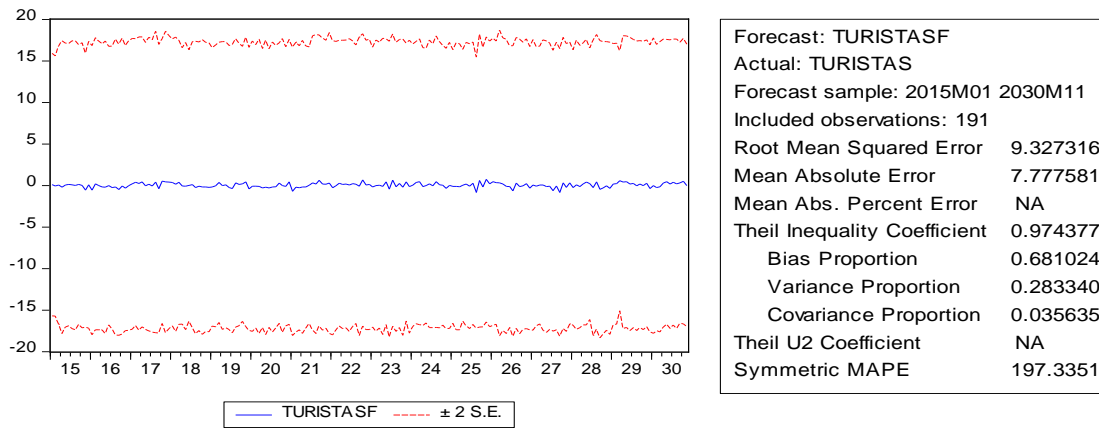


Figura 18. Proyección turistas (2015-30)

3.4.2 Pesca

3.4.2.1 Valor de la producción (\$)

La gráfica de la variable del valor de la producción muestra un comportamiento estacionario que habrá que validar estadísticamente, con periodos de 3 meses al año (mayo, junio y julio) en donde el valor de la pesca es de cero, debido a que corresponde a los meses de veda.

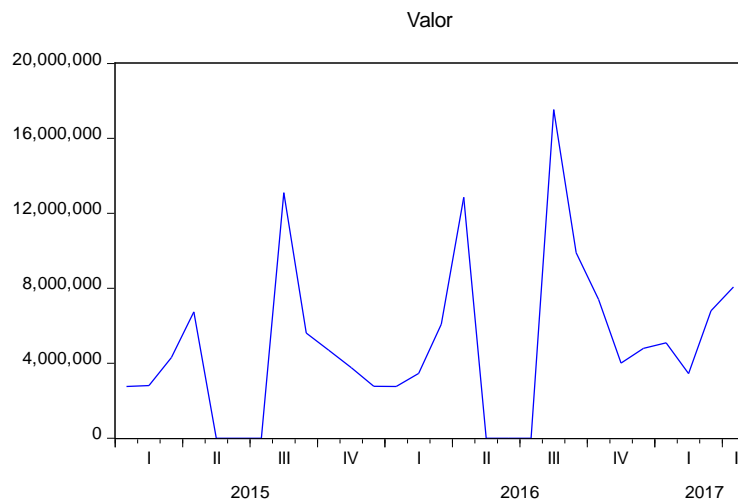




Figura 19. Valor de producción de tiburones (2015-17)

3.4.2.1.1 Prueba Dickey-Fuller

En la prueba Dickey Fuller se analiza si una serie es estacionaria. La H_0 es que la serie de tiempo es estacionaria y la H_a es que la serie de tiempo es no estacionaria. Considerando que el p-valor es menor a 0.05 ($\alpha = 0.0209$), se acepta la H_0 y la serie es estacionaria. También se estima la “primer diferencia” para determinar si es estacionaria, cuyo p-valor ($\alpha = 0.0000$) indica que es estacionaria.

Null Hypothesis: VALOR has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=6)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.346787	0.0209
Test critical values:		
1% level		-2.653401
5% level	-1.953858	
10% level	-1.609571	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Null Hypothesis: D(VALOR) has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.890750	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.656915	
5% level	-1.954414	
10% level	-1.609329	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(VALOR,2)
 Method: Least Squares
 Date: 11/12/17 Time: 16:13
 Sample (adjusted): 2015M03 2017M04
 Included observations: 26 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
----------	-------------	------------	-------------	-------



D (VALOR (-1))	-1.311066	0.190265	-6.890750	0.0000
R-squared	0.655080	Mean dependent var	46993.71	
Adjusted R-squared	0.655080	S.D. dependent var	9724134.	
S.E. of regression	5710969.	Akaike info criterion	33.99138	
Sum squared resid	8.15E+14	Schwarz criterion	34.03977	
Log likelihood	-440.8879	Hannan-Quinn criter.	34.00531	
Durbin-Watson stat	2.109469			

3.4.2.1.2 Prueba de Durbin Watson

Con la prueba de Durbin Watson se determina si hay evidencia de autocorrelación. Para esta prueba se considera el número de variables analizadas y se determinan las regiones donde existe evidencia de autocorrelación. En este caso, solo se analizó una variable ($K=1$), con un número de observaciones igual a 26, dado que se está considerando la primera diferencia, por lo que los resultados de la región de autocorrelación se encuentran entre el rango $d1= 1.07$ y $d2= 1.22$. Como los resultados de la prueba indican que el estadístico Durbin Watson es de 2.109469, existe evidencia de que hay autocorrelación. Es necesario hacer otras pruebas para identificar cuál es el orden de dicha autocorrelación, la cual indicará el orden que tendrá el modelo autorregresivo.

3.4.2.1.3 Correlograma

El estadístico Box Jenkins tiene la H_0 . que existe autocorrelación, por ende si $\alpha < 0.05$, entonces se acepta que existe autocorrelación.

Date: 11/12/17 Time: 16:17

Sample: 2015M01 2017M04

Included observations: 27

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
.** .	.** .	1	-0.312	-0.312	2.9276	0.087
. * .	. * .	2	-0.074	-0.190	3.1003	0.212
*** .	**** .	3	-0.431	-0.595	9.1639	0.027
. **.	. * .	4	0.312	-0.201	12.470	0.014
. .	. * .	5	0.041	-0.182	12.529	0.028
. .	**** .	6	-0.057	-0.489	12.651	0.049
. .	.** .	7	0.003	-0.249	12.651	0.081
. * .	. * .	8	0.193	0.151	14.192	0.077
. * .	.** .	9	-0.178	-0.267	15.563	0.077
. * .	. * .	10	-0.083	-0.129	15.883	0.103
. * .	.** .	11	-0.171	-0.307	17.318	0.099
. ***	. * .	12	0.458	-0.123	28.248	0.005



Debido a que la serie de tiempo es mensual, se tiene que calcular el correlograma hasta con 12 rezagos, lo cual nos proporciona la evidencia de que existe una autorelación de orden 3 y una de 12, así como 5 y 6 que corresponden a los meses de veda.

3.4.2.1.5 Estimación del modelo

Corriendo un modelo autorregresivo de orden 3,5,6 y 12 se identifica que solo el modelo AR (12) es estadísticamente significativo.

Dependent Variable: VALOR
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
 Date: 11/12/17 Time: 16:24
 Sample: 2015M01 2017M04
 Included observations: 28
 Convergence achieved after 16 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR (3)	-0.002183	0.092353	-0.023643	0.9813
AR (5)	0.130607	0.142096	0.919149	0.3676
AR (6)	0.045832	0.118960	0.385276	0.7036
AR (12)	0.810572	0.096846	8.369692	0.0000
SIGMASQ	6.38E+12	2.09E+12	3.054145	0.0056
R-squared	0.649499	Mean dependent var	4954895.	
Adjusted R-squared	0.588542	S.D. dependent var	4343050.	
S.E. of regression	2785850.	Akaike info criterion	33.24247	
Sum squared resid	1.79E+14	Schwarz criterion	33.48037	
Log likelihood	-460.3946	Hannan-Quinn criter.	33.31520	
Durbin-Watson stat	1.451559			

Al correr el modelo AR (12) identificamos que no es significativo, por lo que se estimó con la primera diferencia.

Dependent Variable: VALOR
 Method: Least Squares
 Date: 11/12/17 Time: 16:27
 Sample: 2015M01 2017M04
 Included observations: 28
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 2 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
----------	-------------	------------	-------------	-------



AR (12)	8.88E-16	0.213374	4.16E-15	1.0000
SIGMASQ	4.27E+13	1.53E+13	2.785938	0.0098
R-squared	-1.349813	Mean dependent var	4954895.	
Adjusted R-squared	-1.440190	S.D. dependent var	4343050.	
S.E. of regression	6784326.	Akaike info criterion	34.36688	
Sum squared resid	1.20E+15	Schwarz criterion	34.46203	
Log likelihood	-479.1363	Hannan-Quinn criter.	34.39597	
Durbin-Watson stat	0.754205			

Como se puede observar, el modelo AR (12) de la primera diferencia si es significativo, por ende, con base en este se hizo la proyección.

Dependent Variable: DVALOR
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
 Date: 11/12/17 Time: 16:28
 Sample: 2015M02 2017M04
 Included observations: 27
 Convergence achieved after 9 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR (12)	0.879091	0.069744	12.60453	0.0000
SIGMASQ	7.93E+12	2.89E+12	2.745074	0.0110
R-squared	0.762516	Mean dependent var	196735.6	
Adjusted R-squared	0.753016	S.D. dependent var	5888432.	
S.E. of regression	2926400.	Akaike info criterion	33.34626	
Sum squared resid	2.14E+14	Schwarz criterion	33.44225	
Log likelihood	-448.1746	Hannan-Quinn criter.	33.37481	
Durbin-Watson stat	2.461637			
Inverted AR Roots	.99	.86+.49i	.86-.49i	.49+.86i
	.49-.86i	-.00-.99i	-.00+.99i	-.49-.86i
	-.49+.86i	-.86+.49i	-.86-.49i	-.99

Este modelo tiene un R² superior a los estimados en otras regresiones.

3.4.2.1.6 Proyección del modelo (forma funcional correcta)

D1=Primeras diferencias

Y_t=variable en el tiempo t

u_t= error

$$D1 Y_t = \sum_{i=1}^{p=12} \phi_i D1 Y_{t-i} + U_t$$

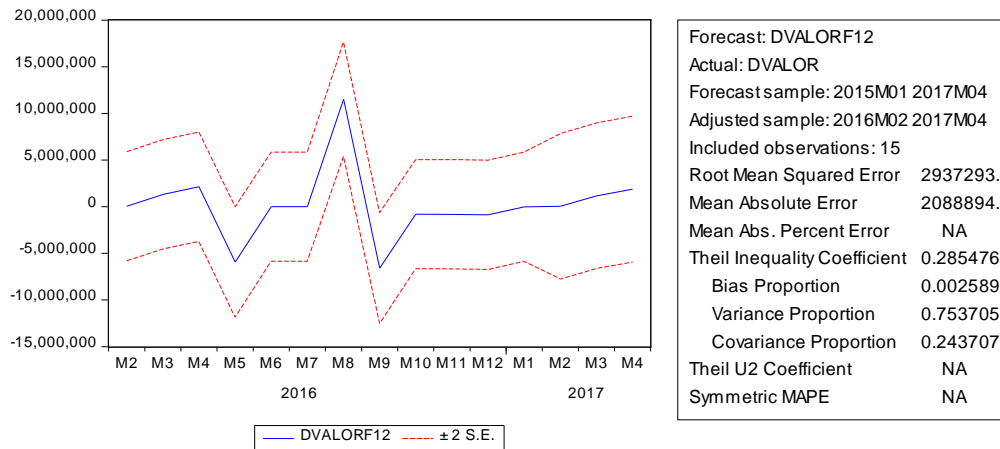


Figura 20. Proyección del modelo funcional de pesca

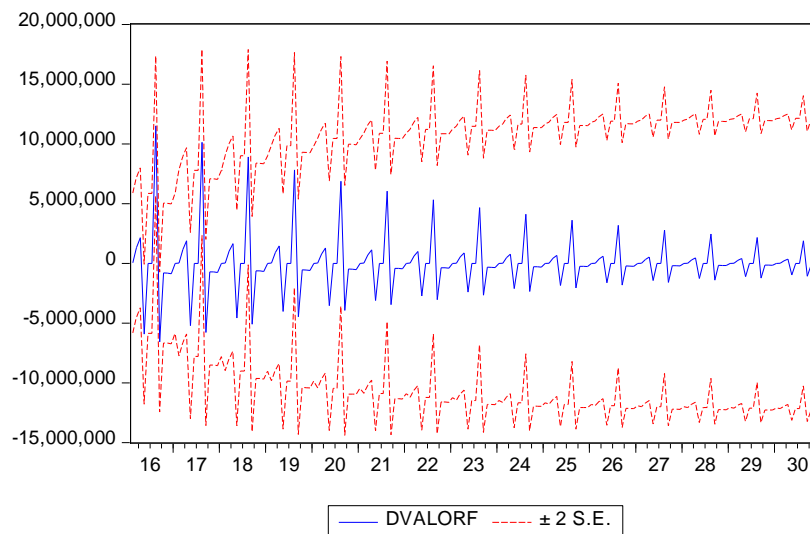


Figura 21. Proyección valor de producción de tiburones (2015-30)

Una vez obtenida la proyección de la primera diferencia se hizo el cálculo de la proyección de la serie de 2017-04 a 2030-12. Hubiera sido deseable poder tener más de treinta observaciones, para que este modelo fuera más robusto pero el estadístico R^2 permite validar el modelo.

3.4.2.2 Volumen de la pesca (Kg)

La gráfica de la variable del volumen de pesca también muestra un comportamiento estacionario que se tuvo que validar estadísticamente, con periodos de 3 meses al año (mayo, junio y julio) en donde el volumen de la pesca es de cero, debido a que corresponde a los meses de veda.

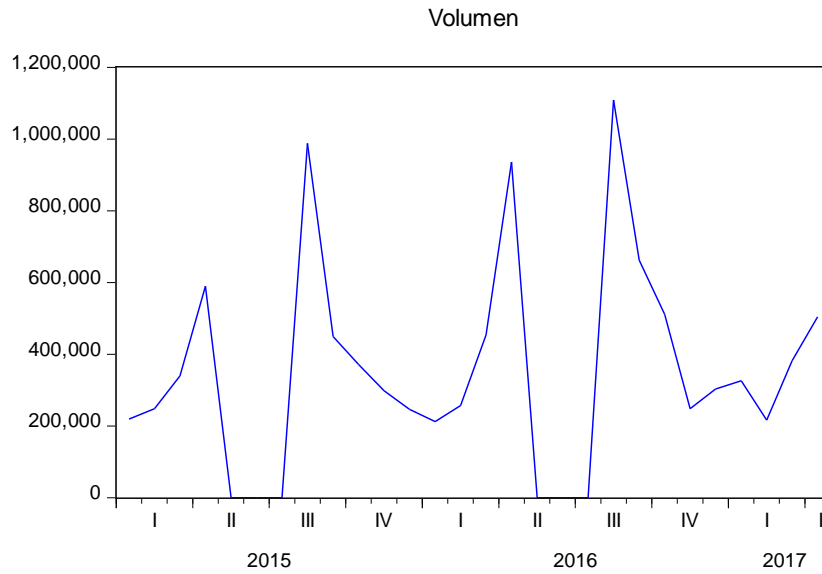


Figura 22. Volumen de pesca de tiburón (2015-17)

3.4.2.2.1 Prueba Dickey-Fuller

En la prueba Dickey Fuller, debido a que el valor $\alpha < 0.05$, se acepta la H_0 y se concluye que la serie es estacionaria.

Null Hypothesis: VOLUMEN has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.384219	0.0191
Test critical values: 1% level	-2.653401	
5% level	-1.953858	
10% level	-1.609571	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(VOLUMEN)

Method: Least Squares

Date: 11/12/17 Time: 16:57

Sample (adjusted): 2015M02 2017M04

Included observations: 27 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VOLUMEN (-1)	-0.376311	0.157834	-2.384219	0.0247
R-squared	0.178853	Mean dependent var	10545.04	



Adjusted R-squared	0.178853	S.D. dependent var	412636.0
S.E. of regression	373919.1	Akaike info criterion	28.53780
Sum squared resid	3.64E+12	Schwarz criterion	28.58579
Log likelihood	-384.2603	Hannan-Quinn criter.	28.55207
Durbin-Watson stat	2.154987		

También se revisó si la primera diferencia es estacionaria, con un $\alpha < 0.0247$, lo cual también se concluye que si es estacionaria.

Null Hypothesis: VOLUMEN has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=1)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.384219	0.0191
Test critical values: 1% level	-2.653401	
5% level	-1.953858	
10% level	-1.609571	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(VOLUMEN)
 Method: Least Squares
 Date: 11/12/17 Time: 16:57
 Sample (adjusted): 2015M02 2017M04
 Included observations: 27 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VOLUMEN (-1)	-0.376311	0.157834	-2.384219	0.0247
R-squared	0.178853	Mean dependent var	10545.04	
Adjusted R-squared	0.178853	S.D. dependent var	412636.0	
S.E. of regression	373919.1	Akaike info criterion	28.53780	
Sum squared resid	3.64E+12	Schwarz criterion	28.58579	
Log likelihood	-384.2603	Hannan-Quinn criter.	28.55207	
Durbin-Watson stat	2.154987			

3.4.2.2.2 Prueba de Durbin Watson

Con la prueba de Durbin Watson se determina si hay evidencia de autocorrelación. Para esta prueba se considera el número de variables analizadas y se determinan las regiones donde existe evidencia de autocorrelación. En este caso, solo se analizó una variable ($K=1$),



con un número de observaciones igual a 27, por ende, la región de autocorrelación se encontró entre el rango $d1= 1.09$ y $d2= 1.23$. Como los resultados de la prueba indican que el estadístico Durbin Watson es de 2.154987, existe evidencia de que hay autocorrelación. Es necesario hacer otras pruebas para identificar si existe autocorrelación de orden superior, lo cual nos permitirá identificar el orden del modelo autorregresivo.

3.4.2.2.3 Correlograma

Date: 11/12/17 Time: 17:20
 Sample: 2015M01 2017M04
 Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. .	. .	1	0.064	0.064	0.1265	0.722
.** .	.** .	2	-0.297	-0.302	2.9680	0.227
*** .	*** .	3	-0.504	-0.508	11.493	0.009
. * .	. * .	4	0.147	0.099	12.246	0.016
. * .	. * .	5	0.135	-0.203	12.912	0.024
. * .	. * .	6	0.084	-0.159	13.184	0.040
. .	. **.	7	0.061	0.276	13.334	0.064
. * .	. * .	8	0.143	0.175	14.191	0.077
.** .	.** .	9	-0.261	-0.350	17.206	0.046
.** .	. * .	10	-0.219	0.079	19.451	0.035
. .	. .	11	-0.036	0.005	19.515	0.052
. ****	. * .	12	0.490	0.133	32.146	0.001

Debido a que la serie de tiempo es mensual, se tuvo que calcular el correlograma hasta con 12 rezagos, lo cual nos proporcionó la evidencia de que existe una autorelación de orden 3 y de orden 12.

3.4.2.2.4 Estimación del modelo

Se estimó un modelo AR (3)

Dependent Variable: VOLUMEN
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
 Date: 11/12/17 Time: 17:22
 Sample: 2015M01 2017M04
 Included observations: 28
 Convergence achieved after 4 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR (3)	0.339786	0.389511	0.872342	0.3910



SIGMASQ	1.83E+11	4.29E+10	4.268571	0.0002
R-squared	-1.145832	Mean dependent var	352484.2	
Adjusted R-squared	-1.228364	S.D. dependent var	297371.1	
S.E. of regression	443906.8	Akaike info criterion	28.92651	
Sum squared resid	5.12E+12	Schwarz criterion	29.02167	
Log likelihood	-402.9711	Hannan-Quinn criter.	28.95560	
Durbin-Watson stat	1.227696			

El modelo no es estadísticamente significativo, por ello, se estimó un modelo AR (12) y uno combinado AR (3) AR (12).

Modelo AR (12)

Dependent Variable: VOLUMEN
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
 Date: 11/12/17 Time: 17:23
 Sample: 2015M01 2017M04
 Included observations: 28
 Convergence achieved after 7 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR (12)	0.932829	0.029392	31.73784	0.0000
SIGMASQ	2.56E+10	6.65E+09	3.845620	0.0007
R-squared	0.700168	Mean dependent var	352484.2	
Adjusted R-squared	0.688636	S.D. dependent var	297371.1	
S.E. of regression	165933.2	Akaike info criterion	27.82025	
Sum squared resid	7.16E+11	Schwarz criterion	27.91541	
Log likelihood	-387.4835	Hannan-Quinn criter.	27.84934	
Durbin-Watson stat	0.947500			

El modelo AR (12) fue estadísticamente significativo con un R^2 de 0.70. A pesar de ello, se estimó un modelo combinado para determinar si es más robusto.

Modelo AR (3)

Dependent Variable: VOLUMEN
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
 Date: 11/12/17 Time: 17:25
 Sample: 2015M01 2017M04
 Included observations: 28
 Convergence achieved after 12 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients



Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR (3)	0.039891	0.103384	0.385849	0.7029
AR (12)	0.920987	0.048042	19.17035	0.0000
SIGMASQ	2.53E+10	6.51E+09	3.889729	0.0007
R-squared	0.702838	Mean dependent var	352484.2	
Adjusted R-squared	0.679065	S.D. dependent var	297371.1	
S.E. of regression	168464.1	Akaike info criterion	27.84622	
Sum squared resid	7.10E+11	Schwarz criterion	27.98896	
Log likelihood	-386.8471	Hannan-Quinn criter.	27.88986	
Durbin-Watson stat	1.141364			
Inverted AR Roots	1.00	.86+.49i	.86-.49i	.49-.86i
		.49+.86i	-.00+.99i	-.00-.99i
		-.50-.86i	-.86-.50i	-.86+.50i
				-.99

El componente AR (3) no es significativo. Por lo que se hizo la proyección con base en el modelo AR (12), dado que tienen el mayor estadístico R^2 y R^2 ajustado, por ende, el pronóstico se realizó con un modelo autorregresivo de orden 12 [AR (12)], cuyo pronóstico fue estimado con un modelo dinámico (Dynamic Forecast) en la paquetería de Eviews, utilizando como método de optimización es de mínimos cuadrados ordinarios.

3.4.2.2.5 Proyección del modelo (forma funcional correcta)

La forma funcional del modelo es la siguiente:

Y_t =variable en el tiempo t

u_t = error

$$Y_t = \sum_{i=1}^{p=12} \phi_i D1 Y_{t-i} + U_t$$

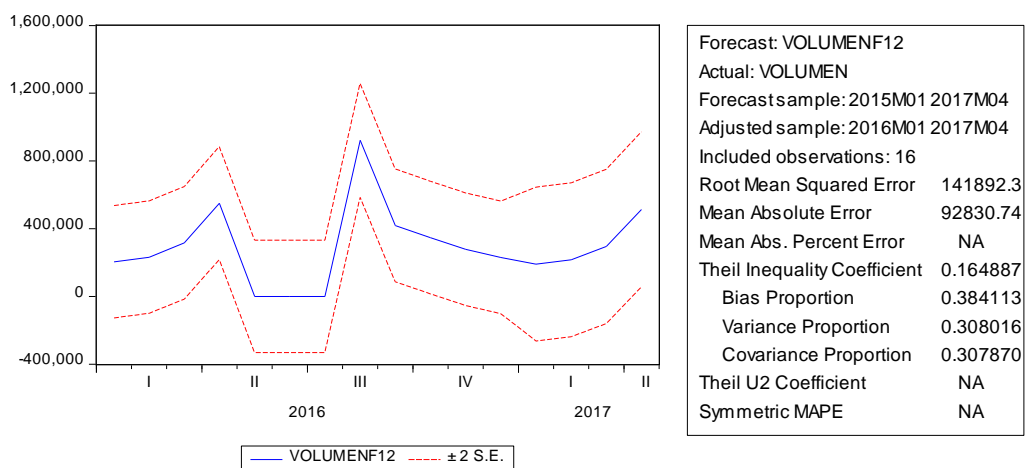


Figura 23. Proyección del volumen de pesca (2015-17)

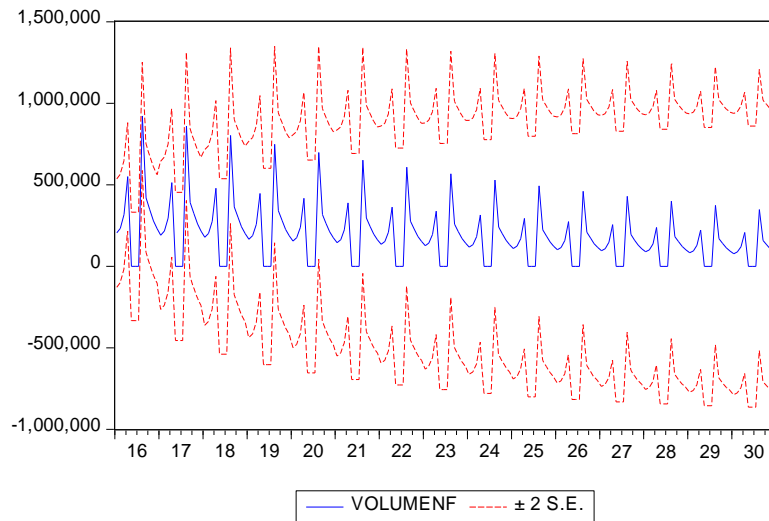


Figura 24. Proyección del volumen de pesca (2015-30)

4 Resultados y discusión

Se tienen diversos resultados que abarcan desde un análisis de las entrevistas incluyendo factores como la escolaridad, la disponibilidad a pagar, el interés en la actividad ecoturística con tiburones, las principales especies de interés para el turismo y pesca, los precios por kilogramo de carne de tiburón, la comparación económica entre las actividades, el costo para adaptar la lancha para cambiar de pesca a turismo, el costo por daños a la salud que se traduce en un beneficio al turismo al fomentar la conservación y evitar el consumo de carne contaminada, el análisis de rentabilidad financiera y socio-ambiental, análisis beneficio-costos, el análisis de contenido de mercurio; cada rubro será descrito a continuación.

4.1 Resultados de los cuestionarios

Se realizó un total de 121 entrevistas en los sectores de interés: 70 entrevistas a turistas, 18 a pescadores, 13 a vendedores de carne de tiburón que fueron entrevistados en dos mercados: el mercado Bravo y el mercado Francisco I. Madero que son mercados minoristas, se encuentran ubicados en La Paz, B.C.S.; 6 prestadores de servicios que operan en La Paz y en Puerto San Carlos, B.C.S., 5 de 6 hoteles ubicados en Puerto San Carlos, B.C.S.; también se entrevistaron 4 de 6 restaurantes en el Puerto San Carlos, B.C.S. Las entrevistas fueron hechas en dos temporadas de manera presencial, una en noviembre del año 2016 y otra en abril del 2017, estas entrevistas fueron aplicadas a turistas, vendedores de carne de tiburón, pescadores, hoteles, restaurantes y miembros de la ONG; por otra parte, se realizaron más entrevistas a turistas por medio de internet en la Ciudad de México de marzo a junio del 2016 (Tabla IX). Los resultados de las entrevistas se analizan en esta sección. Se identificó que tener acceso a la educación



influye en que la gente entiende el ecoturismo con los tiburones como una actividad alternativa que puede promover la conservación sin afectar los ingresos de la población local. En general, hay un gran interés en la observación de tiburones y buceo por un gran número de personas locales, así como turistas nacionales e internacionales. De hecho, la gente está dispuesta a pagar una cantidad mayor de dinero para hacer esta actividad en comparación con la observación de ballenas grises. Por desgracia, hay una negación de muchos pescadores a participar en el ecoturismo por razones culturales, ya que consideran que ser un pescador es parte de su identidad cultural y una tradición familiar.

Tabla IX. Entrevistas realizadas por sector de interés

Sector de interés	Turistas		Pescadores	Vendedores de tiburón	Prestadores de servicios	ONG Pelagiclife	Hoteles	Restaurantes	Total
Fecha	Sep-16	Nov-16/ Abr-17	Nov-16/ Abr-17	Nov-16/ Abr-17	Nov-16	Nov-16	Nov-16	Nov-16	
Lugar	-	Puerto San Carlos	Puerto San Carlos	La Paz	La Paz	Puerto San Carlos	Puerto San Carlos	Puerto San Carlos	
Medio	Internet	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial	Presencial	
Preguntas	26		50	39	37	27	26	30	
N. entrevistas	70		18	13	6	5	5	4	121

4.2 La Escolaridad como variable de interés para el avistamiento y nado con tiburones

En la Figura 25, se muestra el nivel de estudios de los entrevistados por sector de interés. El nivel educativo que predomina en los pescadores y vendedores de tiburón es hasta secundaria; esto es un factor determinante que condiciona su forma de vida y los limita para poder realizar otras actividades económicas con el fin de diversificar sus ingresos económicos, es decir, desde pequeños les enseñan el oficio, los ponen a trabajar con la finalidad de generar ingresos y sustento para sus familias; en consecuencia, el ser pescadores es una enseñanza que se transmite de generación en generación, por lo que la mayoría no tiene interés en continuar estudiando; por otra parte, uno de los factores que afecta a los pescadores artesanales es que aunque reconocen las distintas especies pesqueras, no reconocen las especies protegidas lo cual podría comprometer la actividad; además, no saben valorar económicamente su actividad y no saben aprovechar todo el animal, para darle un valor agregado a la actividad; existen algunos pescadores que están interesados en saber más sobre los recursos que explotan, así como sobre las especies amenazadas. En el caso de los turistas, la mayoría cuenta con estudios a nivel superior, mientras que los prestadores de servicios su nivel de estudios es nivel medio; el nivel de educación de los turistas también influye fuertemente en su interés por el medio ambiente y su curiosidad por conocer más acerca de las especies carismáticas marinas, incluyendo



tiburones, ballenas y otras especies; este interés los lleva a buscar alternativas para mejorar e innovar las formas de aprovechar los recursos. La limitada escolaridad de pescadores y de prestadores de servicios ha sido determinante para restringir sus capacidades para identificar las diferentes especies protegidas por la legislación y los riesgos que implica su pérdida; en este sentido, es importante crear las condiciones que les permita aprender a aprovecharlos sin poner en riesgo su existencia y sin quebrantar la ley (De Ferranti, 2002).

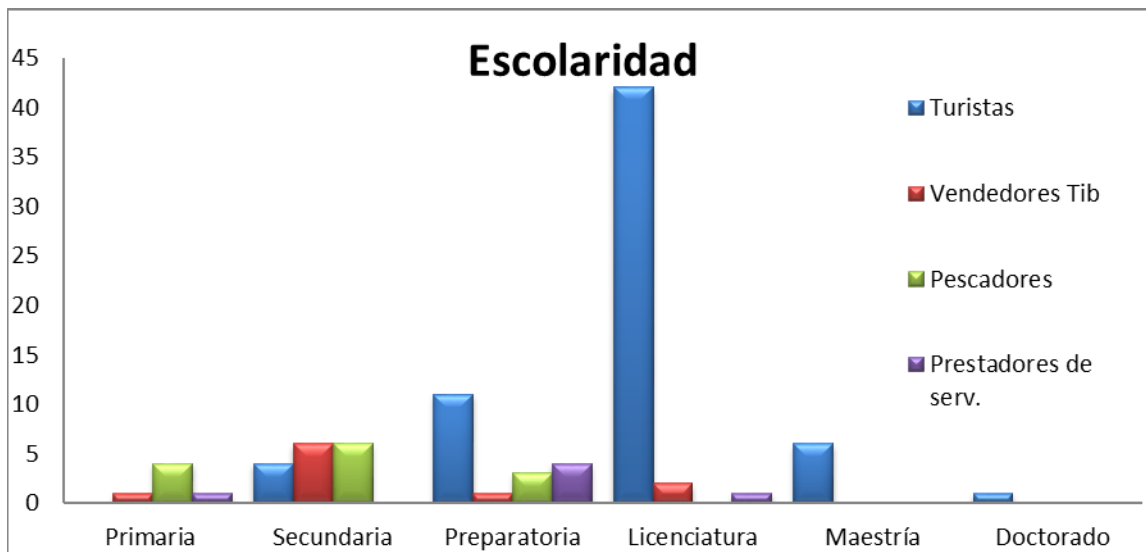


Figura 25. Niveles educativos de los sectores clave

4.3 Interés en la actividad ecoturística

Entre los turistas entrevistados existen personas que realizan actividades turísticas como pesca deportiva, avistamiento de ballenas, buceo, senderismo, entre otras; los que se entrevistaron en la zona de estudio (Puerto San Carlos, B.C.S) fue un grupo que fue particularmente a realizar un “Safari acuático” ofrecido por la ONG “Pelagiclife”, en donde se incluía la posibilidad de realizar avistamiento y nado con tiburones. En general, los turistas provienen de países como: México, Francia y Estados Unidos; siendo la mayoría de la Ciudad de México. Además, en el área de estudio hay manglares así como las dunas y una gran cantidad de aves, todo lo cual podría despertar el interés de los turistas. Sin embargo, es necesario mejorar la infraestructura y alentando a los grupos locales a organizar cooperativas para participar en el ecoturismo.

En la Figura 26, se aprecia el gran interés de los turistas en el nado con tiburones, dado que 89% manifestaron estar interesados en realizar avistamiento y nado con tiburones; sólo un 11% respondieron que no estaban interesados en esta actividad por miedo a tener un accidente realizando esta actividad. El interés en el avistamiento y nado con tiburones



tiene mucha relevancia en este estudio, ya que este grupo de personas representan el potencial incremento del turismo con tiburones; actividad que favorecerá la protección de estas especies, además de generar ingresos económicos que podrían ser incluso mayores a los que les representa la pesca, la producción pesquera del municipio de Comondú, B.C.S (incluye Puerto San Carlos, Puerto Adolfo López Mateos y zonas contiguas) en 2014 fue de 527.3 millones de pesos, la aportación del tiburón sólo representa el 1.4% (GBCS, 2015).



Figura 26. Interés de los turistas en el nado con tiburones

El grupo de turistas encuestados, reflejaron estar interesados en realizar actividades de buceo recreativo, además presentaron un alto grado de interés acerca del ciclo de vida de los tiburones, les interesa también conocer la mejor temporada para realizar la actividad, las especies que existen, el estado de peligro en que se encuentran, cómo debe comportarse la persona que realiza la actividad, los requerimientos básicos para llevar a cabo la actividad, y las promociones. Es transcendental que la gente conozca el comportamiento de los tiburones y la importancia de estos organismos en los ecosistemas, para eliminar el mito que existe respecto a su gusto por comer carne humana y que ha causado miedo de ellos durante mucho tiempo. Dado lo anterior, existe mucha motivación para la búsqueda de soluciones que ayuden a mejorar esta situación por medio de talleres de sensibilización, educación ambiental y contacto con los animales entre otras.

La Figura 27A detalla el nivel de ingresos de los turistas entrevistados: 33% de las personas gana menos de \$5,000 mensuales, 29% entre \$5,000 y \$10,000, 14% entre \$10,000 y \$15,000, 1% entre \$15,000 y \$20,000, finalmente, 23% tiene ingresos de más de \$20,000 mensuales. Por otra parte, en la Figura 27B muestra la disponibilidad a pagar por realizar avistamientos y nado con tiburones, destacando que 46% estaría dispuesto a pagar más de \$4,000, sólo 1% entre \$3,001 y \$4,000, 7% pagaría entre \$2,001 y \$3,000, 16% pagaría entre \$1,001 y \$2,000, 19% pagaría menos de \$1,000 y 11% no está interesado en realizar la actividad por lo que no pagarían nada. El 54% de los entrevistados están dispuestos a pagar menos de 4 mil pesos debido a la restricción en sus ingresos; a pesar de ello, sólo 19% del total estarían dispuestos a pagar menos de lo que se cobra por el avistamiento de ballenas (\$1,000), que es una actividad cercana al nado con tiburones. Se dice que la situación socioeconómica de los individuos no interfiere en la disposición a



pagar del viajero cuando se internaliza la necesidad de cuidar el medio ambiente (Barrera y Bahamondes, 2012); esto es evidente dado que a pesar de que la mayoría tiene ingresos de menos de \$5,000 mensuales, el mayor porcentaje de entrevistados (46%) están dispuestos a pagar de más de \$4,000 por nadar con tiburones, lo que implica que las personas están dispuestas a ahorrar la cantidad necesaria para poder realizar esta actividad y experimentar estas actividades con los tiburones más de una vez, demostrando el gran potencial económico del nado con tiburones. Debido a esto, el turismo con tiburones tiene un alto potencial para convertirse en la principal actividad económica de Puerto San Carlos y representa una manera innovadora de fomentar la conservación de las especies, generando además grandes beneficios para las poblaciones locales que pueden ser aprovechadas durante más tiempo que con la pesca para consumo, asimismo se evita el consumo de carne de tiburón que puede contener altos niveles de mercurio y ser perjudicial para los consumidores.

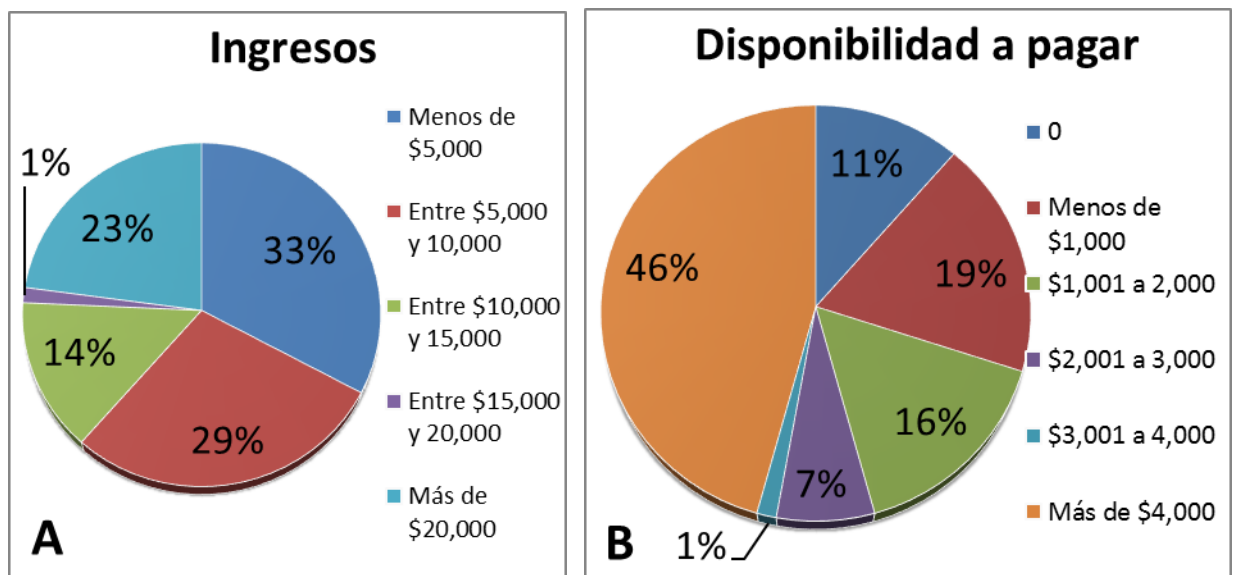


Figura 27. (A) Ingresos y (B) Disponibilidad a pagar por los turistas para realizar nado con tiburones

En la *Figura 28*, se observan las principales especies de tiburones que generan interés en las personas entrevistadas, por las que estarían dispuestas a pagar para realizar el nado con ellas y están dispuestas a pagar para disfrutar de esta experiencia. Las especies más atractivas para realizar esta actividad son: (1) el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), (2) el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), (3) el tiburón martillo (*Sphyrna zigaena*), (4) el Mako (*Isurus oxyrinchus*) y (5) el tiburón azul (*Prionace glauca*). En Puerto San Carlos no se encuentra el tiburón blanco ni el tiburón ballena, por lo que estas especies se descartarían para la oferta del avistamiento y nado con tiburones en la zona de estudio posicionando al tiburón martillo, el Mako y el tiburón azul como las principales especies de interés en el mercado de nado con tiburones en Puerto San Carlos para atraer una mayor demanda turística; es importante resaltar que estas especies son también consideradas especies de interés comercial. Esta situación pone en conflicto al sector pesquero con el



turístico, es decir, no se pueden desaprovechar los recursos (carne de tiburón) pero si se extraen demasiado se puede perder el recurso para la oferta en el avistamiento de tiburones.



Figura 28. Especies de interés para el nado con tiburones

4.4 Especies explotadas y su comercialización

En la Figura 29, se observan las especies de tiburones que son capturadas en Puerto San Carlos y comercializadas en distintos mercados, esta información se obtuvo de los pescadores, destacando las siguientes especies: tiburón martillo, Mako, tiburón azul y tiburón sedoso o piloto. Los pescadores entregan los tronchos de animales a los intermediarios, la carne de estos animales se vende a nivel nacional, comercializándose en Ensenada B.C.N., Guadalajara y en la Ciudad de México. En las entrevistas realizadas, algunos vendedores de tiburón sólo saben que lo que venden es cazón. Se le llama cazón a todos los tiburones que miden menos de 1.5 m y menos de 5 Kg de peso (Dent y Clarke, 2015), lo que significa que podrían ser “juveniles” de diversas especies, esto implica la sobreexplotación de las especies poniéndolas incluso en peligro de extinción (DOF, 2007b). Existen muchas especies protegidas en la lista del CITES que especifica especies cuya comercialización se encuentra restringida, sin embargo, entre las especies de tiburones de interés comercial aprovechadas en Puerto San Carlos que se encuentran protegidas bajo esta normativa está el Tiburón cornuda cruz (*Sphyrna zigaena*) y el Tiburón sedoso o piloto (*Carcharinus falciformis*) (UNEP-WCMC, 2014).

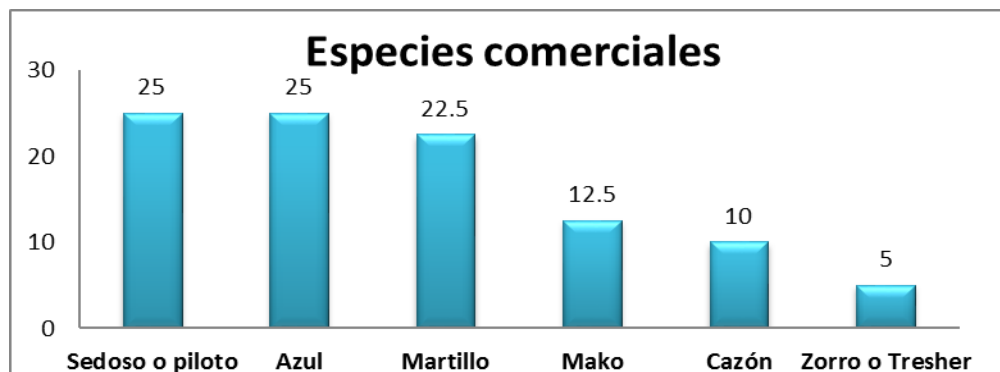


Figura 29. Especies de tiburones de comercial en Puerto San Carlos, B.C.S.



En la Figura 30 puede observarse la proporción de especies de tiburones extraídos según los datos oficiales (CONAPESCA, 2017), de las especies de interés se extrae 9.5% de martillo, 6% de azul y 4.4% de mako; cabe resaltar que se tiene un 27.2% de cazón que podrían ser juveniles de diversas especies y 30.1% de tiburón (en esta categoría no se tiene identificada la especie), con estas cifras se alcanza un 57.3% de extracción de especies no identificadas o juveniles de otras lo que implica que el riesgo de sobreexplotación de especies es inminente. Siguiendo el principio de proporcionalidad se considera adicionalmente de ese 57.3% el 19.9% que representa las especies de interés para el estudio.

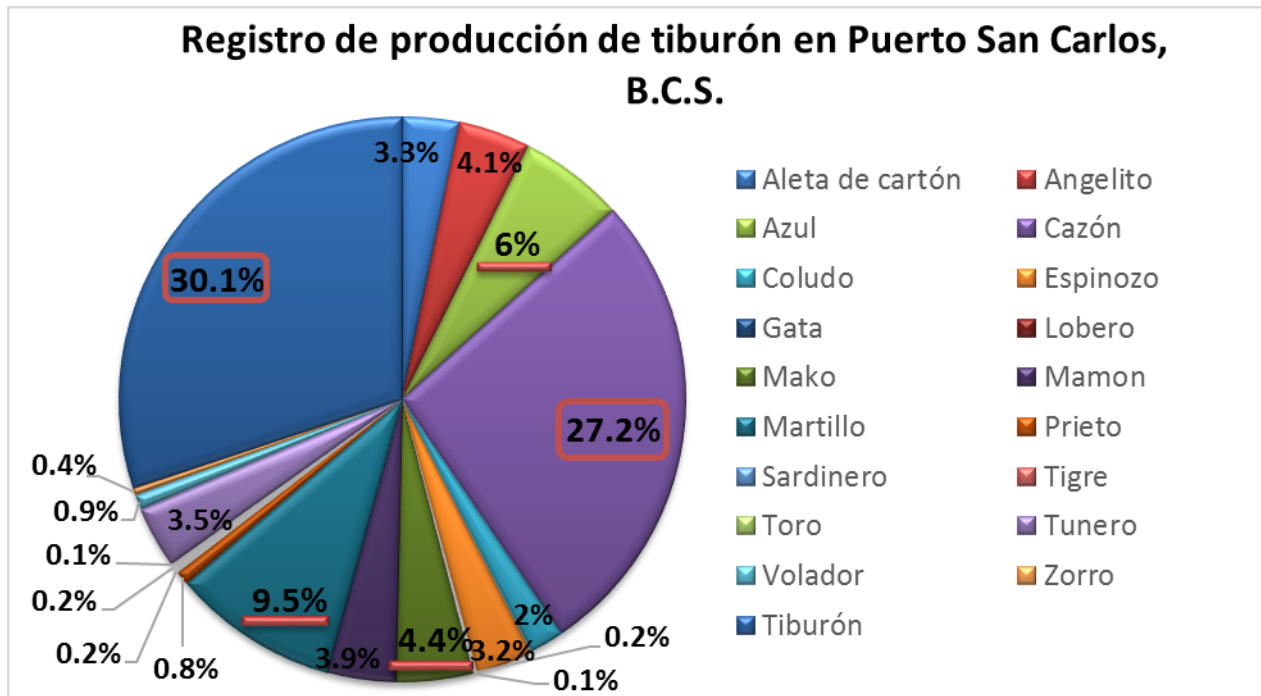


Figura 30. Registro de producción de tiburón en Puerto San Carlos, B.C.S 2015-2017 (CONAPESCA, 2017)

En el periodo de 1950 a 1970 debido al aumento de la demanda de carne de tiburón (fresca y seca) las políticas pesqueras influyeron para aumentar la producción de tiburón y con ello el número de pescadores artesanales aumentó (Saldaña *et al.*, 2017) pudiendo con esto aumentar la explotación ilegal del tiburón. El proceso que siguen los pescadores para procesar el tiburón capturado consiste en que después terminar la faena de pesca, llegan a la playa y proceden a eviscerar los individuos capturados en cada faena pesquera, realizando la separación de las aletas del cuerpo (teniendo las aletas un mayor valor en el proceso de comercialización), el resto del cuerpo es manipulado en tronchos o salado. La carne de tiburón es pagada a los pescadores a precios excesivamente bajos que van desde los \$7 a los \$25 el kilogramo de carne fresca y hasta \$90 seca según la especie, en



comparación con el precio de la aleta de tiburón, que es casi 20 veces más alto, se comercializa entre los \$400 y los \$1,000 pesos (Tabla X); esta situación ha creado los incentivos equivocados alentando la explotación ilegal de tiburones. Según estadísticas de la FAO, el valor declarado medio de las importaciones mundiales de aleta de tiburón fue de 377,9 millones USD anuales entre 2000 y 2011, mientras que la carne de tiburón durante el mismo periodo fue de 239,9 millones USD anuales (Dent y Clarke, 2015); dado que las aletas de tiburón tienen un precio más alto, algunos pescadores (principalmente de embarcaciones mayores) les quitan las aletas a los tiburones aún vivos y abandonan el resto del animal en el mar, esta situación no sólo provoca la sobreexplotación de los tiburones catalogando algunas especies como vulnerables (Benítez y Rivera, 2015) y los riesgos de su extinción, sino que también aumenta y el desecho del resto de la carne de este animal que también puede ser utilizado para el consumo humano o animal.

Tabla X. Precios por kilogramo de tiburón que se paga a los tiburoneros en Puerto San Carlos, B.C.S

Precio por Kg de tiburón	
Especie	Precio Kg (MXN)
Piloto	\$25
Azul	\$24
Martillo	\$7 Fresca - \$90 Seca
Mako	\$24
Zorro	\$18
Aleta fresca	\$400
Aleta Seca	\$1,000

Con base en las entrevistas realizadas, se determinó que existe un alto índice de pescadores que aprovechan el tiburón en el Puerto de San Carlos, BCS que no cuentan con permiso emitido por el gobierno, se sabe que hay permisos que están clonados, que existe un alto índice de corrupción, además de este problema, que explica la sobreexplotación de diversas especies de tiburones, muchos pescadores que se dedican a pescar otros animales llegan a extraer tiburón esporádicamente, principalmente los llamados “picuderos” que se dedican al pez espada, extraen tiburones de manera ilegal y se sabe que llegan con grandes cantidades de aleta que no corresponden al número de animales a bordo de la embarcación dada la alta demanda de aleta. La primera exportación de aletas de tiburón de La Paz, BCS, a China fue documentado en 1888 aunque los desembarques de tiburones tuvieron mayor importancia en 1942 (Saldaña *et al.*, 2017). La falta de regulación ha aumentado el número de organismos extraídos y la falta de control sobre las cantidades permitidas, además del aumento en la competencia por el recurso entre los pescadores de tiburón, los “picuderos” y las embarcaciones de mayor tamaño. Durante el procesamiento



de la carne para su comercialización se observa que no hay un control o manejo adecuado de los desechos de tiburones, ya que los pescadores evisceran a los tiburones a orilla de sus campamentos, algunos de ellos dejan los restos del animal (vísceras y cabeza) en la playa donde son devorados por las aves y, posteriormente, son arrastrados por el agua de mar (Figura 31). Se sabe también que no está regulado quién puede ir a pescar, las cantidades permitidas a extraer y las especies; los pescadores afirman que llegan embarcaciones de otros lugares (Mazatlán, Sinaloa, e incluso de E.U.A.) que van a aprovechar sus recursos.

En general, prácticas de pesca, especificidades de la especie capturada, y el volumen de animales extraídos no está regulado ni monitoreado. En consecuencia, algunos pescadores que pescan tiburones los capturan ilegalmente durante las temporadas de pesca prohibidas. Finalmente, hay una mala gestión de residuos por parte de algunos pescadores, lo que aumenta la contaminación en el área. Debido a todas estas problemáticas es necesario aumentar la vigilancia, monitoreo y regulación sobre el comportamiento de los pescadores, brindarles información adicional para que conozcan más de las especies de tiburón y sepan diferenciar las que se encuentran protegidas por la legislación; también es necesario promover alternativas para mejorar el aprovechamiento de los tiburones, incluir valores agregados como la creación de artesanías con los restos de tiburón (aretes o collares con los dientes, artículos de interés como las mandíbulas, entre otros).



Figura 31. (A) Ave devorando restos de un tiburón, (B) Cabezas de tiburón en la playa (Fotografías tomadas por Yessica Miriam Plata Zepeda)

En la Figura 32A, se detalla el consumo de carne de tiburón que realizan los actores entrevistados. Cabe mencionar, que son muy pocas las personas que la consumen, y además esto lo hacen con una frecuencia muy baja. La carne de tiburón se comercializa seca y en menos cantidad fresca, ya que no se considera carne de primera calidad. Los pescadores reconocen que es enviada a la Ciudad de México donde se comercializa como



otras especies si es enviada fresca es vendida como pescado blanco y si es salada se vende como bacalao. Se ha comprobado que existen algunos lugares donde se comercializa pescado que en realidad es carne de tiburón, dado que le cambian el nombre para que la gente lo compre, es decir, la gente consume inconscientemente carne de tiburón (Bornatowski, Braga, y Vitule, 2013).

En la Figura 32B, se observa la declaración de enfermedad por consumo de pescado, mostrando que la mayoría no presentan malestar al consumir carne de pescado, que podría ser carne de tiburón. Sin embargo, si hay casos en los que tuvieron algún tipo de malestar, entre los cuales destacan: vómito, náuseas, dolor de estómago, diarrea e incluso fiebre (Figura 32C). La carne de tiburón se encuentra contaminada con mercurio, este tiene efectos neurotóxicos que se caracterizan por síntomas de temblor, entumecimiento de miembros, disturbios sensoriales, degeneración de neuronas entre otros, debido a la susceptibilidad única del cerebro al metilmercurio (Rodríguez, S/f). Se tomaron muestras de tiburón (aleta y músculo) en Puerto San Carlos, B.C.S.; estas muestras serán utilizadas para conocer la cantidad de mercurio presente en los animales y analizar el potencial riesgo a la salud por la ingesta de carne contaminada con mercurio.

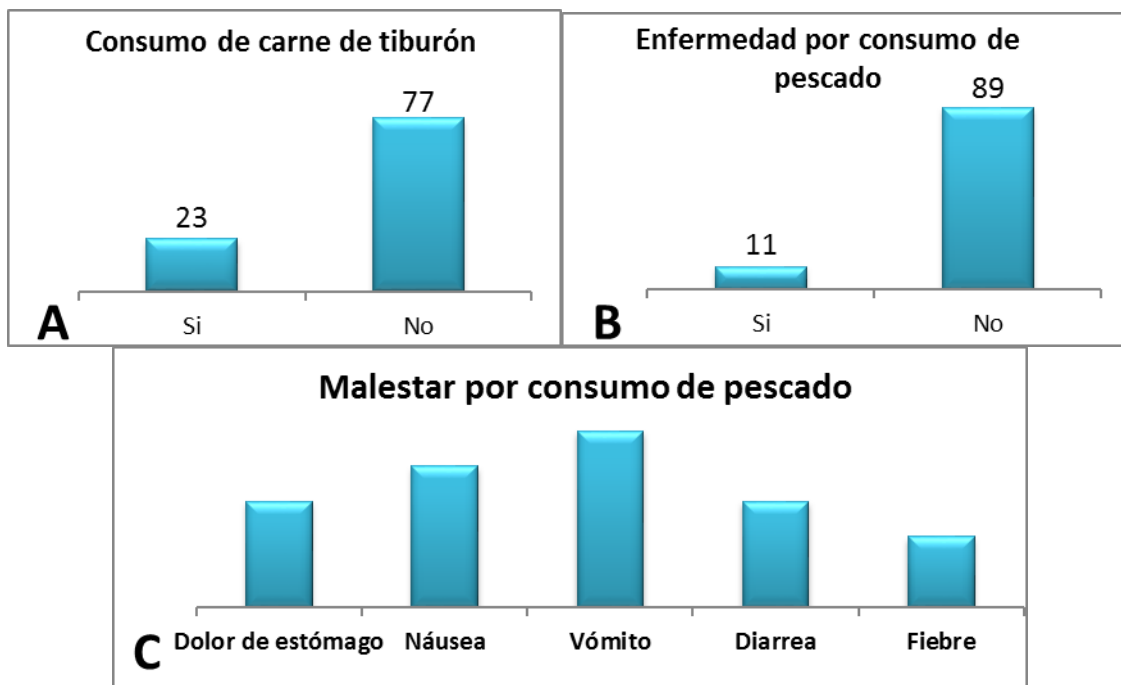


Figura 32. (A) Consumo de carne de tiburón, (B) Enfermedad por consumo de pescado, (C) Malestar por consumo de pescado de los turistas, pescadores, vendedores de tiburones y prestadores de servicios

Según un estudio sobre pesquerías en Bahía Magdalena ubicada en frente de Puerto San Carlos, B.C.S., la pesca del tiburón tiene una importancia media, es decir, ocupa el sexto lugar de un total de catorce pesquerías analizadas (Ojeda Ruiz de la Peña y Ramírez Rodríguez, 2012) por lo que podría sustituirse la pesca por el turismo; sin embargo, existe



un gran número de pescadores que se dedican sólo al tiburón mientras que otros pescadores que se dedican a otras especies de interés comercial (como el camarón, almeja, entre otros), llegan a extraer tiburón de manera ilegal por lo que la importancia del tiburón en las pesquerías podría ser más alta.

Por otra parte, del total de pescadores entrevistados, el 78% estaría dispuesto a dejar de pescar y dedicarse al turismo con tiburones si reciben la formación adecuada para tener éxito en llevar a cabo esta actividad, el 22% restante declaró no estar interesado debido a la insuficiente promoción del turismo con tiburones en la zona, expresando que no sería suficiente la demanda para cubrir las necesidades de todos. Sin embargo, el turismo beneficia a otros sectores como el transporte (avión, autobús, taxi), hoteles y restaurantes. También se espera que los costos de mantenimiento de las pangas sean más bajos, ya que tendrán que cambiar el aceite de los motores cada dos o tres semanas, si se va a dedicar a la observación de tiburones; mientras que para la pesca de tiburón es necesario realizar el cambio cada semana (aproximadamente \$800 por semana).

Del total de entrevistas analizadas, se puede afirmar que la mayoría considera que los tiburones se encuentran en riesgo por la sobrepesca; además, mencionaron que otro factor relevante que afecta a los tiburones es la contaminación a causa de los derrames de hidrocarburos, el tránsito de lanchas, el vertido de desechos al mar, las aguas residuales, etc. En particular, los pescadores consideraron que la prohibición de la pesca de tiburones podría ser útil para la recuperación de diversas especies, aunque reconocieron que muchos pescadores no lo respetan porque no hay monitoreo ni sanciones que creen los incentivos apropiados para reducir la pesca ilegal de tiburones.

4.5 Comparación de ingresos entre actividades

Los resultados por campaña se analizaron según los ingresos y gastos necesarios para llevar a cabo cada actividad considerando los periodos en que operan cada uno, la pesca de lleva a cabo de agosto a abril mientras que el turismo se lleva a cabo de marzo a noviembre. En el caso de la pesca, una sola campaña para extraer unos 40 animales puede durar de 1 a 3 días permaneciendo en altamar durante este tiempo.

La Tabla XI detalla tanto los ingresos como los gastos de pesca, se estima que esta actividad genera \$10,695 por panga. La principal actividad económica en el área de estudio es la pesca; hay tres campos de pesca de tiburones: Punta Arena, San Lázaro y Magdalena. En cada campo de pesca, trabajan de 5 a 8 pangas formalmente, excepto en Magdalena ya que en este campamento salen a pescar de 5 a 8 pangas sólo durante la



temporada alta; dado lo anterior en total durante la temporada alta salen a pescar tiburón entre 20 y 25 pangas, esta temporada abarca los meses de agosto, septiembre y octubre. En consecuencia, más de 58 pangas podrían pescar alrededor de 2,320 animales durante estos meses.

Esta situación pone de manifiesto la sobreexplotación de los recursos pesqueros y la falta de políticas eficaces para la conservación de las especies de tiburones. En el caso del turismo con tiburones, actividad desarrollada por ONG que trabaja en Puerto San Carlos, la campaña dura 3 días, alcanzando un beneficio que oscila entre \$9,600 y \$50,160 (Tabla XII). Por lo tanto, el ecoturismo con tiburones es una actividad más rentable con mayores beneficios sociales, ambientales y económicos.

Tabla XI. Ingresos por campaña de pesca (1-3 días)

Concepto	Cantidad
Pesca	40
Total Kg	600
Kg \$	\$12,000
Gasolina	\$975
Cambio de aceite	\$160
Equipo	\$50
Reparación de motor	\$120
Gastos	\$1,233
Ganancias	\$10,695

Tabla XII. Ingresos por campaña de ecoturismo ONG (3 días)

Concepto	Cantidad	
Participantes	4	8
Ingresos	\$48000	\$96000
Lancha (3 días)	\$19,500	\$19,500
Transporte y gasolina	\$9,000	\$9,000
Alojamiento	\$5,100	\$8,700
Alimentos	\$4,800	\$8,640
Pago guía	\$5,420	\$5,420
Gastos	\$43,820	\$51,260
Ganancias	\$4,180	\$44,740

Existe una amplia oferta de actividades turísticas en Puerto San Carlos, a pesar de ello, no hay muchos permisos para el turismo, por lo que muchos de los prestadores de servicios que llevan gente a realizar las actividades vienen de otros lugares como La Paz y Estados Unidos; esto puede ser considerado como una pérdida de ingresos y oportunidades para la población local.

De los ingresos mensuales estimados para el ecoturismo que se realiza en Puerto San Carlos por parte de la ONG involucrada podemos observar en la Figura 33 que los ingresos se han duplicado del año 2015 al 2016 debido a que el número de participantes aumentó, podemos observar el desglose en la Tabla XIII resaltando que el turismo representa altos



índices de ganancias para diversos sectores como son los hoteles, restaurantes y renta de automóviles para transporte del aeropuerto de la Paz a Puerto San Carlos; a pesar de que significan gastos para la actividad, es importante enfatizar que la observación de tiburones apoya el desarrollo económico local de muchos actores.

Tabla XIII. Ingresos anuales de ecoturismo (ONG) en Puerto San Carlos

Concepto	Total 2015	Total 2016	Total 2017
Participantes	67	118	25
Guía	11	20	5
Total	78	138	30
Costo por participantes	\$737,000	\$1,416,000	\$325,000
Lancha 3 días	\$181,500	\$360,000	\$97,500
Transporte (LAP - P.S.C)	\$88,000	\$160,000	\$40,000
Gasolina (automóvil)	\$11,000	\$20,000	\$5,000
Hospedaje (Hotel)	\$64,350	\$124,200	\$27,000
Comida (desayuno y cena)	\$74,880	\$110,880	\$46,080
Gastos	\$ 419,730	\$796,680	\$198,300
Ganancias	\$317,270	\$619,320	\$126,700

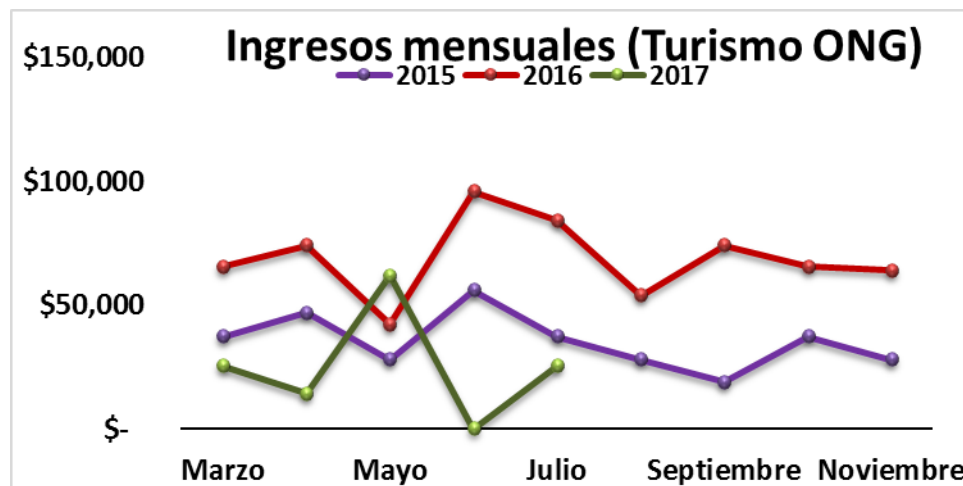


Figura 33. Ingresos mensuales de la ONG que se dedica al avistamiento de tiburón en P.S.C

Por otro lado, de los ingresos mensuales estimados para la pesca de tiburón que se realiza en Puerto San Carlos por panga podemos observar en la Figura 34 que los ingresos han disminuido del año 2015 hasta abril del 2017 en \$882,580 como resultado de la disminución de la cantidad de tiburones disponibles para las pesquerías, podemos observar el desglose en la Tabla XIV resaltando que la pesca representa altos índices de explotación del tiburón como recurso, en esta actividad la lancha sufre más desgaste dado



que es necesario el cambio de aceite aproximadamente una vez a la semana, la reparación del motor se realiza cada dos años aproximadamente, además, la actividad representa un gran esfuerzo para los pescadores y no es sustentable. Es importante resaltar que las cantidades estimadas son por una sola panga (Figura 35) que se dedica a la pesca por lo que si se considera el número total de pangas (58 en temporada alta) la cantidad de tiburones extraídos representa una amenaza para las poblaciones de tiburones.

Tabla XIV. Ingresos anuales de pesca de tiburón en Puerto San Carlos

Concepto	Total 2015	Total 2016	Total 2017
Pesca (N. de organismos)	3588	2796	1080
Total (Kg)	71760	55920	21600
Pago por los Kg	\$1,435,200	\$1,118,400	\$432,000
Millas recorridas	\$257	\$243	\$120
Gasolina	\$185,770	\$189,000	\$90,000
Cambio de aceite	\$28,800	\$28,800	\$12,800
Equipo	\$9,000	\$9,000	\$4,000
Reparación de motor	\$7,650	\$8,100	\$3,800
Permiso náutico	\$1,360	\$1,360	\$604
Gastos	\$232,580	\$236,260	\$111,204
Ganancias	\$1,202,620	\$882,140	\$320,796

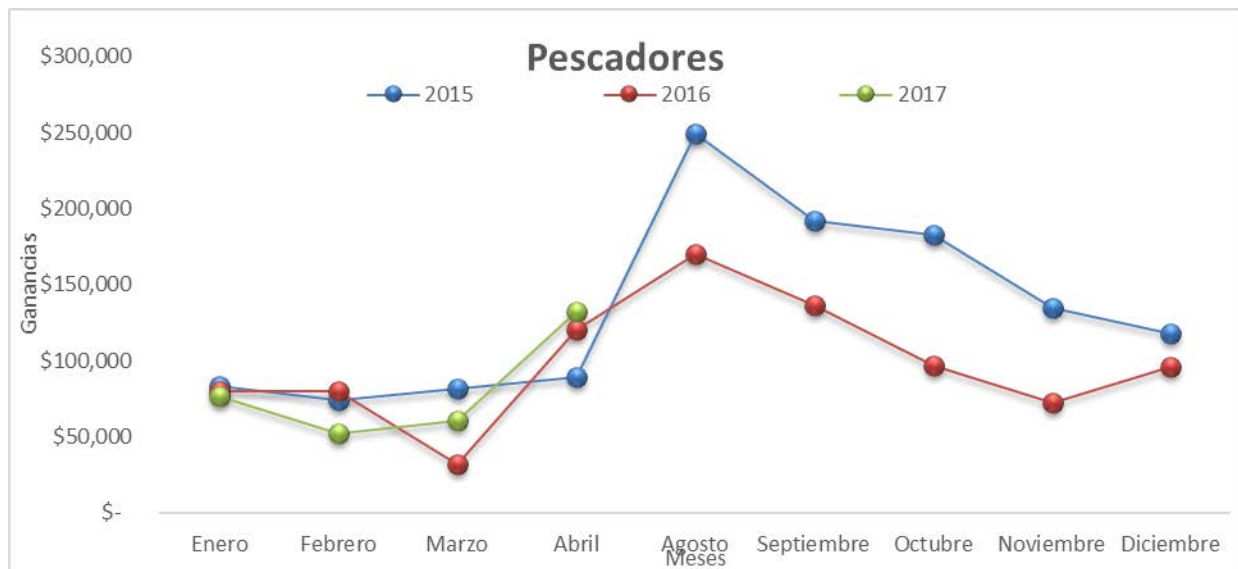


Figura 34. Ingresos mensuales por panga que se dedica a la pesca de tiburón



Figura 35. Tiburones capturados por una panga (Fotografía tomada por Yessica Miriam Plata Zepeda)

Al comparar los gastos y beneficios de las actividades antes mencionadas, los pescadores pueden obtener mayores ingresos en el ecoturismo que en la pesca. En el caso del turismo en Puerto San Carlos, la pesca deportiva se realiza a lo largo del año; la observación de ballenas se lleva a cabo de enero a marzo. Las personas que realizan estas actividades pueden estar interesadas en la observación de tiburones y el buceo, contribuyendo así a la conservación de los tiburones.

El costo de la lancha está estimado entre \$90,000 y \$120,000, el motor entre \$230,000 a \$320,000 la matrícula de la lancha cuesta entre \$200 y \$300; sin embargo, los tiburoneros ya cuentan con este equipo para su actividad, por ello con el fin de adaptar los barcos de pesca a que sean adecuados para realizar actividades turísticas, es necesario cumplir varios requisitos para tener acceso a un certificado de seguridad y permiso náutico. El costo de estos ajustes y permisos se estima en aproximadamente \$42,090 que podemos observar en la Tabla XV, sin embargo, esta cantidad excede el presupuesto económico de los pescadores para realizar otras actividades como el ecoturismo con tiburones, además, no existen apoyos que incentiven el cambio de actividad y la promoción del turismo con tiburones es escasa por lo que la mayoría no podría cambiar de actividad.

Tabla XV. Gastos por acondicionamiento de lanchas de pesca para turismo

Concepto	Gastos
Sombra para la lancha	\$9,000
Chalecos salvavidas (14)	\$4,000
Asientos acojinados	\$3,500
Doble fondo con alfombra para lancha	\$4,500



Radio BHF	\$7,000
Botiquín	\$250
GPS	\$5,000
Ancla	\$1,000
Bengalas de mano	\$600
Herramientas	\$300
Remos	\$800
Linterna	\$200
Certificado de seguridad	\$140
Permiso náutico (turismo)	\$1,360
Seguro (capitán y lancha)	\$4,000
Total	\$41,650

Al comparar los gastos y ganancias por campaña para un lanchero por pesca y cuando presta sus servicios para el turismo (Tabla XVI) podemos observar que las ganancias para un lanchero que se dedica al turismo alcanzan los \$11,118 por campaña (tres días) son más altas que las de pesca que son de \$10,525. En el caso del turismo no se incluyen gastos de equipo dado que el equipo que se necesita debe estar completo al momento de que se les otorgue el permiso para la actividad y el desgaste de la lancha es muy bajo comparado con la pesca; esto demuestra que el turismo genera más beneficios económicos que la pesca.

Tabla XVI. Ganancias promedio para un lanchero por pesca y turismo

Pesca		Turismo	
Concepto	Cantidad	Concepto	Cantidad
Pago por pesca	\$12,000	Pago por servicios	\$19,500
Gasolina	\$975	Gasolina (\$2,000 por día)	\$6,000
Cambio de aceite	\$160	Cruce de la lancha por la isla	\$800
Equipo	\$50	Carnada para el "chomeo"	\$600
Reparación de motor	\$120	Lunch para turistas	\$1,000
Permiso náutico	\$151	Permiso náutico	\$72
Gastos	\$1,456	Gastos	\$8,372
Ganancias	\$10,544	Ganancias	\$11,128

Las ganancias por campaña en ambas actividades son similares; sin embargo, la pesca pone en riesgo la existencia de las especies por lo que no es una actividad sustentable; además, el consumo de carne de tiburón que contiene altos niveles de metilmercurio podría poner en peligro la salud de las personas. Por otro lado, los beneficios del turismo con tiburones son más altos que la pesca y beneficia a más sectores, en cuanto a las ganancias para los lancheros que se dedican al turismo son mayores que las ganancias de los que se dedican a la pesca, además al aumentar el número de asistentes las ganancias prácticamente se cuadruplican pudiendo beneficiar directamente al lanchero; por lo que la



promoción del turismo puede fomentar el desarrollo económico local además de aumentar la conservación de los tiburones. Sin embargo, es necesario encontrar financiamiento para cambiar de una actividad a otra ya que los pescadores no tienen suficientes recursos económicos para obtener los permisos y lograr hacer las adaptaciones necesarias a sus embarcaciones.

4.6 Análisis económico

Se realizó un análisis de beneficios directos, indirectos y totales para cada actividad como se describe a continuación; se hizo un promedio de los años 2015 y 2016 para los cálculos de los beneficios directos de cada actividad.

4.6.1 Turismo

Con respecto a los beneficios del turismo, estos pueden clasificarse en beneficios directos e indirectos, los beneficios directos son los beneficios generados por la realización de la actividad, en los indirectos debido al tiempo sólo se analizó el beneficio de ahorro a la salud por no consumir carne contaminada, existen otros beneficios como la conservación de diversas especies, el apoyo a diversos sectores económicos con la realización del turismo (como restaurantes hoteles, etc) entre otros.

***Beneficios directos:** Los beneficios directos de esta actividad son de \$1,076,500 (precisar cómo se estimaron brevemente o qué incluyen); sin embargo, si se considera el número de turistas que llegan a la paz para hacer avistamiento de ballenas que son alrededor de 2,000,000 de personas (SNIEGT, 2018), dichos beneficios podrían alcanzar los \$2.153 mil millones de pesos anualmente.

***Beneficios indirectos o Co-beneficios del tratamiento por intoxicación con mercurio:** Para el costo del tratamiento por intoxicación con mercurio, el cual se considera un beneficio indirecto por dejar de consumir pescado contaminado (también conocido como co-beneficio), se consideró como tratamiento la Quelación EDTA (etileno-tetra-acético). Los costos de tratamiento incluyen la detección, el monitoreo, la hospitalización y el medicamento. Estos costos se detallan a continuación. En este caso se consideraron dos escenarios, es decir, un costo mínimo que considera solo el pago por el medicamento y un costo máximo que considera el tratamiento en un hospital, medicamento, etc.

Sólo medicamento: Para la detección de intoxicación por mercurio es necesario realizar diversas pruebas para conocer el contenido de mercurio en el organismo del individuo por lo que en este caso, el kit para detectar el nivel de metal en el cuerpo cuesta \$48 USD con 2 pruebas, posteriormente, el tratamiento de quelación tiene un costo de \$120 USD sólo por las botellas para 45 días generando un costo final de \$3,121.44 costo de tratamiento promedio considerando la tasa de cambio de \$18.58 por cada USD (Nissan medica).



Tratamiento completo: Al considerar el tratamiento completo, lo primero es determinar el grado de intoxicación mediante estudios específicos, el costo en algunos hospitales es de \$500, posteriormente se aplica un tratamiento de quelantes de forma intravenosa que va de entre 20 y 40 aplicaciones, el costo de cada una es de \$2,500 y se deben administrar una vez a la semana (duración aproximada 10 meses), llegando a un total de \$75,500 considerando 30 aplicaciones (Grupo Medico Dr. Zurita); otro hospital diagnostica con base en los resultados de los estudios preliminares se propone un tratamiento de quelantes de aproximadamente 24 aplicaciones, el costo de cada una es de \$1,500 y se deben administrar una vez cada dos semanas (duración aproximada 1 año), llegando a un total de \$36,000; otra forma de tratar la enfermedad es mediante un tratamiento ambulatorio, es decir, se comienza con un tratamiento intravenoso de quelación alrededor de 15 días, se realizan sesiones de 3hrs durante este tiempo, el costo es por todo el tratamiento incluyendo estudios y medicamento es de \$30,000 (Clínica San Antonio).

Por lo tanto, el costo mínimo que considera solo el medicamento es de \$3,121 y el más alto es de \$75,500 considerando detección y tratamiento.

La FAO (2016) identifica que una persona en promedio consume 20 Kg de pescado al año, a partir de Elizalde (2018) se sabe que el 60% de la carne comercializada en la ciudad de México es carne de tiburón por lo que la población está consumiendo 12.6Kg de tiburón anualmente; al multiplicar el promedio de Kg de tiburón (considerando sólo los datos oficiales de volumen de pesca de carne de tiburón extraída de puerto San Carlos, B.C.S), con la cantidad de Kg que consumen las personas en promedio se obtiene el número de personas potencialmente expuestas a intoxicación por consumo de esta carne dando un total de 349,000 personas. Esto genera gastos de entre \$1.092 mil millones de pesos a \$10.499 mil millones de pesos anuales; esto implica un costo social con respecto a los daños a la salud que provoca la carne contaminada generando una internalidad para los pescadores, es decir, que ellos deberían pagar los por comercializar carne contaminada. En este sentido se considera un beneficio el ahorro de esta cantidad de dinero anualmente al evitar la pesca y el consumo de carne contaminada.

***Beneficios Totales:** Son los beneficios económicos derivados del turismo considerando los beneficios directos e indirectos, alcanzando los \$1.094 mil millones de pesos anualmente (Tabla XVII).

4.6.2 Pesca

***Beneficios directos:** En promedio en puerto San Carlos se extraen aproximadamente a 4220711.9 Kg de tiburón al año generando con esto \$1.91 millones de pesos.

***Beneficios indirectos:** En esta actividad no se encontraron beneficios indirectos

***Beneficios totales:** Son los beneficios económicos derivados de la pesca alcanzando los \$1.91 millones de pesos anualmente (Tabla XVII).



Tras este análisis de beneficios directos e indirectos podemos observar en la *Tabla XVII* los beneficios económicos derivados de las actividades de interés, en ambos casos se asume que la embarcación (lancha y motor, con un valor aproximado de entre 1 y 2 millones de pesos dependiendo el modelo/antigüedad), se obtiene por subsidio del gobierno. Para los beneficios de la pesca se estimaron ganancias de \$1.91 millones (considerando sólo lo que se extrae de tiburón azul, mako y martillo que son las especies que están en conflicto con el turismo) a \$2.59 millones de pesos anuales (se considera adicional al valor obtenido el 19.9% de la pesca catalogada como tiburón y cazón que siguiendo el criterio de proporcionalidad se asume que son especies de interés). Para el turismo se estimaron ganancias de \$1.094 mil millones (considerando el mínimo de gastos médicos, es decir, sólo el medicamento) a \$26.424 mil millones (considerando el costo más alto de tratamiento); sin embargo, si se considera el número de turistas que llegan a La Paz (B.C.S.) para hacer avistamiento de ballenas y que estarían potencialmente interesados en realizar el avistamiento de tiburones, dichos beneficios podrían alcanzar \$26 mil millones anualmente, por ello es necesario llevar a cabo la mercadotecnia adecuada para alcanzar el interés de dichos turistas.

Por otra parte, la pesca es una actividad que se encuentra desarrollada en todo su potencial mientras que el turismo no está completamente desarrollado, a pesar de ello, las ganancias en el turismo son mucho mayores que las de la pesca y es importante resaltar que sólo se analizó el co-beneficio a la salud por lo que si se buscaran beneficios adicionales como servicios ecosistémicos derivados de la actividad, las ganancias por turismo estarían muy por encima de la pesca; sin embargo, no todos los pescadores podrían cambiar de actividad.

Tabla XVII. Análisis de beneficios económicos de Pesca y Turismo

Actividad	Pesca		Turismo		
	Actual		Actual		Potencial
Beneficio directo	\$1,991,626	\$2,592,518	\$1,706,500		\$26,000,000,000*
Beneficio indirecto (salud)	-	-	\$1,092,429,085	\$26,423,188,000	\$26,423,188,000
Total	\$1,991,626	\$2,592,519	\$1,094,135,585	\$26,424,264,500	\$52,423,188,000

*Considerando 2,000,000 de turistas que realizan avistamiento de ballenas

Finalmente, en este análisis económico se observa que ambas actividades son rentables, sin embargo, el turismo tiene diversos beneficios para más sectores, fomenta la conservación, protege la salud al evitar el consumo de carne de tiburón contaminada, es importante resaltar que no se está haciendo una valoración de la conservación del tiburón como especie, pero es importante resaltar este aspecto como un beneficio adicional.



4.7 Análisis de rentabilidad

Al hacer el análisis de rentabilidad financiera podemos observar que para la banca privada (Santander), por las altas tasas de interés que maneja la banca privada no es rentable cuando se consideran 4 turistas mensualmente, para que esto sea rentable se requiere que la afluencia de turistas sea de 5 mensuales con un total de 40 al año; por otra parte, la banca de desarrollo ofrece bajas tasas de interés y se considera rentable desde 4 asistentes al mes; sin embargo, lo ideal sería de 6 asistentes mensuales con un total de 48 turistas garantizados al año. En el turismo hay meses donde el flujo de efectivo es 0 porque no se realizan avistamientos por la turbidez del agua (enero, febrero y diciembre), por ello, el total de asistentes recomendado anualmente considera sólo los meses de trabajo (Tabla XVIII).

En el análisis de rentabilidad neta o socioambiental el valor mínimo de rentabilidad es 1, en la Tabla XVIII se puede apreciar que en todos los escenarios se considera una actividad rentable y este valor aumenta con el número de asistentes, con 4 pasajeros los valores están entre 3 y 4, con 5 los valores están en 4 y son cercanos al 7 mientras que con 6 asistentes los valores comienzan en 7 alcanzando el 10; dado lo anterior la mejor opción en todos los escenarios es la FND.

Es importante resaltar que en este análisis se están considerando sólo los beneficios asociados a los ingresos de los pescadores, es decir, no se están considerando los co-beneficios o beneficios adicionales que se consideraron para el turismo.

Tabla XVIII. análisis de rentabilidad financiera y socioambiental

Bancos	Santander	Pestadero	Nafinsa	FND
Tasa de interés anual (K)	26.9	11.96	13	9***
CAT*	46.7%	14.8%	13.80%	9.40%
Periodo	24 meses	24 meses	24 meses	24 meses
Montos de pago mensuales	\$2,978	\$2,315	\$2,377	\$2278.65****
Total a pagar	\$73,350	\$57,400	\$56,900	\$54,700
Inversión inicial	\$50,000	\$50,000	\$50,000	\$50,000
4 pasajeros				
Flujos de efectivo promedio**	\$15,236	\$15,236	\$15,236	\$15,236
TIR****	19.11%	19.11%	19.11%	19.11%
VAN	45621.97	45621.97	45621.97	45621.97
Rentabilidad financiera	NR	R	R	R
Beneficios netos	\$224,248	\$224,248	\$224,248	\$224,248
Beneficio-Costo (B/C)	3.1	3.9	3.9	4.1
Rentabilidad neta (socioambiental)	R	R	R	R
5 pasajeros				



Flujos de efectivo promedio**	\$22,676	\$22,676	\$22,676	\$22,676
TIR	26.43%	26.43%	26.43%	26.43%
VAN	92315.81	92315.81	92315.81	92315.81
Rentabilidad financiera	NR	R	R	R
Beneficios netos	\$358,168	\$358,168	\$358,168	\$358,168
Beneficio-Costo (B/C)	4.88	6.23	6.29	6.54
Rentabilidad neta (socioambiental)	R	R	R	R
6 pasajeros				
Flujos de efectivo promedio**	\$33,716	\$33,716	\$33,716	\$33,716
TIR	35.32%	35.32%	35.32%	35.32%
VAN	161603.46	161603.46	161603.46	161603.46
Rentabilidad financiera	R	R	R	R
Beneficios netos	\$556,888	\$556,888	\$556,888	\$556,888
Beneficio-Costo (B/C)	7.59	9.70	9.78	10.18
Rentabilidad neta (socioambiental)	R	R	R	R
* Incluye IVA, comisión por apertura y otras comisiones				
** Número de pasajeros mensual durante el periodo de avistamiento				
*** Tasa variable				
**** Promedio mensual				
***** La inversión de lancha y motor no se contabilizaron porque son subsidio de gobierno				

4.8 Mercurio en músculo de tiburón

4.8.1 Especies y tallas muestreadas.

Se obtuvieron 18 muestras de tiburón Mako, 2 de Martillo y 26 de Azul. El promedio, de la longitud total fue de 1.12m para el Mako, 2.67m para el Martillo y 1.53m para el Azul (Tabla XIX).

Tabla XIX. Número de muestras colectadas por especie de tiburón, mínimo, máximo y promedio de la longitud.

Número de muestras	Especie	Mínimo (m)	Máximo (m)	Promedio (m)
18	Mako	0.91	2.07	1.12
26	Azul	0.9	2.3	1.53
2	Martillo	2.65	2.69	2.67



4.8.2 Mercurio y metilmercurio en tiburón

Al analizar el contenido de mercurio en carne de tiburón se encontraron concentraciones de 0.22 a 4.11 mg/Kg; a partir de esta concentración y considerando que el 90% del mercurio total es metilmercurio se estimó que el contenido de esta sustancia en la carne de tiburón fue de 0.20 a 3.70 mg/Kg; los valores más altos fueron de los tiburones martillo, los cuales presentaron las mayores longitudes: 2.65 m y 2.69 m (Tabla XX). Esto puede deberse a que la cantidad de metilmercurio se incrementa con la edad del organismo, el tamaño y su posición en la cadena alimenticia; esto debido a que al ser de mayor tamaño requieren más cantidad de alimento o se alimentan de animales más grandes, además, al ser adultos el metabolismo disminuye acumulando más de lo que pueden desechar (Bureau of Chemical Safety, 2007; Gutiérrez, Lares y Sosa, 2009; Ferreira *et al.*, 2010; INECC, 2011).

Tabla XX. Mercurio y metilmercurio en tiburones

Especie	Tamaño (m)	Hg total	MeHg	Especie	Tamaño (m)	Hg total	MeHg
Mako	1.15	1.52	1.37	Azul	1.96	1.02	0.92
	1.27	1.08	0.97		2.15	1.25	1.12
	2.07	2.03	1.83		1.7	0.69	0.62
	1.25	0.44	0.39		2.18	2.66	2.40
	1.1	0.66	0.59		2.3	0.61	0.55
	1.08	0.90	0.81		1.66	0.82	0.74
	1.1	0.98	0.88		1.59	1.27	1.15
	1.03	0.79	0.71		1.75	0.60	0.54
	1.16	0.37	0.33		1.64	0.59	0.53
	1.06	0.87	0.78		2.2	0.62	0.56
	1.04	0.22	0.20		2.25	0.66	0.59
1.11	1.01	0.91	2.1	0.74	0.67		
Martillo	2.65	4.11	3.70	Mínimo	1.03	0.22	0.20
	2.69	3.25	2.93	Máximo	2.69	4.11	3.70
			Promedio	1.66	1.14	1.03	

El 96% de las muestras supera el límite de la EPA, el 88% el límite de la NOM-242 y el 27% supera el límite de la FDA (Figura 36), esto es importante ya que la ingesta de esta carne contaminada representa un riesgo para la salud humana, incluso si sólo se considera el límite de la norma mexicana. Los promedios de la concentración de mercurio en tiburón son similares a los encontrados en la literatura, para el tiburón Azul se tiene 0.87mg/Kg y en la literatura se encontró un valor de 1.03 mg/Kg (Barrera, 2013); el mako tiene 0.81 mg/Kg y en la literatura se encontró un valor de 0.491 mg/Kg (Velez, 2009), finalmente, en el martillo se registró un promedio de 3.32 mg/Kg y lo reportado anteriormente era de 2.101 mg/Kg (INECC, 2009).



Concentraciones de Metilmercurio en músculo de tiburón

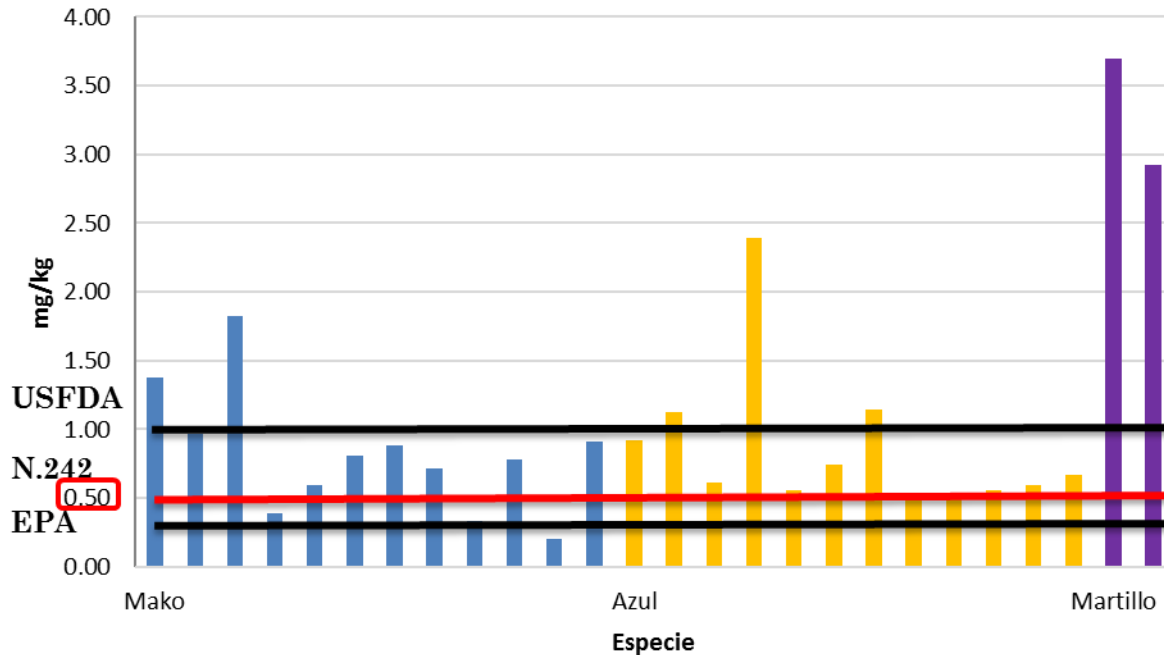


Figura 36. Concentraciones de metilmercurio encontradas en carne de tiburón perteneciente a Cabo San Lázaro, B.C.S

4.9 Caracterización del riesgo por consumo de carne de tiburón

El análisis de metilmercurio en carne de tiburón demostró el alto riesgo que implica el consumo de carne contaminada, en la Tabla XXI se observa el riesgo que representa para las mujeres consumir esta carne, el riesgo al consumir tiburón azul es durante todas las etapas y para todas las concentraciones siendo el valor más alto de 10.46 para la concentración más alta cuando se consume en la niñez; en el caso del tiburón mako el valor más alto es de 7.97 y se presenta nuevamente en la concentración más alta cuando es consumido durante la primera etapa, sin embargo, existe riesgo para todas las etapas en la concentración promedio y la más alta al igual que al considerar todas las especies juntas cuyo valor más alto alcanza el 17.34 para la concentración más alta, el alto grado de riesgo se encuentra desde la niñez y hasta la etapa fértil. En la *Tabla XXII* observamos el riesgo para hombres, al consumir tiburón azul el riesgo se presenta para todas las concentraciones y durante casi todas las etapas excepto cuando es adulto, el valor más alto de 10.46 se presenta para la concentración más alta y cuando se consume en la niñez; en el caso del consumo de tiburón mako el valor más alto es de 7.97 y se presenta nuevamente en la concentración más alta cuando es consumido durante la primera etapa, sin embargo, existe riesgo para todas las etapas en la concentración promedio y la más alta con



excepción de que en el promedio para la edad adulta no se supera el límite de riesgo. Al considerar todas las especies juntas el riesgo se presenta para la concentración promedio y la más alta durante todas las etapas, el valor más alto alcanza el 17.34 para la concentración más alta al consumirlo durante la niñez.

Tabla XXI. Coeficiente de peligrosidad para mujeres por consumo de carne de tiburón contaminada con metilmercurio

Etap a	Tiburón Azul			Tiburón Mako			Tiburón Total		
	Coeficiente de peligrosidad			Coeficiente de peligrosidad			Coeficiente de peligrosidad		
	[0.53] MeHg	[0.87] MeHg	[2.40] MeHg	[0.20] MeHg	[0.81] MeHg	[1.83] MeHg	[0.20] MeHg	[1.03] MeHg	[3.70] MeHg
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1.92	3.79	10.46	0.73	3.53	7.97	0.73	4.49	17.34
12	1.55	2.54	7.02	0.58	2.37	5.35	0.58	3.01	11.64
45	1.38	2.27	6.26	0.52	2.11	4.77	0.52	2.69	10.38
78	1.11	1.83	5.04	0.42	1.70	3.84	0.42	2.16	8.36

Tabla XXII. Coeficiente de peligrosidad para Hombres por consumo de carne de tiburón contaminada con metilmercurio

Etap a	Tiburón Azul			Tiburón Mako			Tiburón Total		
	Coeficiente de peligrosidad			Coeficiente de peligrosidad			Coeficiente de peligrosidad		
	[0.53] MeHg	[0.87] MeHg	[2.40] MeHg	[0.20] MeHg	[0.81] MeHg	[1.83] MeHg	[0.20] MeHg	[1.03] MeHg	[3.70] MeHg
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1.92	3.79	10.46	0.73	3.53	7.97	0.73	4.49	17.34
15	1.51	2.48	6.85	0.57	2.31	5.22	0.57	2.94	11.36
59	0.58	0.96	2.65	0.22	0.89	2.02	0.22	1.14	4.39
73	1.11	1.83	5.04	0.42	1.70	3.84	0.42	2.16	8.36

Debido a que la mayoría de las personas declara no consumir conscientemente carne de tiburón y a partir de los resultados obtenidos por Elizalde (2018), se decidió hacer un análisis más detallado considerando el 10%, 30% y 60% de sustitución de carne de tiburón por pescado en los centros de distribución, lo que representa un riesgo a la salud por consumo no intencional.

Las figuras 37, 38, 39, 40, 41 y 42, muestran la magnitud del riesgo por consumo de carne de tiburón, todos los puntos de las gráficas donde el valor de riesgo es mayor a 1 representan un riesgo para el individuo que lo consume, éste varía según el sexo (hombre o mujer), la etapa de desarrollo en que se encuentre el individuo (bebé, niño(a), adulto o anciano (a)) y la concentración de metilmercurio que se esté considerando.



En el caso del tiburón azul se consideraron las concentraciones: mínima, promedio y máxima de metilmercurio: 0.53, 0.87, 2.40 mg / Kg respectivamente. Considerando el porcentaje de sustitución de la carne de tiburón por pescado se obtuvieron valores de riesgo alto para mujeres con 6.27 cuando se sustituye 60% de pescado y se consume en las primeras etapas de desarrollo (*Tabla XXIII*, *Figura 37*), así mismo, cuando se considera la concentración máxima todas las etapas de vida de las mujeres muestran que existe riesgo para la salud a partir de 30% de sustitución. En el caso de los hombres, se observó riesgo a la salud con 10% y 30% de sustitución para las concentraciones promedio y máxima de MeHg. En el caso de los hombres, el riesgo para los niños se presenta desde el 10% de sustitución en la concentración máxima y con el 30% de sustitución para las concentraciones promedio y máxima; el riesgo para todas las etapas se presenta en la concentración promedio (excepto cuando se considera adulto) y la máxima con 60% de sustitución (*Tabla XXIV*, *Figura 38*).

Tabla XXIII. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón azul en mujeres

Tiburón Azul Mujeres				
		Coeficiente de peligrosidad		
Sustitución	Etapas	[0.53] MeHg	[0.87] MeHg	[2.40] MeHg
10%	0	0	0	0
	5	0.19	0.38	1.05
	12	0.15	0.25	0.70
	45	0.14	0.23	0.63
	78	0.11	0.18	0.50
30%	0	0	0	0
	5	0.58	1.14	3.14
	12	0.46	0.76	2.10
	45	0.41	0.68	1.88
	78	0.33	0.55	1.51
60%	0	0	0	0
	5	1.15	2.27	6.27
	12	0.93	1.53	4.21
	45	0.83	1.36	3.75
	78	0.67	1.10	3.03



Tabla XXIV. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón azul en hombres

Tiburón Azul Hombres				
		Coeficiente de peligrosidad		
Sustitución	Etapa	[0.53] MeHg	[0.87] MeHg	[2.40] MeHg
10%	0	0	0	0
	5	0.19	0.38	1.05
	15	0.15	0.25	0.69
	59	0.06	0.10	0.26
	73	0.11	0.18	0.50
30%	0	0	0	0
	5	0.58	1.14	3.14
	15	0.45	0.75	2.06
	59	0.18	0.29	0.79
	73	0.33	0.55	1.51
60%	0	0	0	0
	5	1.15	2.27	6.27
	15	0.91	1.49	4.11
	59	0.35	0.58	1.59
	73	0.67	1.10	3.03

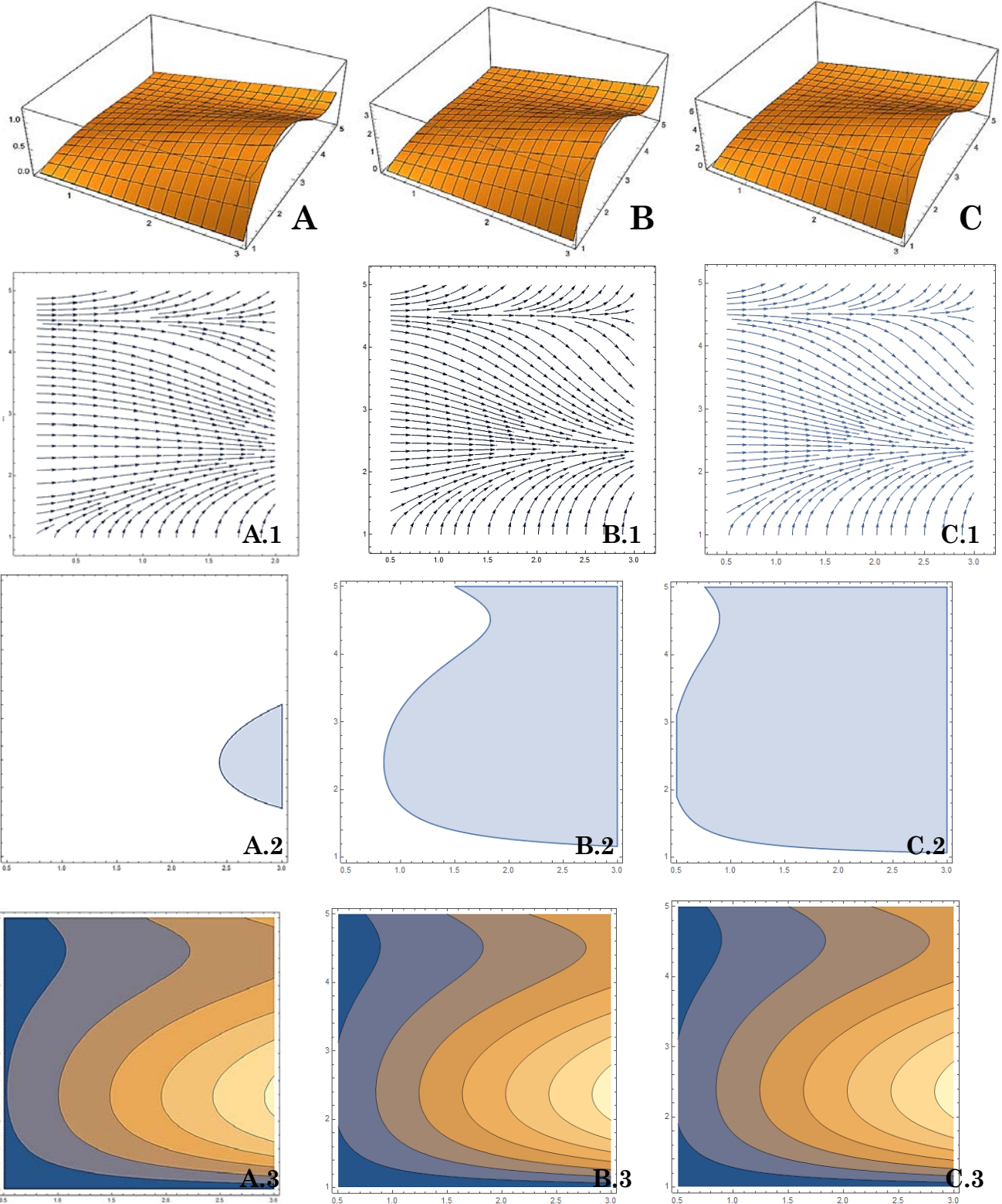


Figura 37. Curvas de riesgo para mujeres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón azul (A) 10% de sustitución, (B) 30% de sustitución y (C) 60% de sustitución. Mujeres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno

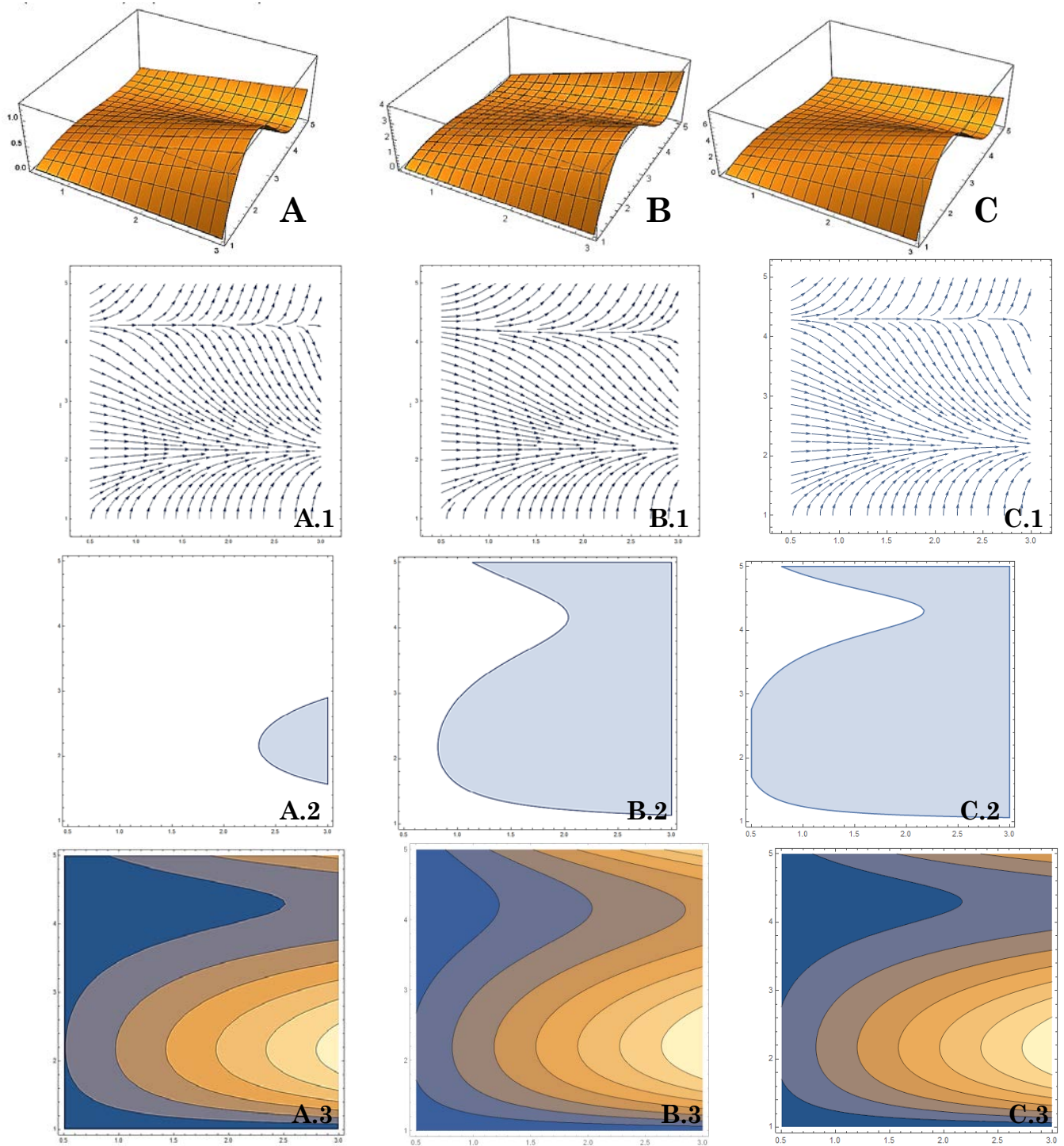


Figura 38. Curvas de riesgo para hombres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón azul (A) 10% de sustitución, (B) 30% de sustitución, (C) 60% de sustitución. Hombres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno



En el caso del tiburón mako se consideraron las siguientes concentraciones de metilmercurio: 0.20, 0.81, 1.83 mg / Kg respectivamente, el comportamiento de los datos es similar al del consumo de tiburón azul. Considerando el porcentaje de sustitución de la carne de tiburón por pescado tenemos valores de riesgo para mujeres que alcanzan valores de 4.78 cuando se sustituye 60% de pescado y se consume en las primeras etapas de desarrollo, sin embargo, el riesgo en todas las etapas comienza desde el 30% de sustitución para la concentración más alta y en el 60% en la concentración promedio y máxima (Tabla XXV, Figura 39). En el caso de los hombres, el riesgo para todas las etapas se registra en la concentración más alta y con el 60% de sustitución, sin embargo, existe riesgo para casi todas las etapas excepto en la adultez cuando se considera el 30% de sustitución en la concentración más alta y en la promedio con el 60% de sustitución (Tabla XXVI, Figura 40).

Tabla XXV. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón mako en mujeres

Tiburón Mako Mujeres				
		Coeficiente de peligrosidad		
Sustitución	Etapas	[0.20] MeHg	[0.81] MeHg	[1.83] MeHg
10%	0	0	0	0
	5	0.07	0.35	0.80
	12	0.06	0.24	0.53
	45	0.05	0.21	0.48
	78	0.04	0.17	0.38
30%	0	0	0	0
	5	0.22	1.06	2.39
	12	0.18	0.71	1.60
	45	0.16	0.63	1.43
	78	0.13	0.51	1.15
60%	0	0	0	0
	5	0.44	2.12	4.78
	12	0.35	1.42	3.21
	45	0.31	1.27	2.86
	78	0.25	1.02	2.31



Tabla XXVI. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón mako en hombres

Tiburón Mako Hombres				
		Coeficiente de peligrosidad		
Sustitución	Etapa	[0.20] MeHg	[0.81] MeHg	[1.83] MeHg
10%	0	0	0	0
	5	0.07	0.35	0.80
	15	0.06	0.23	0.52
	59	0.02	0.09	0.20
	73	0.04	0.17	0.38
30%	0	0	0	0
	5	0.22	1.06	2.39
	15	0.17	0.69	1.57
	59	0.07	0.27	0.61
	73	0.13	0.51	1.15
60%	0	0	0	0
	5	0.44	2.12	4.78
	15	0.34	1.39	3.13
	59	0.13	0.54	1.21
	73	0.25	1.02	2.31

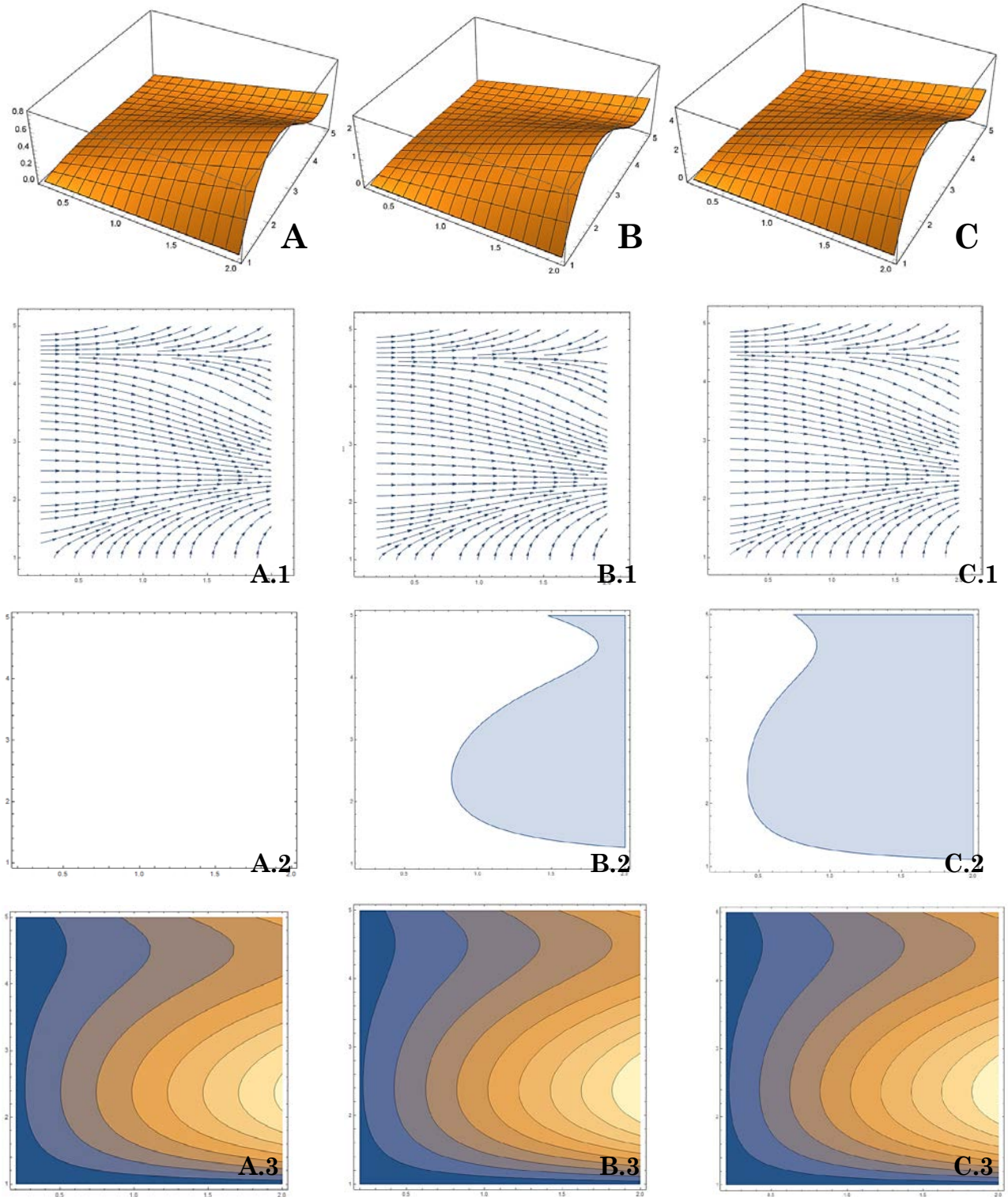


Figura 39. Curvas de riesgo para mujeres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón mako (A) mujeres con 10% de sustitución, (B) mujeres con 30% de sustitución y (C) mujeres con 60% de sustitución. Mujeres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno

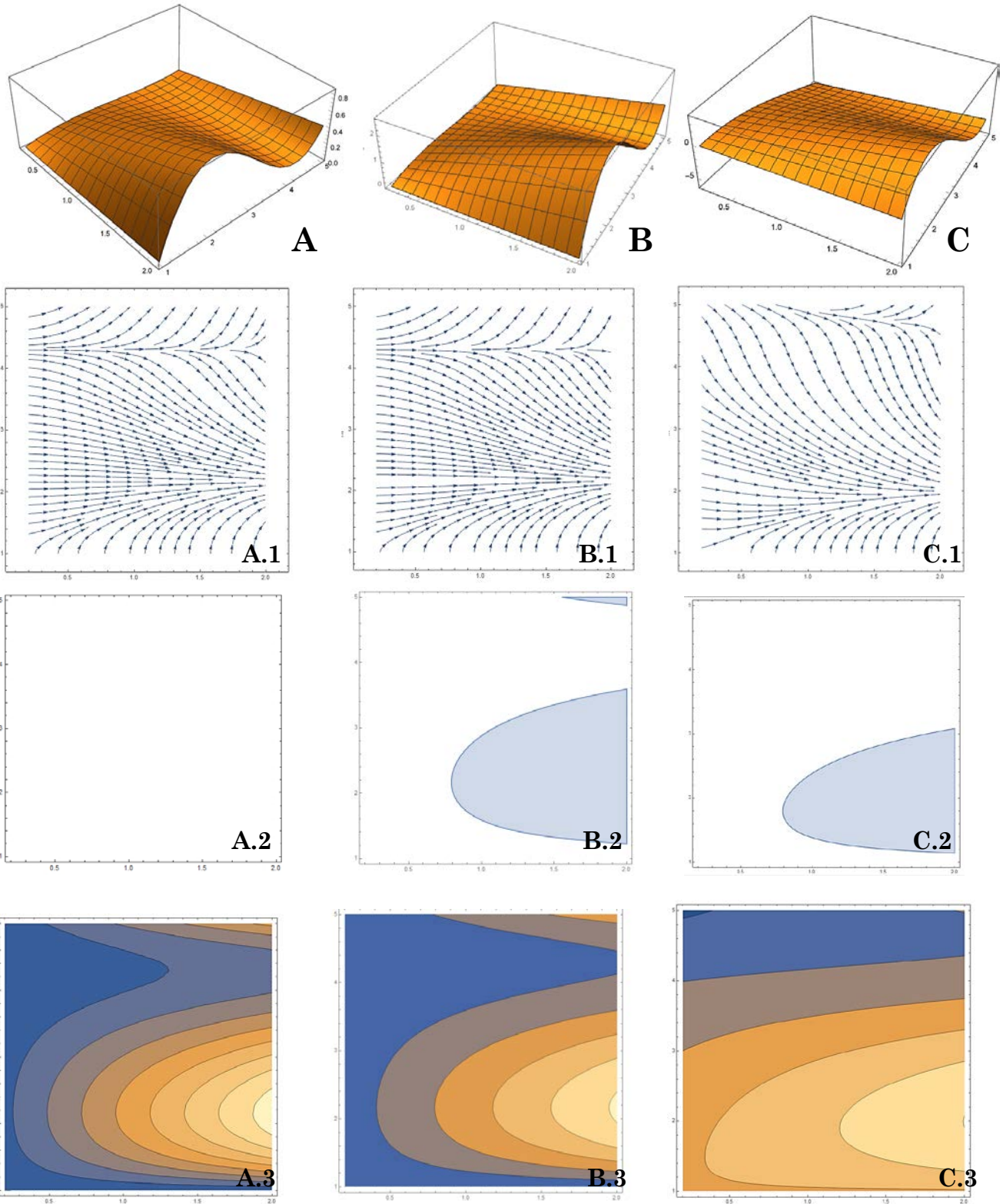


Figura 40. Curvas de riesgo para hombres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón mako (A) 10% de sustitución, (B) 30% de sustitución, (C) 60% de sustitución. Hombres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno



Al analizar los contenidos de metilmercurio de todas las especies de tiburones como una sola clase de alimento ya que, al sustituir la carne de tiburón por pescado en el mercado, es difícil identificar de que especie proviene, se consideraron las siguientes concentraciones: mínima, promedio y máxima: 0.20, 1.03, 3.70 mg / Kg respectivamente. En el análisis se obtuvieron valores de riesgo más altos que cuando se consideran las especies por separado, así para mujeres que alcanzan valores de 10.40 cuando se sustituye 60% de pescado y se consume en la niñez, esto supera 9 veces el valor límite de riesgo que es 1; el riesgo se presenta en todas las etapas desde el 10% de sustitución para la concentración más alta (excepto en el 10% para la clase de adultas mayores lo cual podría deberse a que a esa edad el consumo de pescado disminuye); cuando se consideró el 60% de sustitución el riesgo se presentó desde la concentración promedio para todas las etapas (Tabla XXVII, Figura 41). En el caso de los hombres, los niños presentan riesgo desde el 10% de sustitución en la concentración más alta, con el 30% y el 60% para la concentración promedio y la máxima; el riesgo durante todas las etapas se observa con 30% y 60% de sustitución para la concentración máxima, también existe riesgo en el 60% con la concentración promedio durante todas las etapas con excepción de la adultez (Tabla XXVIII, Figura 42).

Tabla XXVII. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón en mujeres

Tiburón Total Mujeres				
		Coeficiente de peligrosidad		
Sustitución	Etapas	[0.20] MeHg	[1.03] MeHg	[3.70] MeHg
10%	0	0	0	0
	5	0.07	0.45	1.73
	12	0.06	0.30	1.16
	45	0.05	0.27	1.04
	78	0.04	0.22	0.84
30%	0	0	0	0
	5	0.22	1.35	5.20
	12	0.18	0.90	3.49
	45	0.16	0.81	3.11
	78	0.13	0.65	2.51
60%	0	0	0	0
	5	0.44	2.69	10.40
	12	0.35	1.81	6.98
	45	0.31	1.61	6.23
	78	0.25	1.30	5.02



Tabla XXVIII. Coeficiente de peligrosidad por consumo de carne de tiburón en hombres

Tiburón Total Hombres				
		Coeficiente de peligrosidad		
Sustitución	Etapa	[0.20] MeHg	[1.03] MeHg	[3.70] MeHg
10%	0	0	0	0
	5	0.07	0.45	1.73
	15	0.06	0.29	1.14
	59	0.02	0.11	0.44
	73	0.04	0.22	0.84
30%	0	0	0	0
	5	0.22	1.35	5.20
	15	0.17	0.88	3.41
	59	0.07	0.34	1.32
	73	0.13	0.65	2.51
60%	0	0	0	0
	5	0.44	2.69	10.40
	15	0.34	1.76	6.82
	59	0.13	0.68	2.64
	73	0.25	1.30	5.02

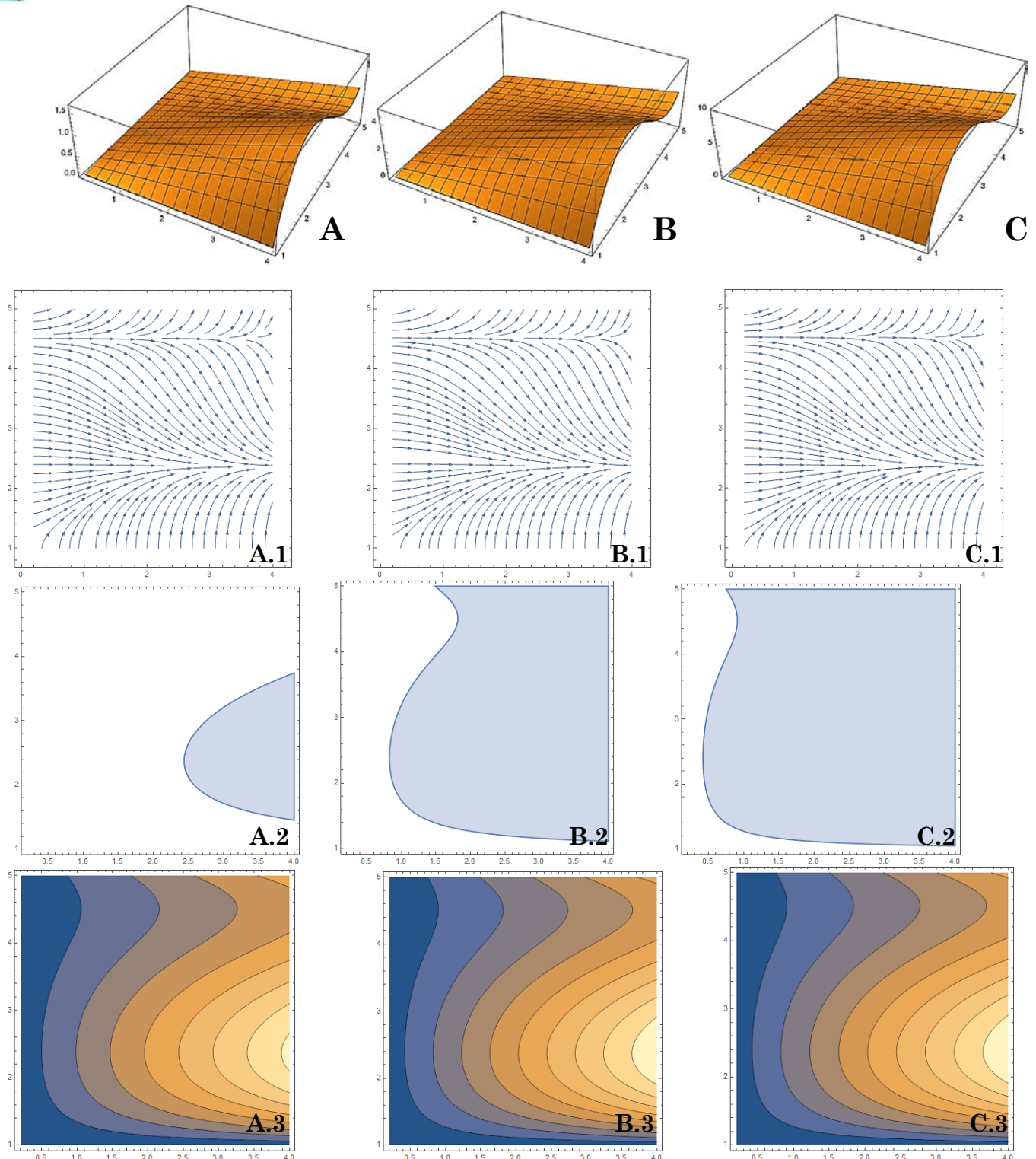


Figura 41. Curvas de riesgo para mujeres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón (A) 10% de sustitución, (B) 30% de sustitución y (C) 60% de sustitución. Mujeres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno

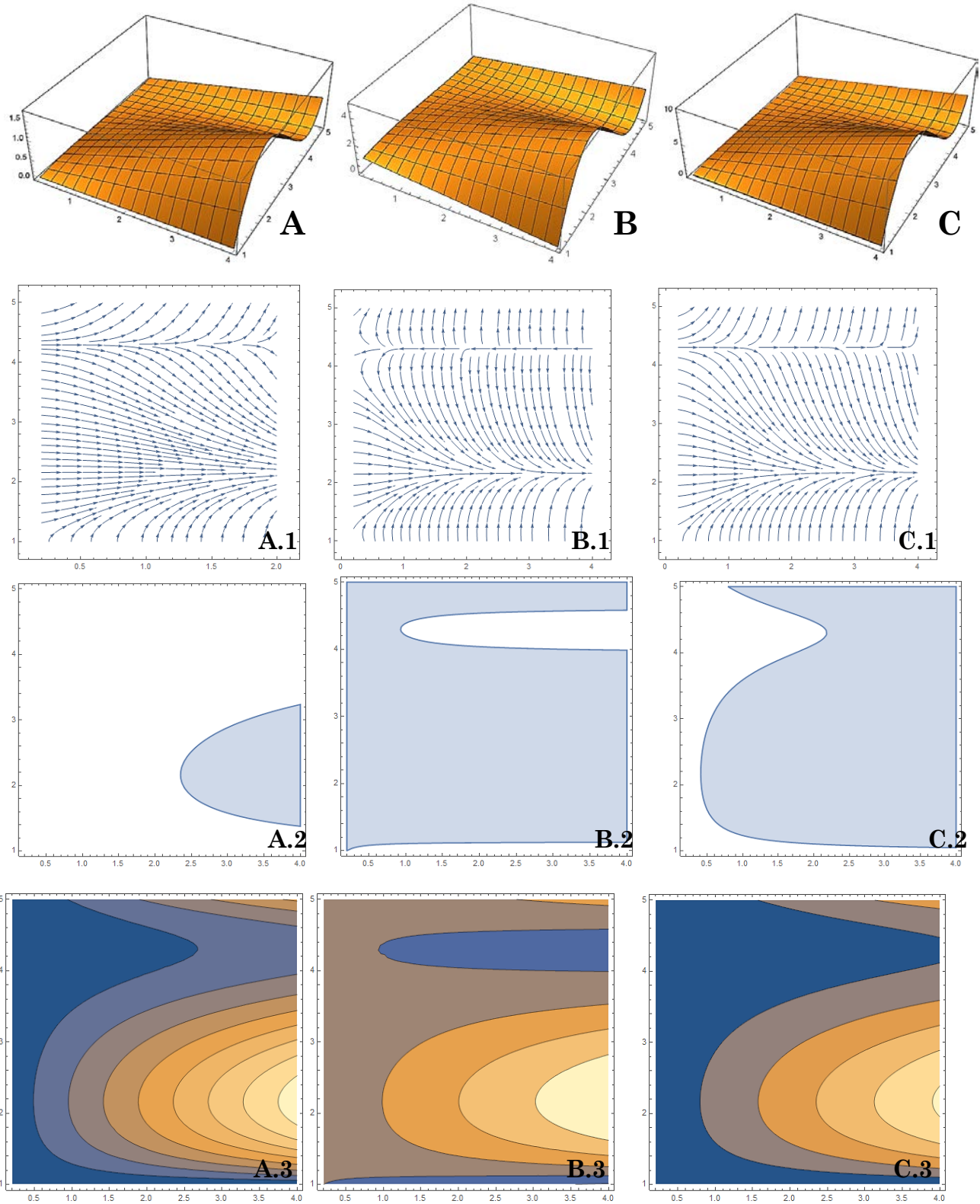


Figura 42. Curvas de riesgo para hombres considerando las concentraciones de mercurio encontradas en tiburón (A) 10% de sustitución, (B) 30% de sustitución, (C) 60% de sustitución. Hombres con el porcentaje de sustitución correspondiente con las siguientes categorías: (.1) campo vectorial de riesgo, (.2) región crítica y (.3) contorno



Así, se observó que mientras mayor es el porcentaje de sustitución de la carne de pescado por tiburón, el riesgo a la salud debido al consumo no intencional de esta carne es mayor. Con toda la información anterior, que el 88% de ejemplares tienen concentraciones de mercurio que están por encima de la NOM y con ayuda de los cálculos de riesgo, se demuestra que la carne de tiburón no es apropiada para consumo humano por lo que el buscar actividades alternativas para la gente que se dedica a la pesca es de vital importancia, como sugerencia se presenta el ecoturismo para la generación de la económica necesaria para cubrir sus necesidades; adicionalmente, esta medida ayuda a evitar problemas de salud de las personas que puedan consumir este producto de manera intencional o no intencional.

4.10 Proyecciones de las actividades a partir de 2015 hasta el año 2030

Se realizaron las proyecciones para ambas actividades con la finalidad de analizar los objetivos del milenio que se verían beneficiados con el apoyo de las actividades, resaltando en el caso del turismo los siguientes objetivos:

El turismo fomenta el desarrollo económico, la creación de diversas fuentes de empleo, apoyo económico a diversos sectores apoyando el **Objetivo 1**. (Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo) y el **Objetivo 8**. (Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos).

La creación de empleos incluye la promoción de pequeños negocios que pudieran estar liderados por mujeres y se enlaza directamente con el **Objetivo 5**. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.

Al evitar el consumo de carne contaminada con mercurio se apoya el **Objetivo 3**. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.

Al incrementar el turismo es necesaria la creación de infraestructuras y un ambiente innovador para cubrir las necesidades de los turistas, protegiendo el patrimonio cultural y natural del lugar que se encuentra relacionado con el **Objetivo 9**. (Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación)

Debido a que el turismo implica el progreso en muchos aspectos para el sitio y comunidad donde se lleve a cabo, esto pondría al sitio en una posición competitiva comparada con otros lugares donde se realiza el ecoturismo apoyando el **Objetivo 10**. (Reducir la desigualdad en y entre los países-en este caso es local-) y el **Objetivo 11**. (Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles).

Una de las principales características del ecoturismo es el uso adecuado y sostenible de todos los recursos reduciendo el impacto a los ecosistemas lo cual se relaciona con el



Objetivo 12. (Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles) que es uno de los más importantes.

Dado que la actividad ecoturística es el avistamiento o nado con tiburones se cubre el **Objetivo 14.** (Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible) mediante la conservación y protección de las especies.

Finalmente, el turismo como actividad fomenta las relaciones entre diversos representantes de los sectores involucrados que podrían ser nacionales e internacionales impulsando el **Objetivo 17.** (Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible).

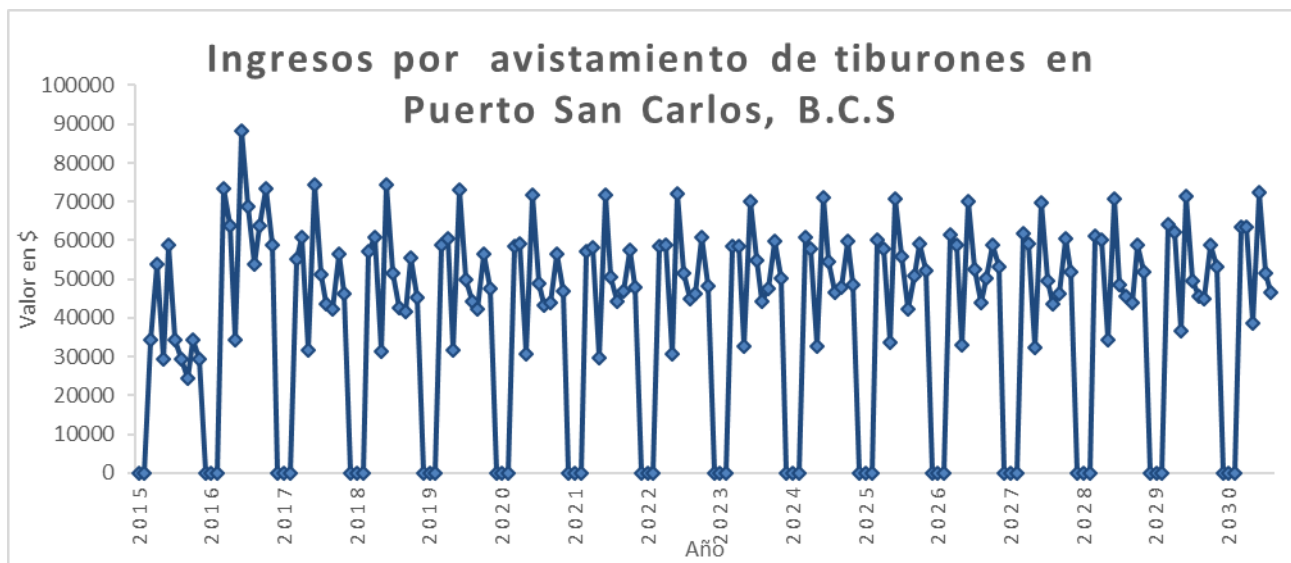


Figura 43. Proyección de ganancias por avistamiento de tiburones en Puerto San Carlos, B.C.S (Proyección a 2030 con Eviews 10)

En la *Figura 43* se observa la proyección de los datos de turismo, cabe resaltar que a partir del 2017 los datos presentan un incremento constante pudiendo alcanzar un punto máximo a partir de 2029, las ganancias que obtiene la ONG son destinadas al estudio de diversas especies pelágicas y conservación de las mismas; esta actividad beneficia a diversos sectores de interés como se observa en la *Figura 44* siendo el grupo de “Lancha” (prestador de servicios-lanchero) el más beneficiado con el 45% de los ingresos, se benefician sectores como el transporte con un 23%, el alojamiento en hoteles del sitio con el 15%, el sector de alimentos conformado por restaurantes y población local que tiene pequeños negocios con el 17%.



Sectores beneficiados por turismo en Puerto San Carlos, B.C.S

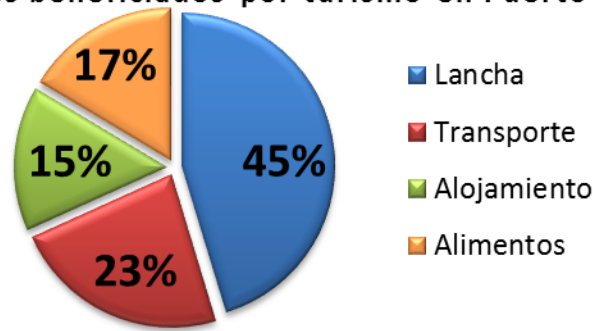


Figura 44. Sectores favorecidos por avistamiento de tiburones en Puerto San Carlos, B.C.S

Por otra parte, en el caso de la pesca potencialmente apoya al **Objetivo 2**. (Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición), sin embargo, el nivel de mercurio contenido en la carne podría afectar la salud de los consumidores. En la proyección a 2030, se espera que el volumen de la pesca decrezca con el tiempo, lo cual se puede explicar como resultado de la sobreexplotación (Figura 45).

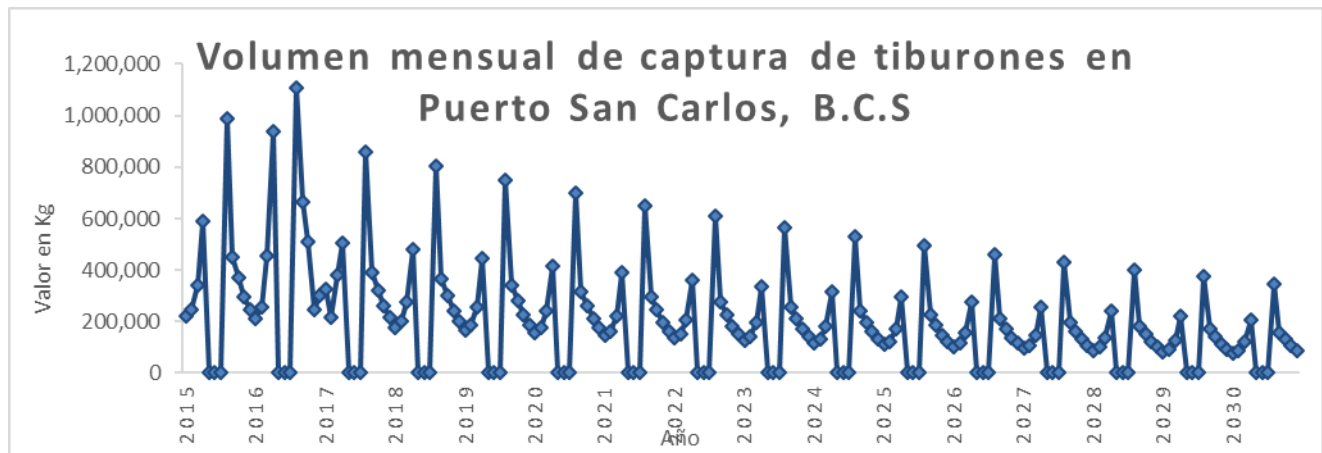


Figura 45. Proyección del volumen de captura de tiburón en Puerto San Carlos, B.C.S (Proyección a 2030 con Eviews 10)

En la *Figura 46* se observa la proyección de los datos de pesca, cabe resaltar que a partir del 2017 los datos presentan un decremento importante, esto podría deberse a que no se tienen datos de los meses de mayo a julio dado que en esos meses la pesca está prohibida por la veda impuesta por el gobierno.

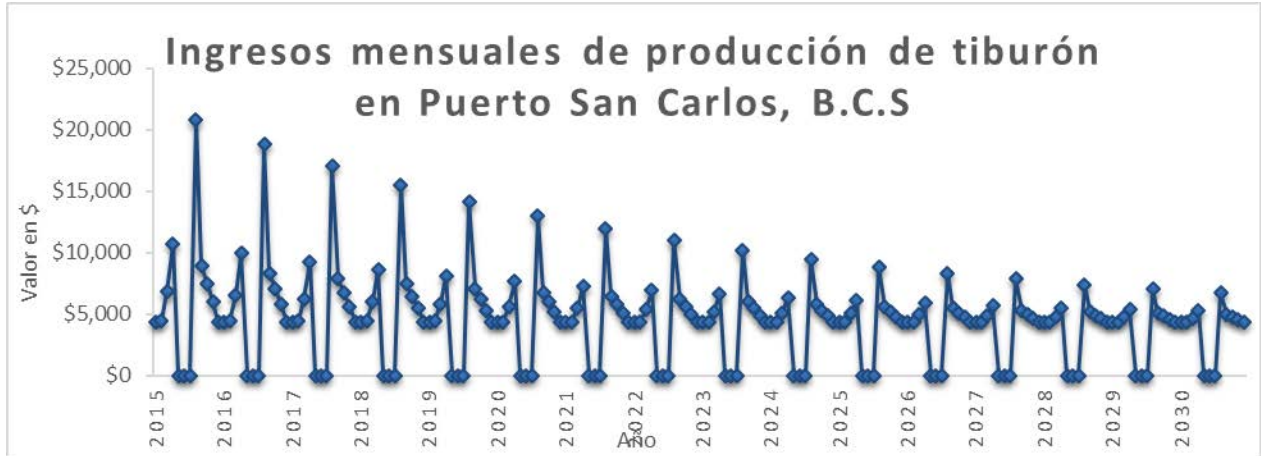


Figura 46. Proyección del valor en pesos de registro de producción de tiburón en Puerto San Carlos, B.C.S (Proyección a 2030 con Eviews 10)

Al comparar la proyección de los ingresos mensuales generados por la pesca y el turismo (Figura 47) podemos observar que la pesca compromete el recurso disponible y con el paso de los años existen menos tiburones y por ende menos ganancias de la pesca de estos; en contraste con el turismo, se mantiene casi constante con el paso del tiempo esto debido a que la proyección considera el comportamiento histórico de los datos, por lo que al promover la actividad la gráfica iría en aumento.

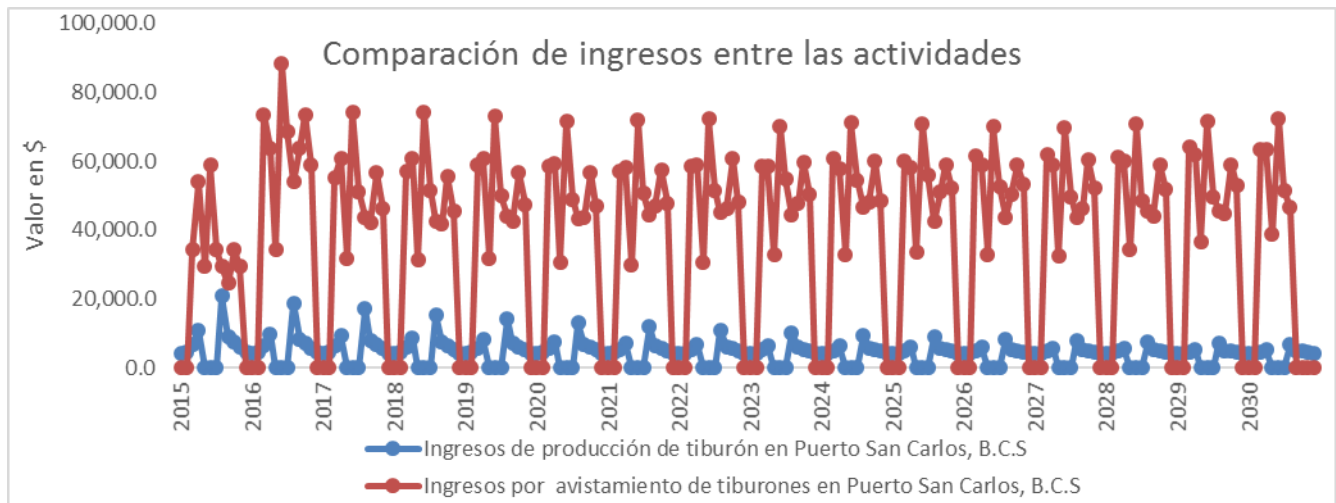


Figura 47. Comparación de la proyección de ingresos mensuales entre turismo y pesca (2015-2030)



5 Conclusiones

El nivel educativo en los sectores de interés tiene un fuerte impacto en la valoración y el aprovechamiento del tiburón como recurso, la legislación involucrada y los riesgos que conlleva un mal manejo de este recurso.

La disposición a pagar por la actividad es alta en comparación con la cantidad pagada para otras actividades de ecoturismo como la observación de ballenas y considerando el interés, el turismo con los tiburones podría convertirse en la principal actividad económica en Puerto San Carlos, además de representar una forma innovadora de promover la conservación de especies de tiburones.

Los beneficios por campaña en ambas actividades son similares; sin embargo, la pesca puede poner en peligro la supervivencia del tiburón ya que las prácticas actuales de pesca no son sostenibles.

El pago a los pescadores por el Kg de carne de tiburón es bajo comparado con la aleta de tiburón.

De las especies comerciales en el sitio, encontramos al Martillo, Mako y Azul que son de interés para el turismo lo cual genera un conflicto de intereses entre las actividades.

Las ganancias por campaña son similares, sin embargo, en el turismo al aumentar los asistentes la ganancia se cuadruplica y la actividad de vuelve rentable al contar con 5 asistentes mensuales.

El mal manejo pesquero del recurso provoca una disminución del stock disponible de tiburones (sobreexplotación) mientras que el turismo favorece la conservación de la especie y aumenta los ingresos.

El 88% de las muestras de carne de tiburón analizadas rebasan el límite de la NOM-242; estas muestras superan también los límites internacionales, por ello, es importante que esta carne no esté disponible para el consumo humano dada la cantidad de metilmercurio que contiene.

Es importante considerar el riesgo a la salud humana por consumo de carne contaminada con metilmercurio según el caso (hombre o mujer) y la etapa de desarrollo en que se encuentre ya que el riesgo no es constante durante todo el ciclo de vida de la población, es decir, son más vulnerables los niños, mujeres en edad fértil y los ancianos.

Para mejorar no solo la conservación del tiburón, sino también otras especies, es esencial aumentar el control y mejorar la regulación en el sector, así como proporcionar información y crear conciencia sobre la especie en riesgo, la importancia de las temporadas de pesca prohibidas, las diferencias entre las especies y las alternativas potenciales de vida, como el ecoturismo con especies de interés (por ejemplo, especies de tiburones).



Cuando se sustituye carne de pescado por tiburón, el riesgo a la salud sigue latente, ya que la caracterización del riesgo demostró que con solo el 30% de substitución hay riesgo tanto para hombres como para mujeres.

El ecoturismo con tiburones es una actividad más rentable para la población local y evita gastos importantes por daño a la salud humana, en comparación con la pesca de tiburones y promueve la conservación de estos.

6 Recomendaciones

Con el fin de mejorar no sólo la conservación de tiburones, sino también considerar otras especies, es esencial aumentar la vigilancia y mejorar la regulación en el sector pesquero, así como proporcionar información y crear conciencia sobre las especies en peligro, la importancia de las temporadas de veda, las diferencias entre especies y posibles alternativas de vida, como el ecoturismo con especies de interés (ej. especies de tiburones).

Es necesario generar información relevante sobre los movimientos, patrones de migración, comportamiento, etc., de las especies de tiburones que habitan el sitio para fomentar su protección y tener mejor información para la oferta turística.

Es igualmente importante contar con herramientas apropiadas de regulación y monitoreo para crear las condiciones adecuadas para un desarrollo sostenible en el área.

Para promover el ecoturismo con tiburones en Puerto San Carlos, es importante que las poblaciones locales participen, se les brinde el conocimiento apropiado y habilidades, porque de lo contrario habrá pocos beneficiarios de cambios actividades desde la pesca hasta el ecoturismo.

Con respecto a la pesca, es necesario tener un buen control estadístico de las especies que son aprovechadas para evitar la extracción de ejemplares que se consideran especies prioritarias en cuanto a su conservación, además de conocer los volúmenes exactos que se obtienen por especie y considerar si son adecuadas para no poner en riesgo la supervivencia de esta.

Se espera que al fomentar el ecoturismo con tiburones en la zona se minimice el impacto a las poblaciones de tiburones debido a la pesca y se fomente la conservación de otras especies como aves, mamíferos marinos, entre otros.

Es importante contar con un sistema de vigilancia y realizar un seguimiento respecto al consumo de carne de tiburón que contiene altos niveles de metilmercurio ya que esto representa un peligro a la salud de las personas. Además de informar al público de los riesgos para que de manera consiente limite el consumo de esta carne, es decir, menos consumo implica menor riesgo a la salud.



Por otra parte, es de vital importancia vigilar la sustitución de carne de tiburón en lugar de pescado para su venta en diversos centros de distribución de productos del mar, ya que con un porcentaje medio de sustitución (30%) se supera el riesgo a la salud por consumo de carne contaminada.

Bibliografía:

- Arreguín S.F. y E.H. Arcos. (2011). *La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas*. Hidrobiológica 21(3): 431-462.
- Amaro, S. R. R. (s/f). *Situación actual de la gestión pesquera del recurso tiburón en México*. Disponible en: http://www.mufm.fr/sites/mufm.univtoulouse.fr/files/ramirez-amaro_serpio.pdf
- Anzil F. (2018). *Cálculo del VAN y TIR con Excel*. Consultado el 20 de marzo de 2018. Disponible en: <https://www.zonaeconomica.com/excel/van-tir>
- Arana Z.M. (2009). *El caso del derrame de mercurio en Choropampa y los daños a la salud en la población rural expuesta*. Rev Peru Med Exp Salud Publica 26(1)
- Azqueta, D. (2002): *Introducción a la economía ambiental*, McGraw-Hill.
- Barbier, E., Acreman M: y K.R. Duncan. (1997). *Economic valuation of wetlands A guide for policy makers and planners* Convention Bureau Gland, Switzerland 1997
- Barrera C. y R. Bahamondes. (2012). *Turismo Sostenible: Importancia en el cuidado del medio ambiente*. Revista Interamericana de Ambiente y Turismo 8 (1)
- Barrera García Angélica María (2013). *Elementos traza e indicadores de estrés oxidativo en el Tiburón Azul (Prionace glauca) de la costa occidental de Baja California Sur, México*. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 98p.
- Benítez, H., López, G. y Rivera-Téllez, E. (Comps.). (2015). *Taller de Evaluación de Productividad, Susceptibilidad y Manejo de tiburones mexicanos listados en el Apéndice II de la CITES*. Informe de Resultados - Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D.F.
- Blank L. y A. Tarquin. (2006). *Ingeniería económica*. Editorial McGrawHill, México, 6ta Edición
- Bradley D, Papastamatiou Y.P & J.E. Caselle. (2017). *No persistent behavioural effects of SCUBA diving on reef sharks*. Marine Ecology Progress Series.
- Bureau of Chemical Safety. 2007. *Human Health Risk Assessment of Mercury in Fish and Health Benefits of Fish Consumption*. Health Canada
- Bornatowski, H., Braga, R. R. y Vitule, J. R. S. (2013). *Shark mislabeling threatens biodiversity*: Science, 340(6135), 923–923.
- Cárdenas Torres Andhra Nirari. (2006). *Valoración económica de la actividad recreativa con tiburón ballena y su relación con la calidad del hábitat en Bahía de los Ángeles, Baja California*. Tesis de Maestría en Ciencias en Oceanografía Costera: Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California. 66 p.
- Castro I.J. (2017). *The Origins and Rise of Shark Biology in the 20th Century*. Marine Fisheries Review. [dx.doi.org/10.7755/MFR.78.1-2.2](https://doi.org/10.7755/MFR.78.1-2.2)



Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC). (2013). Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación por metals: plomo, mercurio, arsénico y talio en el primer, Segundo y tercer niveles de atención. Secretaría de Salud.

Cheng J, Hight S. (2008). FDA U.S Food and Drug Administration. Recuperado de: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm205040.htm>

Cisneros MAM, Barnes MM, AlAbdulrazzak D, Navarro HE y US Rashid. (2013). *Global economic value of shark ecotourism: implications for conservation*. Oryx, DOI: 10.1017/S0030605312001718

CITES. (2008). *Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres*. Respuesta de la autoridad administrativa de México a la notificación a las partes No. 2007/033 sobre tiburones.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2016). *Listado de especies de tiburones presentes en México*. Consultado: 15/03/2017
Recuperado de: http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/animales/tiburones_rayas/pdf/List_a_de_Sp_de_tiburones_en_mexico.pdf

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) (2013). *Sistema de pago de derechos, aprovechamientos y productos "e5cinco"*. Consultado: 04/10/2017. Disponible en: <https://e5cinco.conapesca.gob.mx/index.php>

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) (2014). *Base de datos de producción anuario 2014*: Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) (2017). *Volumen en peso vivo de tiburón, Zona Puerto San Carlos 2015-2017*: Datos proporcionados por el Oceanólogo Francisco Ruben Baiza Serrano, Subdelegación de Pesca en B.C.S.

Córdoba, F. G. (2002). *El cuestionario: recomendaciones metodológicas para el diseño de cuestionarios*: Editorial Limusa.

Cutler Andrew Hall. (2001). *Protocolo de Desintoxicación de Mercurio*. PhD, PE 3006 230

De Brauwer M., Harvey E., McIlwain, J., Hobbs J., Jompa, J. y M. Burton. (2017). *The economic contribution of the muck dive industry to tourism in Southeast Asia*. Marine Policy. 83: pp. 92-99.

De Ferranti, D. M. (2002). *De los recursos naturales a la economía del conocimiento: comercio y calidad del empleo*. Washington, DC: Banco Mundial. Recuperado a partir de http://books.google.com/books?id=M_dFAAAAYAAJ

Del Moral-Flores LF, Morrone JJ, Alcocer J y GP Ponce de León. (2016). *Diversidad y afinidades biogeográficas de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) de México*: Revista de Biología Tropical (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 64 (4): 1469-1486

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2012). *Integración de los servicios ecosistémicos en la planificación del desarrollo: Un enfoque sistemático en pasos para profesionales basado en TEEB*: Departamento Medio Ambiente y Cambio Climático

Dent, F. y Clarke, S. (2015). *State of the global market for shark products*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 590. Rome, FAO. 187 pp.



Diario Oficial de la Federación (DOF). (2007^a). *Norma Oficial Mexicana Nom-064-Pesc-2006, Sobre Sistemas, Métodos Y Técnicas De Captura Prohibidos En La Pesca En Aguas De Jurisdicción Federal De Los Estados Unidos Mexicanos*. Recuperado a partir de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Publicaciones/CDs2011/CDPesca/pdf/PNM04.pdf>

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2007^b). *NORMA Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento*. Recuperado a partir de http://www.diariooficial.gvamundial.com.mx/historico/2007/Febrero/sagarpya14_1.pdf

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2011). *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Recuperado a partir de http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2011). *NOM-242-SSA1-2009. Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba*. Recuperado a partir de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5177531&fecha=10/02/2011

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2016). *NOM-009-SAG/PESC-2015 Épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos*. Recuperado a partir de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5425490&fecha=12/02/2016

Doadrio Villarejo Antonio L. (2004). *Ecotoxicología y acción toxicológica del mercurio*. Anal. Real Acad. Nac. Farm.

Dowdell, N. R., Andrade, R. E., Torres, N. C., González, A. Z., Haikin, A. V., Y C. G Reyes. (2003). *Propuesta De Programa De Manejo De Tiburón Ballena (Rhincodon Typus) Con Referencia Específica A Bahía De Los Ángeles, Baja California* (Documento para revisión).

Elika. (2005). *Mercurio en pescado*. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria.

Escobar Sánchez, O. (2011). *Bioacumulación y Biomagnificación de mercurio y selenio en peces pelágicos mayores de la Costa Occidental de Baja California Sur, México*. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Recuperado a partir de <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/16358>

Environmental Health Company. (2016). *EDTA Chelation with bio-chelat environmental defense*. Disponible en: <http://www.nissenmedica.com/>

Evans, J. (2003). *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. Instituto Nacional de Ecología.

Expedia (2016). *Nadar con tiburones en México*. Consultado: 18/03/15. Disponible en: <https://blog.expedia.mx/nadar-con-tiburones-en-mexico/>

Fernández Carrera Maribel. (2004). *Biología reproductiva del tiburón azul Prionace glauca (Linnaeus, 1758) en la costa occidental de baja california sur, México*. Tesis que para obtener el grado de: Maestro en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México.



Ferreira F.L., Durán B.R y M.A. Pallares. (2010). *El Mercurio como contaminante ambiental y agente neurotóxico*. Universidad de Vigo

Gaona Martínez Xavier. (2004). *El mercurio como contaminante global. Desarrollo de metodologías para su determinación en suelos contaminados y estrategias para la reducción en su liberación al medio ambiente*. Universidad autónoma de Barcelona departamento de química.

García, J. R., y Díaz, M. M. (2007). *Los indicadores de sostenibilidad en el turismo*. Revista de Economía, Sociedad, Turismo Y Medio Ambiente: RESTMA, 6, 27–62.

Geiling Natasha. (2014). *Save the Sharks by Swimming with Them. Ecotourism is helping promote shark conservation around the world—while also boosting local economies*. Smithsonian

GINmedia (2017). *Dónde nadar con tiburones en México de forma segura*. Consultado: 18/03/15. Disponible en: <https://www.dondeir.com/viajes/donde-nadar-tiburones-en-mexico-inofensivos/2017/02/>

Gobierno del estado de Baja California Sur (GBCS). (2015). *Baja California Sur: Información estratégica*. Secretaría de promoción y desarrollo económico, Dirección de informática y estadística. 52p.

Gobierno del Estado de Baja California Sur (GBCS). (2015). *Comondú: Información Estratégica*. Secretaria De Desarrollo Económico, Medio Ambiente Y Recursos Naturales Dirección De Informática Y Estadística. 31p.

Golubitsky M. y V. Guillemin (1974). *Stable Mappings and Their Singularities*. Graduate Texts in Mathematics 14, Springer-Verlag, USA.

González E.M, Bodas P.A, Martínez G.M.J., Trasobares I.E.M., Bermejo B.P., Ordóñez I.J.M., Llorente B.M.T., Prieto M.S., Guillén P.J.J., Martell C.N, Cuadrado C.M.A., Rubio H.M.A, Martínez A.J.R., Calvo M.E., Farré R.R, Herráiz M.M.A, Bretón L.I, García D.J.A., Sáinz M.M., Martínez A.T., Gallardo P.C., Moreno R.R., Salas S.J., Fuentes M.B, Arroyo F.M. y P.A. Calle. (2015). *Metilmercurio: Recomendaciones existentes; métodos de análisis e interpretación de resultados; evaluación económica*. Nutrición Hospitalaria. ISSN 0212-1611

Gutiérrez-Mejía E., M.L. Lares y O. Sosa-Nishizaki. (2009) *Mercury and Arsenic in Muscle and Liver of the Golden Cownose Ray, *Rhinoptera steindachneri*, Evermann and Jenkins, 1891, from the Upper Gulf of California, México*. Bull Environ Contam Toxicol

Haas R.A, Fedler T y E.J. Brooks. (2017). *The contemporary economic value of elasmobranchs in The Bahamas: Reaping the rewards of 25 years of stewardship and conservation*. Biological Conservation 207

Health Canada. (2007). *Human Health Risk Assessment of Mercury in Fish and Health Benefits of Fish Consumption*. Her Majesty the Queen in Right of Canada. ISBN: 978-0-662-47023-6



Hoyos-Padilla E.M., J.T Ketchum, A.P. Klimley y F. Galván-Magaña. (2014). *Ontogenetic migration of a female scalloped hammerhead shark Sphyrna lewini in the Gulf of California*. *Animal Biotelemetry* 2:17

Hylander D.L y M.E. Goodsite. (2006). *Environmental costs of mercury pollution*. ELSEVIER. Science of the Total Environment

Ibañez R. y I.R Villalobos. (2012). *Tipologías y antecedentes de la actividad turística: turismo tradicional y turismo alternativo*. Medio Ambiente y Política turística en México. Tomo 1: Ecología, diversidad y desarrollo turístico. Instituto Nacional de Ecología.

Instituto Nacional de Acuacultura y Pesca (INAPESCA). (2012). *Integración Y Asistencia Para La Concertación De Políticas Públicas Para La Pesquería De Tiburones Y Rayas Del Pacífico Mexicano*. Recuperado a partir de [http://www.archivos.produce.org.mx/AUDITORIA%20INAPESCA/E.3\)%20Productos%20Entregables/tiburones%20rayas/Ord_TiburonesyRayas.pdf](http://www.archivos.produce.org.mx/AUDITORIA%20INAPESCA/E.3)%20Productos%20Entregables/tiburones%20rayas/Ord_TiburonesyRayas.pdf)

Instituto Nacional de Acuacultura y Pesca (INAPESCA). (2016). *El aprovechamiento del tiburón en México*. Instituto Nacional de Acuacultura y Pesca. Recuperado de: <http://www.gob.mx/inapesca/articulos/el-tiburon>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2009). *Selección y muestreo de peces de alto consumo humano en México con objeto de determinar el contenido de mercurio (Hg)*. Primera etapa. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático 121p.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2010). *Selección y muestreo de peces de alto consumo humano en México con objeto de determinar el contenido de mercurio (Hg)*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Segunda etapa. 64p.

Ize, L.I, Zuuk M.y Rojas B.L. (2010). *Introducción al análisis de riesgos ambientales*. Segunda edición. SEMARNAT, INECC.

Klimley. A. Peter (2015). *Shark Trails of the Eastern Pacific*. American Scientist the magazine of Sigma Xi, The Scientific Research Society. Vol. 103

Kolstad, C. (2010). *Environmental Economics*. Oxford.

Liza Delgado Juan José. (2005). *El mercurio y su importancia en la nutrición*. Archivos de investigación Pediátrica de México 8(2)

Llop, S., Ibarlucea, J., Sunyer, J., y Ballester, F. (2013). *Estado actual sobre la exposición alimentaria al mercurio durante el embarazo y la infancia, y recomendaciones en salud pública*. Gaceta Sanitaria, 27(3), 273–278. <http://doi.org/10.1016/j.gaceta.2012.09.002>

Machín H.M.M y M.C. Vilardell. 2006. *Valoración económica de los recursos naturales: Perspectiva a través de los diferentes enfoques de mercado*. Futuros 13(IV)

Martínez L.J.L. (2016). *En México los tiburones valen más vivos que muertos*. Consultado: 18/03/15. Disponible en: https://www.vice.com/es_mx/article/bnedn5/nada-con-tiburones-para-salvarles-la-vida

Medina C, Aravena C y F Vásquez (2012). *Valoración económica de la conservación de tiburones en la Reserva Marina de Galápagos: Latin American and Caribbean Environmental Economics Program (LACEEP)*.



Mercury and fish consumption. (2006). *Stay Healthy, Stop mercury*.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and human well-being: Current state & trends assessment*. Washington, USA: Island Press.

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2003). *Metodologías para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales*. Grupo de análisis económico e investigación - Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial

Ministry of the Environment, Japan. s/f. *Lessons from Minamata Disease and Mercury Management in Japan*. Ministry of the Environment, Japan.

Montenegro, Ricardo (2007). *Valoración Económica de los Recursos Turísticos y Pesqueros del Parque Nacional Coiba*. Conservation Strategy Fund. Panamá.

Navia, A.F. (2013). *Función ecológica de tiburones y rayas en un ecosistema costero tropical del Pacífico colombiano*. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La paz B.C.S. 190 p.

Núñez N.G, Bautista O.J. & R.M. Rosiles. (1998). Concentración y distribución de mercurio en tejidos del cazón (*Rhizoprionodon terraenovae*) del Golfo de México. *Vet. Méx.* 29 (1)

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Organización de las Naciones Unidas. Consultado: 21/08/17 Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2001). *Orientaciones técnicas para la pesca responsable*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2014). *Contribución de la pesca y la acuicultura a la seguridad alimentaria y el ingreso familiar en Centroamérica*. Panamá.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Roma 222pp. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5555s.pdf>

Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). (2011). *Cooperación Técnica entre Brasil, Bolivia y Colombia: Teoría y Práctica para el Fortalecimiento de la Vigilancia de la Salud de Poblaciones Expuestas a Mercurio*. Organización Panamericana de la Salud

Ortega G.J.A., J.F. Tortajada, J.A.A. López, A.M. Macián, J.G. Castell, A.C. Cánovas, A.M. Ortí, E.I. Palacios, F.M. González y D.L. Ortega. (2003). *Hospitales sostenibles (II). Mercurio: exposición pediátrica. Efectos adversos en la salud humana y medidas preventivas*. *Revista Española de Pediatría* 59(3)

Ojeda Ruiz de la Peña, M. A., y M Ramírez Rodríguez. (2012). *Interacciones de pesquerías ribereñas en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur: Región y sociedad*, 24(53), 189–204.



Pearce, D. and Turner, R., (1995). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Harvester Wheatsheaf, The Johns Hopkins University, Baltimore

Raimann X, Rodríguez OL, Chávez P y C Torrejón. (2014). *Mercurio en pescados y su importancia en la salud*. Rev Med Chile 142: 1174-1180

Ribot Carballal María Constanza. (2003). *Edad y crecimiento del tiburón mako, Isurus oxyrinchus (rafinesque, 1810), capturado en la costa occidental de Baja California Sur, México*. Tesis de Maestría en Ciencias con especialidad en manejo de recursos marinos: Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur.

Reyes Victoria, J.G. (1996). *Cálculo Diferencial para las Ciencias naturales*, Trillas, México

Reyes Y.C., Vergara I., Torres O.E., Díaz L.M. y E.E. González. (2016). *Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria*. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, Sogamoso-Boyacá. Colombia. ISSN Impreso 1900-771X

Rodríguez Montoya Martha Catalina. (S/f). *El mercurio y sus riesgos*. Observatorio de la Seguridad Alimentaria. Universidad Autónoma de Barcelona

Saldaña R.L.E, Sosa N.O y D. Cartamilb. (2017). *Historical reconstruction of Gulf of California shark fishery landings and species composition, 1939–2014, in a data-poor fishery context*. Fisheries Research 195 (116–129)

Santana, R., Izaba, B. S., Vázquez, M. R. P., y Ibarra, A. M. A. (2013). *Aporte económico del ecoturismo a las estrategias de vida de grupos domésticos de la Península de Yucatán, México*. Pasos: Revista de Turismo Y Patrimonio Cultural, 11(1), 185–204.

Schweitzer, J., (1990). *Economics, Conservation and Development: a Perspective from USAID*. In: Vicent, J.; Crawford, E. and Hoehn, J. (eds). Valuing Environmental Benefits in Developing Countries: Proceedings. East Lansing, Michigan State University.

Secretaría de Turismo (SECTUR). (2015). *Compendio Estadístico del Turismo en México 2015*. Subsecretaría de Planeación y Política Turística, Dirección General de Integración de Información Sectorial. 10p.

Secretaría de Marina (SEMAR). (s/f). *Puerto San Carlos, BCS*. Consultado el 4/Julio/2016. Disponible en: <http://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioSancarlos.pdf>

Serra V.J, Malky A y J Reid (2012). *Costos y beneficios del proyecto hidroeléctrico del río Inambari: Conservación estratégica*. Recuperado de: http://conservation-strategy.org/sites/default/files/field-file/ACB_INAMBARI_FINAL_abril2012_0.pdf

Skomal G. B., E. M. Hoyos-Padilla, A. Kukulya y R. Stokey. (2015). *Subsurface observations of white shark Carcharodon carcharias predatory behaviour using an autonomous underwater vehicle*. Journal of Fish Biology 87, 1293–1312.

SNIEGT, (2018). *Portal del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica de Turismo*. Disponible en: http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF/ITxEF_BCS.aspx



Smith W.D., Bizarro J.J y G.M. Caillet. 2009. *La pesca artesanal de elasmobranchios en la costa oriental de Baja California, México: Características y consideraciones de manejo*. Ciencias Marinas

Sue YJ. (2015). Mercury. In: Hoffman RS, Howland MA, Lewin NA, Nelson LS, Goldfrank LR, eds. *Goldfrank's Toxicologic Emergencies*. 10th ed. New York, NY: McGraw Hill-Medical; cap 98.

Theobald JL y MB Mycyk. (2018). Iron and heavy metals. In: Walls RM, Hockberger RS, Gausche-Hill M, eds. *Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*. 9th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; cap 151.

Torres, M., Paz, K., y F Salazar. (2006). *Tamaño de una muestra para una investigación de mercado*. Universidad Rafael Landívar: Boletín electrónico [en línea]. [consultado 6.04. 2015] Disponible en: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf. Recuperado a partir de http://www.criminologia.org.es/aportaciones/tercero_cri/muestreo.pdf

Trasande L., Landrigan J.P. y C. Schechter. (2005). *Public Health and Economic Consequences of Methyl Mercury Toxicity to the Developing Brain*. Environmental Health Perspectives

United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC) (Comps.) (2014). *Checklist of CITES species*. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland, and UNEP-WCMC, Cambridge, United Kingdom. 1268pp.

U.S., Department of Health and Human Services (1995). *Evaluación de residuos peligrosos en la salud por exposición a residuos peligrosos*. Agency Toxicology Substance and Disease Metepc, Puebla. [Documento en electrónico] Elaborado: 12 de 06 de 1995. Obtenido de: <http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc11119/doc11119.htm>

USEPA, (2001). *Water quality criterion for the protection human health: methylmercury. EPA-823-R-01-001*. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Water. Washington, DC.

USFDA, (2017). *CPG Sec. 540.600 Fish, Shellfish, Crustaceans and other Aquatic Animals - Fresh, Frozen or Processed - Methyl Mercury*. Disponible en: <https://www.fda.gov/ICECI/ComplianceManuals/CompliancePolicyGuidanceManual/ucm074510.htm>

USFDA (2017). *Preguntas y respuestas: Consejos sobre el consumo de pescado*. Consultado: 28/04/16. Disponible en:

<https://www.fda.gov/downloads/Food/ResourcesForYou/Consumers/UCM537166.pdf>

ValuES. (s/f). *Methods for integrating ecosystem services into policy, planning and practice*. Obtenido de www.aboutvalues.net Consultado 15/02/17.

Van Damme, P.A., F.M. Carvajal-Vallejos y J. Molina Carpio (2011). *Los peces y delfines de la Amazonía boliviana: hábitats, potencialidades y amenazas*. Edit. INIA, Cochabamba, Bolivia. 490p

Velez Álvarez Marcela. (2009). *Indicadores de estrés oxidativo relacionados con la presencia de elementos traza (Plomo, Cadmio, Mercurio y Arsénico), en diferentes tejidos de Tiburón Mako (Isurus oxyrinchus)*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. 86p.



Vianna GMS, Meekan MG, Pannell D, Marsh S y J Meeuwig. (2010). Wanted Dead or Alive? The relative value of reef sharks as a fishery and an ecotourism asset in Palau. Australian Institute of Marine Science and University of Western Australia, Perth.

Vianna GMS, JJ Meeuwig, D Pannell, H Sykes y MG Meekan. (2011). *The socio-economic value of the shark-diving industry in Fiji*. Australian Institute of Marine Science. University of Western Australia. Perth. 26pp.

Yarto M, Gavilán A. y J. Castro. (2004). *La contaminación por mercurio en México* Gaceta Ecológica. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Distrito Federal, México



ANEXO 1

Cuestionarios por sector de interés



Pescadores:

I. Datos socioeconomicos del entrevistado

1. ¿Cuál es su nombre y edad?
2. ¿Cuál es su nivel de estudios?
3. ¿Cuál es su nivel de ingresos promedio?
4. ¿Cuántas personas dependen de ese ingreso?

II. Pesca del tiburón y las principales especies que están siendo explotadas

5. ¿Qué pesca? ¿y en dónde?
6. ¿Cuál es la profundidad a la que pesca?
7. ¿Cuál es su área de pesca (km o km²)?
8. ¿Cuánto dura cada campaña de pesca y cuántas veces sale al mes?
9. En el caso de los tiburones, ¿qué especies principalmente pesca?
10. ¿Cuál es la cantidad que pesca al día (en kg o en número de individuos) y de qué tipo de especies?
11. ¿Cuentan con muelle para desembarcar su producto y en qué condiciones está?
12. ¿Existe algún centro de acopio del producto o a quién se lo vende y porqué?
13. ¿En dónde comercializa lo que pesca (lo vende a nivel local o estatal)? ¿Sabe si se exporta?
14. ¿Qué especie principalmente se comercializa, hay alguna preferencia por los compradores?

III. Ingresos por la actividad

15. ¿Cuántos días a la semana trabaja?
16. ¿Es usted dueño de su lancha, la renta o trabaja para alguien más?
17. ¿Cuenta con contrato firmado o sólo es de palabra?
18. ¿Cuántas personas trabajan para usted o con usted? ¿Cuánto le paga a esas personas?
19. ¿Son parte de alguna cooperativa, asociación o pesca individual?
20. ¿Cómo vende las especies que pesca: por tiburón o por kg? ¿A qué precio vende cada tiburón o cada kg?
21. ¿Son diferentes estos precios por tipo de especie?
22. ¿En que temporada la pesca es mejor y recibe más ganancias?
23. ¿Cuenta con permiso? Sino, ¿qué obstáculos identifica para obtenerlo?

IV. Limitaciones

24. ¿Existe algún programa o ley que no le permita pescar en alguna temporada del año?
25. ¿Los pescadores cumplen con estas disposiciones de no pescar en dicha temporada? ¿y por qué?
26. Si ¿A que se dedica durante ese tiempo que no puede pescar?
27. ¿Ha notado que el número de tiburones en la zona ha disminuido? ¿qué especies en particular?
28. ¿Considera que los tiburones podrían estar en riesgo por la sobrepesca?
29. ¿A qué actividad se dedicaría si ya no pudiera pescar dado que se agotaron los tiburones?
30. ¿Existe reglas o acuerdos que debe seguir con respecto a lo que pesca y cuánto se extrae? ¿Quién define estas reglas: las autoridades o la propia comunidad?

V. Gastos y consumo:

31. ¿Cuánto gasta de gasolina para llegar a su zona de pesca?
32. ¿Cuánto gasta en el cebo o carnada?
33. ¿Cuánto gasta en el mantenimiento de la embarcación?
34. ¿Cuánto gasta en el alimento para la tripulación?
35. ¿Entre cuántos se divide la ganancia?
36. Resultado de la pesca, aproximadamente ¿cuál es su nivel de ingresos finales (o ganancias), restando los gastos que tiene?
37. ¿Qué porcentaje de lo que pesca lo destina a su propio consumo?
38. ¿Consumen su familia carne de tiburón? ¿Con qué frecuencia?
39. ¿Alguna vez se han enfermado por comer carne de tiburón o algún tipo de pescado?
40. ¿Qué malestares presentaba? ¿Cuánto tiempo duró el malestar?
41. ¿El malestar le impidió trabajar? ¿Cuántos días?
42. ¿Aproximadamente cuánto gastó en medicamentos?
43. ¿Aproximadamente cuánto gastó en las consultas médicas?
44. ¿Cuenta con servicio médico proporcionado por alguna institución pública?

VI. Interés en la actividad ecoturística

45. ¿Ha identificado alguna fuente de contaminación, que pudiera estar afectando a los tiburones? ¿Cuáles?
46. ¿Estaría usted dispuesto a formar alguna cooperativa en donde en lugar de pescar se dedicará a actividades de turismo para el avistamiento de tiburones?
47. ¿Cuánto estaría usted dispuesto a recibir de ingresos para dejar de pescar y dedicarse a actividades de turismo para el avistamiento de tiburones?
48. ¿Estaría dispuesto a recibir capacitación para realizar este tipo de actividades?
49. ¿Consideraría que esta actividad pudiera ser una alternativa viable para mantener a su familia?



Vendedores de pescado:

I. Datos socioeconomicos del entrevistado

1. ¿Cuál es su nombre y edad?
2. ¿Cuál es su nivel de estudios?
3. ¿Cuál es su nivel de ingresos promedio?
4. ¿Cuántas personas dependen de ese ingreso?

II. Venta de carne de tiburón y las principales especies que están siendo explotadas

5. ¿Vende carne de tiburón? ¿De qué especies?
6. ¿Sabe si lo que vende es para consumo local, nacional o si se exporta?

III. Ingresos por la actividad

7. ¿Cuántos días a la semana trabaja?
8. ¿Trabaja por su cuenta o para alguien? Si trabaja por su cuenta, ¿cuántos empleados tiene?
9. ¿Cuál es la cantidad que vende al día por número de tiburones o por kg y de qué especies?
10. ¿En cuánto vende cada tiburón o cada kg?
11. ¿Son diferentes estos precios por tipo de especie?
12. ¿En cuánto lo compra?
13. ¿Qué especie principalmente se comercializa, hay alguna preferencia por los compradores?
14. ¿En que temporada la venta de carne de tiburón es mejor y se tienen mayores ganancias?
15. ¿Hay alguna temporada en donde no haya suficiente tiburón para vender? ¿Cuándo?

IV. Limitaciones

16. ¿Existe algún programa o ley que no le permita vender carne de tiburón en alguna temporada del año?
17. Si ¿A que se dedica durante ese tiempo?
18. ¿Considera que los tiburones podrían estar en riesgo por la sobrepesca?
19. ¿A que se dedicaría si los tiburones se agotaran? ¿Qué otras especies vendería?

V. Gastos y consumo:

20. ¿Cuánto gasta en gasolina para transportar el tiburón para venderlo?
21. ¿Cuántas personas dependen de su ingreso?
22. ¿Consumen en su familia carne de tiburón? ¿Con qué frecuencia?
23. ¿Alguna vez se han enfermado por comer carne de tiburón o algún tipo de pescado?
24. ¿Qué malestares presentaba? ¿Cuánto tiempo duró el malestar?
25. ¿El malestar le impidió trabajar? ¿Cuántos días?
26. ¿Aproximadamente cuánto gastó en medicamentos?
27. ¿Aproximadamente cuánto gastó en las consultas médicas?
28. ¿Cuenta con servicio médico proporcionado por alguna institución pública? a. IMSS b. ISSTE c. Seguro Popular d. Otro

VI. Interés en la actividad ecoturística

29. ¿Ha identificado alguna fuente de contaminación, que pudiera estar afectando a los tiburones? ¿Cuáles?
30. ¿Estaría interesado en realizar nado con tiburones?
31. ¿Qué especies le gustaría ver o nadar con ellas?
32. ¿En qué temporada le gustaría realizar esta actividad?
33. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por nadar con tiburones?
 - a. Menos de \$1,000
 - b. \$1,000 a \$2,000
 - c. \$2,000 a \$3,000
 - d. \$3,000 a \$4,000
 - e. Más de \$4,000
34. ¿Qué tipo de información le gustaría recibir para conocer esta actividad?
35. ¿El nado con tiburones sería una actividad que promovería? ¿Si/no y por qué?
36. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por nadar con tiburones?
37. ¿Ha realizado avistamiento de ballenas? ¿Cuánto pagó?
38. ¿Cómo se enteró de esta actividad?
39. ¿Tiene algún comentario adicional?



Turistas:

I. Datos socioeconomicos del entrevistado:

1. ¿Cuál es su nombre, edad y ocupación?
2. ¿Cuál es su nivel de estudios? ¿A qué se dedica?
3. ¿Cuál es su nivel de ingresos?
 - a. <5,000
 - b. 5,000 a 10,000
 - c. 10,000 a 20,000
 - d. >20,000
4. ¿De dónde viene?

II. Interés en la actividad ecoturística:

5. ¿Cuál es el principal atractivo que llamó su atención para venir?
6. ¿Cuántas personas viajan con usted? ¿Cuántos días se quedará en la zona?
7. ¿Qué actividades turísticas realizarán o planean realizar?
8. ¿Aproximadamente cuánto están gastando en estas actividades?
 - a. Menos de 5,000
 - b. 5,000 a 10,000
 - c. 10,000 a 15,000
 - d. 15,000 a 20,000
 - e. Más de 20,000
9. ¿Estaría interesado en realizar nado con tiburones?
10. ¿Qué especies le gustaría ver o nadar con ellas?
11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por nadar con tiburones?
 - a. Menos de \$1,000
 - b. \$1,000 a \$2,000
 - c. \$2000 a \$3,000
 - d. \$3,000 a \$4,000
 - e. Más de \$4,000
12. ¿Entre las actividades que realizará, está considerando el avistamiento de ballenas?
13. ¿Cuánto pago por persona por realizar esta actividad? ¿Cómo se enteró de esta actividad?
14. ¿Qué tipo de información le gustaría recibir para conocer esta actividad de nado con tiburones?
15. ¿El nado con tiburones sería una actividad que promovería? ¿Si/no y por qué?

III. Gastos y consumo:

16. ¿Consumen su familia carne de tiburón? ¿Con qué frecuencia?
17. ¿Alguna vez se han enfermado por comer carne de tiburón o algún tipo de pescado?
18. ¿Qué malestares presentaba? ¿Cuánto tiempo duró el malestar?
19. ¿El malestar le impidió trabajar? ¿Cuántos días?
20. ¿Aproximadamente cuánto gastó en medicamentos?
21. ¿Aproximadamente cuánto gastó en las consultas médicas?
22. ¿Cuenta con servicio médico proporcionado por alguna institución pública?

IV. Opinión del estado actual de los tiburones:

23. ¿Considera que los tiburones podrían estar en riesgo por la sobrepesca?
24. ¿Ha identificado alguna fuente de contaminación, que pudiera estar afectando a los tiburones?
¿Cuáles?
25. ¿Tiene algún comentario adicional?



Hoteleros:

I. Datos socioeconomicos del entrevistado

1. ¿Cuál es su nombre y edad?
2. ¿Cuál es su nivel de estudios?

II. Ingresos

3. ¿Cuál es el porcentaje de ocupación del hotel normalmente?
4. ¿Cuándo es la temporada alta y su porcentaje de ocupación? ¿Y cuándo la baja?
5. ¿De dónde vienen las personas que se hospedan (son locales, del interior de la república o extranjeros y de qué países) y qué actividades realizan normalmente?
6. ¿Cuántos trabajadores tienen contratados?

III. Interés en la actividad ecoturística:

7. ¿Trabajan en coordinación con alguna asociación/empresa para ofrecer actividades de ecoturismo?
8. ¿Están ofreciendo en su hotel la opción de nado con tiburones?
9. ¿Han estado interesados en esta actividad sus huéspedes?
10. ¿Estaría interesado en realizar nado con tiburones u ofrecerlo a sus clientes?
11. ¿Qué especies le gustaría ver o nadar con ellas?
12. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por nadar con tiburones?
13. ¿Qué tipo de información le gustaría recibir para conocer esta actividad?
14. ¿El nado con tiburones sería una actividad que promovería? ¿Si/no y por qué?
15. ¿Su hotel ofrece como atractivo turístico el avistamiento de ballenas?
16. ¿Cuál es el monto que cobran por persona por realizar esta actividad?

IV. Consumo:

17. ¿Consumen su familia carne de tiburón? ¿Con qué frecuencia?
18. ¿Alguna vez se han enfermado por comer carne de tiburón o algún tipo de pescado?
19. ¿Qué malestares presentaba? ¿Cuánto tiempo duró el malestar?
20. ¿El malestar le impidió trabajar? ¿Cuántos días?
21. ¿Aproximadamente cuánto gastó en medicamentos?
22. ¿Aproximadamente cuánto gastó en las consultas médicas?
23. ¿Cuenta con servicio médico proporcionado por alguna institución pública?
 - a. IMSS
 - b. ISSSTE
 - c. Seguro Popular
 - d. Otro

V. Opinión del estado actual de los tiburones:

24. ¿Considera que los tiburones podrían estar en riesgo por la sobrepesca?
25. ¿Ha identificado alguna fuente de contaminación, que pudiera estar afectando a los tiburones?
¿Cuáles?
26. ¿Tiene algún comentario adicional?



Restaurantes:

I. Datos socioeconomicos del entrevistado

1. ¿Cuál es su nombre y edad?
2. ¿Cuál es su nivel de estudios?
3. ¿Cuál es su promedio de ingresos mensual?
4. ¿Cuántas personas dependen de ese ingreso?

II: Ingresos:

5. ¿Cuántas personas vienen a consumir normalmente a su restaurante?
6. ¿Sus comensales principales locales, nacionales o extranjeros?
7. ¿Cuándo es la temporada alta y cuando la baja?
8. ¿Ofrecen carne de tiburón? ¿De qué especie?
9. ¿En dónde compran la carne de tiburón?
10. ¿Con qué frecuencia elaboran estos platillos?
11. ¿En cuánto venden un platillo con carne de tiburón y cuánta carne lleva (kg)?

III. Gastos y consumo:

12. ¿Cuánto paga por cada tiburón o cada kg?
13. ¿Alguna vez alguien se ha enfermado por comer carne de tiburón o algún tipo de pescado en su familia?
14. ¿Consumen su familia carne de tiburón? ¿Con qué frecuencia?
15. ¿Alguna vez se han enfermado por comer carne de tiburón o algún tipo de pescado?
16. ¿Qué malestares presentaba? ¿Cuánto tiempo duró el malestar?
17. ¿El malestar le impidió trabajar? ¿Cuántos días?
18. ¿Aproximadamente cuánto gastó en medicamentos?
19. ¿Aproximadamente cuánto gastó en las consultas médicas?
20. ¿Cuenta con servicio médico proporcionado por alguna institución pública?
a. IMSS b. ISSSTE c. Seguro Popular d. Otro

IV. Interés en la actividad ecoturística

21. ¿Ha identificado alguna fuente de contaminación, que pudiera estar afectando a los tiburones?
¿Cuáles?
22. ¿Considera que los tiburones podrían estar en riesgo por la sobrepesca?
23. ¿Estaría interesado en realizar nado con tiburones u ofrecerlo a sus clientes?
24. ¿Qué especies le gustaría ver o nadar con ellas?
25. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por nadar con tiburones?
A, Menos de \$1,000 b. \$1,001 a \$2,000 c. 2,001 a \$3,000 d. \$3,001 a 4,000 e. Más de \$4,000
26. ¿Qué tipo de información le gustaría recibir para conocer esta actividad?
27. ¿El nado con tiburones sería una actividad que promovería? ¿Si/no y por qué?
28. ¿Ha realizado avistamiento de ballenas? ¿Cuánto pagó?
29. ¿Cómo se enteró de esta actividad?
30. ¿Tiene algún comentario adicional?



ONG Pelagiclife:

I. Datos socioeconomicos del entrevistado:

1. ¿Cuál es su nombre y edad?
2. ¿Cuál es su nivel de estudios?
3. ¿A qué se dedica dentro de la ONG?

II. Ingresos:

4. ¿Colabora con otras ONG's en la zona para realizar expediciones para nado con tiburones?
5. ¿cuánto cobran por expedición?
6. ¿Cuántos turistas se incluyen a cada expedición?
7. ¿De dónde vienen los turistas?
8. ¿Cuántas expediciones realizan al año?
9. ¿Con que periodicidad?
10. ¿Cuántos días dura cada expedición?
11. ¿Cuánto dinero están generando de la actividad por día?
12. ¿Han realizado avistamiento de ballenas?

III. Gastos:

13. ¿Cuánto gastan por día en los insumos necesarios para la actividad?
14. ¿Cuál es la población beneficiada económicamente por la actividad?
15. ¿A qué se dedican cuando no hay expediciones?
16. ¿En el tiempo que llevan, se ha incrementado el número de visitantes interesados en esta actividad?
17. ¿Existen talleres de sensibilización para la gente del puerto y/o los turistas?
18. ¿Considera que los tiburones podrían estar en riesgo por la sobrepesca?

IV. Opinión del estado actual de los tiburones:

19. ¿Han identificado que el número de tiburones se ha reducido y de qué especies?
20. ¿Ha identificado alguna fuente de contaminación, que pudiera estar afectando a los tiburones?
¿Cuáles?
21. ¿Consumen su familia carne de tiburón? ¿Con qué frecuencia?
22. ¿Alguna vez se han enfermado por comer carne de tiburón o algún tipo de pescado?
23. ¿Qué malestares presentaba? ¿Cuánto tiempo duró el malestar?
24. ¿El malestar le impidió trabajar? ¿Cuántos días?
25. ¿Aproximadamente cuánto gastó en medicamentos?
26. ¿Aproximadamente cuánto gastó en las consultas médicas?
26. ¿Cuenta con servicio médico proporcionado por alguna institución pública?
27. ¿Tiene algún comentario adicional?



Prestadores de servicios:

I. Datos socioeconomicos del entrevistado

1. ¿Cuál es su nombre y edad?
2. ¿Cuál es su nivel de estudios?
3. ¿A qué se dedica?
4. ¿Cuántas personas dependen de su ingreso?

II. Interés en la actividad ecoturística:

5. ¿Cuál es la dinámica de la actividad?
6. ¿Qué pesca? ¿y en dónde?
7. ¿Estaría interesado en realizar nado con tiburones?
8. ¿Qué especies le gustaría ver o nadar con ellas? Blanco, martillo, mako
9. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por nadar con tiburones? Más de \$4000
10. ¿Ha realizado avistamiento de ballenas? Si
11. ¿Cuánto pago por persona por realizar esta actividad? \$3,000
12. ¿Cómo se enteró de esta actividad? -
13. ¿Qué tipo de información le gustaría recibir para conocer esta actividad de nado con tiburones? Redes sociales
14. ¿El nado con tiburones sería una actividad que promovería? ¿Si/no y por qué? Si

III. Ingresos por la actividad

15. ¿Cuántos días a la semana trabaja?
16. ¿Es usted dueño de su lancha, la renta o trabaja para alguien más?
17. ¿Son diferentes los precios por actividad?
18. ¿Que temporada es mejor y recibe más ganancias?

IV. Limitaciones

19. ¿Existe algún programa o ley que no le permita pescar en alguna temporada del año?
20. ¿Cuenta con permiso? ¿Cada cuando debe renovarlo?
21. ¿Considera que los tiburones podrían estar en riesgo por la sobrepesca?
22. ¿Existe reglas o acuerdos que debe seguir con respecto a lo que pesca y cuánto se extrae? ¿Quién define estas reglas: las autoridades o la propia comunidad?

V. Gastos y consumo:

23. ¿Cuánto gasta de gasolina para llegar a su zona de pesca?
24. ¿Consumen su familia carne de tiburón? ¿Con qué frecuencia?
25. ¿Alguna vez se han enfermado por comer carne de tiburón o algún tipo de pescado?
26. ¿Qué malestares presentaba? ¿Cuánto tiempo duró el malestar?
27. ¿El malestar le impidió trabajar? ¿Cuántos días?
28. ¿Aproximadamente cuánto gastó en medicamentos?
29. ¿Aproximadamente cuánto gastó en las consultas médicas?
30. ¿Cuenta con servicio médico proporcionado por alguna institución pública?

VI. Estado actual de los tiburones:

31. ¿Ha identificado alguna fuente de contaminación, que pudiera estar afectando a los tiburones? ¿Cuáles?
32. ¿Tiene algún comentario adicional?



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00042

Matrícula: 2161801423

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL TIBURÓN COMO RECURSO PESQUERO Y ECOTURÍSTICO EN PUERTO SAN CARLOS, BAJA CALIFORNIA SUR

En la Ciudad de México, se presentaron a las 10:00 horas del día 18 del mes de junio del año 2018 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. JOSE GUADALUPE REYES VICTORIA
M. EN C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ CORDERO
M. EN C. LAURA ELISA QUIROZ ROSAS

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaria la última, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS (ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE)

DE: YESSICA MIRIAM PLATA ZEPEDA

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

Aprobar

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.



YESSICA MIRIAM PLATA ZEPEDA
ALUMNA

REVISÓ

LIC. JULIO CESAR DE LARA ISASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBI

DR. JESUS ALBERTO OCHOA TAPIA

PRESIDENTE

DR. JOSE GUADALUPE REYES VICTORIA

VOCAL

M. EN C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ
CORDERO

SECRETARIA

M. EN C. LAURA ELISA QUIROZ ROSAS