UNIVERSIDAD DE VALPARAISO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
Y DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE BIOLOGIA MARINA

"Respuestas conductuales de la ballena fin *(Balaenoptera physalus)* frente a la actividad de turismo de avistamiento de cetáceos (whale-watching) en Isla Chañaral, norte de Chile"

TESIS

Fernanda Barilari Alvarez

2018

Reg 103.560
M
B252r
2018

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Y DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA

"Respuestas conductuales de la ballena fin (*Balaenoptera physalus*) frente a la actividad de turismo de avistamiento de cetáceos (whale-watching) en Isla Chañaral, norte de Chile"

TESIS

FERNANDA BARILARI ÁLVAREZ

2018

FERNANDA BARILARI ÁLVAREZ

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título profesional de Biólogo Marino

COMISIÓN DE TÍTULO

Dra. María José Pérez Álvarez

Director de Tesis

Universidad de Chile

Dra. Maritza Sepúlveda Martínez

Miembro de la Comisión

Universidad de Valparaíso

Prof. Pablo Muñoz Salazar

Miembro de la Comisión

Universidad de Valparaíso

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS i

AGRADECIMIENTOS iv

ÍNDICE DE TABLAS v

ÍNDICE DE FIGURAS vi

RESUMEN viii

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1. Turismo de observación de vida silvestre 1

1.2. Turismo de avistamiento de cetáceos y sus principales efectos conductuales 3

1.3. Turismo de avistamiento de cetáceos en Chile 5

1.4. Sujeto de estudio 7

2. HIPÓTESIS 10

3. OBJETIVOS 11

3.1. Objetivo general 11

3.2. Objetivos específicos y predicciones 11

4. METODOLOGÍA 13

4.1. Área de estudio 13

4.2. Período de estudio y registro de información 14

4.3. Identificación y registro de comportamientos de los cetáceos 16

4.3.1. Seguimiento con teodolito 18

4.4. Definición de las variables conductuales 20

4.5. Análisis de datos 23

4.5.1. Análisis estadístico 24

5. RESULTADOS 26

5.1. Esfuerzo 26

5.2. Etograma y descripción de comportamientos observados 26

5.3. Duración de los comportamientos 33

5.4. Respuestas conductuales frente al turismo de avistamiento. 34

5.4.1. Tiempo en superficie de la ballena fin 34

5.4.2. Tiempo de buceo de la ballena fin 35

5.4.3. Velocidad de nado de la ballena fin 37

5.4.4. Índice de reorientación de la ballena fin 38

5.4.5. Índice de linealidad de la ballena fin 39

6. DISCUSIÓN 42

6.1. Construcción del etograma 42

6.2. Comportamiento de la ballena fin, con y sin turismo de *whale-watching* 44

6.2.1. Duración de los estados conductuales 44

6.2.2. Variables conductuales en presencia *whale-watching* 45

6.3. Implicancias para la conservación 49

6.4. Dificultades y futuros estudios 50

7. CONCLUSIONES 53

8. LITERATURA CITADA 55

9. ANEXOS 73

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias a todas las personas maravillosas que me rodean, sepan que sin ustedes este proceso hubiese sido aún más difícil y que por ustedes mi vida es mucho más feliz.

Gracias de todo corazón mamá, Marisol, por el apoyo incondicional que me has brindado a lo largo de la vida, has estado en los momentos de felicidad y de tristeza, y este momento de felicidad te lo dedico en especial a ti. Gracias papá, Andrés, por tu apoyo durante este proceso, y amor sincero e incondicional. Los amo.

A mi pareja, David, gracias por tu apoyo, por tu empuje, por tu paciencia y principalmente por tu amor infinito. De entre las muchísimas cosas que me entregó mi paso por Montemar, haberte conocido es una de las mejores. Te amo.

A mis amigas geniales Lauri, Negri, Cris, Pame, Tiare y Vale por estar siempre presentes. Ya son muchos años de amistad, una que ha estado llena de felicidad, fiestas, compañerismo, confidencias y apoyo. Siempre estaré agradecida por haberlas conocido.

Mil gracias a mi profesora guía, Dra. María José Pérez, por su paciencia infinita al ayudarme con esta tesis y por su apoyo constante durante este largo proceso. También a la profesora Dra. Maritza Sepúlveda por darme la oportunidad de acercarme al maravilloso mundo que son los cetáceos.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etograma que considera estados y eventos identificados para la ballena fin en la RMIC. 27

Tabla 2. Análisis de Mann-Whitney de las cinco variables conductuales entre los diferentes estados..... 30

Tabla 3. Variación del tiempo en superficie (min) de la ballena fin en cada estado, entre ambas temporadas de turismo..... 34

Tabla 4. Variación del tiempo de buceo (min) de la ballena fin en cada estado, entre ambas temporadas de turismo. 36

Tabla 5. Variación de la velocidad de nado (km/h) de la ballena fin en cada estado, entre ambas temporadas de turismo..... 37

Tabla 6. Variación del índice de reorientación (°/min) de la ballena fin en cada estado, entre ambas temporadas de turismo..... 38

Tabla 7. Variación del índice de linealidad de la ballena fin en cada estado, entre ambas temporadas de turismo. 40

Tabla 8. Resumen de resultados por evento conductual en los tres estados conductuales de la ballena finpara la temporada alta de turismo (febrero) 41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Patrón de coloración de la ballena fin. (Fotografía de Guido Pavez D.).....8

Figura 2. Mapa de la ubicación de la Isla Chañaral y de la Reserva Marina Isla Chañaral, representada por el área achurada de color celeste. 13

Figura 3. Rango de observación desde el punto de observación ubicado en la Isla Chañaral. 15

Figura 4. Mapa de seguimiento de un grupo de ballenas fin alimentándose dentro del área de estudio. 18

Figura 5. Trigonometría utilizada para calcular la posición de un objetivo en el mar (Fuente: Harzen 2002). 19

Figura 6. Ejemplo del movimiento de nado y del cálculo de los índice de reorientación y linealidad a partir de este. (Modificado de Williams et al. 2002).....23

Figura 7. Frecuencia de avistamiento de los diferentes estados conductuales (desplazamiento, descanso y alimentación) de la ballena fin para cada temporada turística (noviembre 2014 y febrero 2015). 28

Figura 8. Tiempo en superficie (min) de la ballena fin durante los tres estados considerados.....29

Figura 9. Tiempo de buceo (min) de la ballena fin durante los tres estados considerados..29

Figura 10. Velocidad de movimiento (km/h) de la ballena fin durante los tres estados considerados.....31

Figura 11. Índice de reorientación (grados por minuto) de la ballena fin durante los tres estados considerados.. 32

Figura 12. Índice de linealidad de la ballena fin durante los tres estados considerados.....32

Figura 13. Índice de duración de cada estado conductual para la temporada baja de turismo (noviembre) y la temporada alta de turismo (febrero).....33

Figura 14. Tiempo en superficie (min) de la ballena fin en cada estado, para ambas temporadas de turismo.....35

Figura 15. Tiempo de buceo (min) de la ballena fin en cada estado, para ambas temporadas de turismo..... 36

Figura 16. Velocidad (km/hr) de la ballena fin en cada estado, para ambas temporadas de turismo.....37

Figura 17. Índice de reorientación (°/min) de la ballena fin en cada estado, para ambas temporadas de turismo.....38

Figura 18. Índice de linealidad de la ballena fin en cada estado, para ambas temporadas de turismo.....40

RESUMEN

El turismo de avistamiento de cetáceos, o whale-watching, ha crecido exponencialmente durante el último tiempo, siendo uno de los más importantes dentro del turismo de observación de vida silvestre. Se han reportado diversos efectos de esta actividad sobre los cetáceos, en su mayoría a corto plazo, como la interrupción y disminución del tiempo invertido en conductas como la alimentación, descanso o socialización, y cambios en su respiración, buceos, velocidad de nado y trayectoria. En Chile, existen diferentes lugares donde se desarrolla el turismo de avistamiento de cetáceos, uno de ellos es la Reserva Marina Chañaral de Aceituno (RMIC) (29°2'S, 71°34'W), ubicada en la Región de Atacama, en la cual se pueden observar una gran diversidad de aves y mamíferos marinos, y en especial cetáceos. Dentro de estos destaca la ballena fin (*Balaenoptera physalus*), ya que es la especie que se avista con mayor frecuencia probablemente debido a que se alimenta en la zona durante la época estival. Esta especie es uno de los rorcuales menos conocidos a nivel mundial, aún cuando sus poblaciones se vieron muy afectadas por la caza de ballenas. Producto de lo anterior, su categoría de conservación corresponde a "en peligro" por la lista roja de la IUCN y en Chile corresponde a "en peligro crítico". El objetivo de este estudio fue evaluar el posible efecto de las embarcaciones de avistamiento de cetáceos en la conducta de la ballena fin en la RMIC, principalmente sobre sus estados conductuales de alimentación, descanso y desplazamiento, mediante el método de seguimiento focal desde tierra. Para esto se realizaron dos campañas de terreno durante dos temporadas con diferente intensidad turística, una de baja o nula presencia turística y otra de alta presencia durante los años

2014 y 2015. Mediante un etograma diseñado para la especie, se consideraron cinco indicadores conductuales, que permitieran detectar los posibles cambios de comportamiento de esta especie frente al turismo de avistamiento, estos fueron el tiempo de permanencia en superficie, tiempo de buceo, velocidad de nado, índice de reorientación e índice de linealidad. Los dos últimos describen principalmente los patrones de movimiento horizontal de los individuos, como el rumbo y direccionalidad, durante la totalidad de un seguimiento. En total se realizó un esfuerzo efectivo de observación de la ballena fin de 41 hrs. El comportamiento de desplazamiento fue el que se observó con mayor frecuencia, seguido del comportamiento de descanso y alimentación, durante ambas temporadas turísticas. Los tiempos de buceo y de superficie presentaron diferencias entre ambas temporadas, el primero solo para el estado de alimentación, y el segundo solo para el de descanso, donde la ballena fin permaneció un mayor tiempo en superficie durante la temporada de alto turismo. Lo anterior no sería congruente con una forma de evasión vertical, lo que podría estar relacionado a un comportamiento de vigilancia por parte de la ballena fin. Los cambios en la velocidad de nado de la ballena fin no fueron consistentes con una técnica de evasión, ya que ésta no aumentó en presencia de las embarcaciones turísticas, lo que de acuerdo a otros estudios realizados en rorcuales podría indicar que esta técnica no sería la más eficiente debido a su alto costo energético. El índice de reorientación fue menor y la linealidad fue mayor durante la temporada de alto turismo, excepto para el estado de descanso donde la linealidad fue menor. Esto último podría indicar que, la presencia de embarcaciones turísticas produjo que éstas adoptaran un camino más fluido pero no direccional, es decir, menos predecible. Este cambio de conducta podría estar relacionado a una táctica evasiva frente a una amenaza y sería la

técnica más utilizada por los cetáceos, de acuerdo a otros estudios. Este estudio principalmente concluye que la conducta de la ballena fin efectivamente varía frente al turismo de avistamiento de cetáceos en la RMIC, siendo los comportamientos de descanso y alimentación los que podrían verse más afectados por esta actividad. Es importante considerar que las respuestas conductuales que no coincidieron con alguna táctica evasiva no necesariamente significan una falta de sensibilidad de la ballena fin frente a las embarcaciones de turismo, sino que éstas deben seguir siendo evaluadas por un mayor período de tiempo e incluir otras variables importantes. Estas respuestas conductuales a corto plazo deben ser consideradas de importancia, ya que pueden conllevar a efectos negativos a largo plazo. A través del estudio de conducta se puede lograr identificar áreas prioritarias para los cetáceos, como zonas de alimentación o de reproducción, y así proponer medidas que permitan su conservación.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Turismo de observación de vida silvestre

El turismo se ha convertido en un motor económico de importancia mundial, que en el año 2016 aportó el 10% del producto interno bruto (PIB) a nivel mundial (UNWTO 2017). Una de las formas de turismo más atractivas y de mayor crecimiento en las últimas décadas es el turismo de observación de vida silvestre (UNWTO 2017), el cual ha incrementado hasta ser una de las principales y más demandadas actividades turísticas (Peters *et al.* 2013).

Se entiende por turismo de observación de vida silvestre a aquella actividad turística basada en un encuentro con animales no domesticados, lo que puede ocurrir en su entorno natural o en cautiverio. Incluye actividades no consumistas, como la observación, la fotografía y la alimentación (Higginbottom 2004). Las especies objetivo son muy variadas, abarcando desde insectos, peces, reptiles, aves y mamíferos terrestres y marinos, incluyendo los pequeños y grandes cetáceos (Tapper 2006, Curtin 2010).

Esta forma de turismo puede significar oportunidades y un medio de subsistencia para la población local donde se desarrolla, promoviendo además la conservación a largo plazo de la vida silvestre y sus hábitats, a través de la creación de incentivos socioeconómicos locales y de educación ambiental para operadores turísticos, estudiantes, y público en general (Moorhouse *et al.* 2015). Gössling (2002) sugiere que este tipo de turismo ha generado una mayor conciencia ambiental e interés por el cuidado de la naturaleza ya que,

entre otras cosas, la calidad y biodiversidad de un entorno natural son altamente valorados por los turistas, quienes optan por ambientes naturales no perturbados y donde puedan encontrar la fauna silvestre en su hábitat natural (Curtin 2003).

El turismo de observación de vida silvestre representa entre el 20-40% del turismo enfocado en la naturaleza, y su demanda mundial está creciendo a una tasa mayor que la del turismo en general (Reynolds & Braithwaite 2001, Curtin 2010). Para que esta forma de turismo sea una actividad económica sustentable debe ser realizada de una manera adecuada, es decir, cumpliendo con los protocolos de conducta y bioética (Garrod & Fennell 2004, Constantine & Bejder 2008). Sin embargo, el manejo inadecuado del turismo de vida silvestre puede conllevar a impactos negativos en el medio ambiente y en el estado de conservación y bienestar de la flora y fauna, incluyendo al propio ser humano. Estos impactos incluyen la interrupción de actividades necesarias para la supervivencia de los seres vivos, como la alimentación y el cuidado parental (Green & Higginbottom 2001, Higginbottom 2004), y ha sido descrito para distintas especies, tales como leones (Sindiyo & Pertet 1984) y guepardos (Roe *et al.* 1997) en Kenia, donde el turismo interfiere en su actividad de caza. En el caso del cuidado parental, se ha observado una disminución en el cuidado a las crías de foca de groenlandia por parte de sus madres (Kovacs & Innes 1990), como también la deserción de nidos en diferentes especies de aves costeras (Fisher *et al.* 1998, Yorio *et al.* 2001, Verhulst *et al.* 2001, Bellefleur*et al.* 2009).

1.2. Turismo de avistamiento de cetáceos y sus principales efectos conductuales

En los últimos 20 años, el turismo de avistamiento de cetáceos (o también conocido como *Whale-watching*) en su hábitat natural se ha convertido en una industria de nivel mundial, desarrollándose como una alternativa económica importante frente a la pesca extractiva (Hoyt 2001, Dans *et al.* 2008). Durante las últimas décadas, esta industria ha crecido exponencialmente, lo que queda demostrado por el incremento en el número de países que lo llevan a cabo (39 países en el año 1991 a 119 en el año 2000) (Hoyt 2001, O'Connor *et al.* 2009). Los países donde principalmente se lleva a cabo esta actividad turística son España, Canadá, Estados Unidos, Australia y Sudáfrica, donde existen aproximadamente un millón de operadores turísticos.

El turismo de avistamiento de cetáceos incluye el desarrollo de actividades desde tierra, vehículos aéreos o embarcaciones, y actividades de interacción directa como programas de natación y alimentación de delfines y otras especies (Hoyts 2001, O'Connor *et al.* 2009). Las principales especies objetivo de estas actividades turísticas son aquellas de hábitos costeros, o que se aproximan a la costa en alguna etapa de su ciclo de vida, como la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), ballena franca (*Eubalaena australis*), ballena gris (*Eschrichtius robustus*) y una gran diversidad de especies de delfines tales como orcas (*Orcinus orca*), delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), delfín común (*Delphinus* sp.) y delfín oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*), entre otros (Williams *et al.* 2002, Lusseau 2003, Constantine *et al.* 2004, Scheidat *et al.* 2004, Stockin *et al.* 2008, Williams *et al.* 2009, Lundquist *et al.* 2013).

Los potenciales impactos que el desarrollo de esta actividad turística tiene sobre los cetáceos no han sido del todo estudiados, principalmente debido al rápido establecimiento y crecimiento de esta industria en el mundo (Malcolm 2003), pero también a la falta de monitoreos que logren evidenciar si una población de interés ha cambiado, y de un marco de modelos que permita vincular los cambios a corto plazo con un impacto a largo plazo en los cetáceos (New *et al.* 2015). Los estudios existentes sobre los efectos del turismo en los cetáceos son escasos y en su mayoría están centrados en delfines, y en su minoría en ballenas, siendo las especies más estudiadas las ballenas jorobada, gris y franca, y dentro de las menos estudiadas destacan la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), minke (*B. bonaerensis*), sei (*B. borealis*) y fin (*B. physalus*) (Higginbottom 2004, New *et al.* 2015).

Los estudios enfocados a evaluar el efecto a corto plazo del turismo sobre los cetáceos se han relacionado principalmente con los efectos producidos en su comportamiento, como el de alimentación, desplazamiento, descanso y sociabilización. En este sentido, se han observados diversos efectos, tales como la disminución en el tiempo utilizado para la búsqueda y obtención del alimento, en el tiempo de descanso y en la socialización, así como también la interrupción de estas actividades debido a la presencia de embarcaciones de turismo (Lusseau 2003, Constantine *et al.* 2004, Constantine & Bejder 2008, Dans *et al.* 2008, Christiansen *et al.* 2013, Lesage *et al.* 2017) también en los cambios en su rango de desplazamiento con el fin de evitar áreas donde operan las embarcaciones turísticas. Adicionalmente, como efecto directo de la presencia de embarcaciones turísticas, los registros han evidenciado una alteración en la cohesión del grupo de cetáceos (Peters *et al.* 2013), mayor duración de sus buceos (Nowacek & Wells

2001), aumento de la velocidad de nado y cambios en la dirección de su desplazamiento (Williams *et al.* 2002, Scheidat *et al.* 2004, Williams *et al.* 2009).

1.3. Turismo de avistamiento de cetáceos en Chile

En Chile, el turismo de observación de cetáceos comenzó a principios de 1990. En 1991 el número de turistas que realizaban esta actividad era de aproximadamente 300, aumentando a 13.720 para el año 2006 (Hoyt *et al.* 2008). Esto es posible dado a que en nuestro país existe una gran diversidad de especies de cetáceos, pudiendo observarse al menos el 50% de las especies descritas a nivel mundial (Aguayo 1999). Las localidades con mayor registros de especies de cetáceos en Chile corresponden a las Reservas Marinas Isla Chañaral e Isla Choros-Damas (Capella*et al.* 1999, Sanino & Yañez 2000, Pérez *et al.* 2006), el golfo Corcovado (Hucke-Gaete *et al.* 2004), y el Parque Marino Francisco Coloane (Gibbons *et al.* 2003).

Las RMIC y Reserva Marina Isla Choros-Damas (RMIC-D) se componen por el radio de una milla náutica del agua circundante a la Isla Damas (29°14' S, 71°32' W) e Isla Choros (29°15' S, 71°32' W), en la Región de Coquimbo, y a la Isla Chañaral (29°02' S, 71°34' W), en la Región de Atacama. El poblado más cercano a esta última es Caleta Chañaral de Aceituno, desde donde los pescadores artesanales de la zona realizan viajes de turismo en la época estival, para que los visitantes tengan la oportunidad de avistar las diferentes especies de aves, cetáceos y otros mamíferos marinos que se encuentran en la RMIC (Subpesca 2005, Pavez *et al.* 2015). Actualmente operan 23 embarcaciones, con

capacidad de aproximadamente 12 pasajeros cada una, y que realizan viajes turísticos a la RMIC (CONAF 2015); organizan la frecuencia de sus salidas a través de una línea colectiva.

Las principales especies objetivo del turismo de avistamiento en la RMIC son el delfín nariz de botella, delfín oscuro, calderón gris (*Grampus griseus*), ballena jorobada, ballena azul, y ballena fin. Esta última es la especie observada con mayor frecuencia y abundancia en la reserva (Capella *et al.* 1999, Pérez *et al.* 2006). También ocasionalmente se han avistado orcas, cachalotes (*Physeter macrocephalus*) y ballena franca austral (Capella *et al.* 1999, Pérez *et al.* 2006, Hoyt 2008, Sepúlveda *et al.* 2016, 2017). Debido a su riqueza en especies de aves y mamíferos marinos, el turismo ha aumentado considerablemente en los últimos años, registrándose en el año 2015 un total de 53.294 visitantes, de los cuales la mayoría era de nacionalidad chilena (46.791) (CONAF 2015).

La regulación de esta actividad en el sector es bastante precaria, ya que a pesar de la existencia del Reglamento General de Observación de Mamíferos, Reptiles y Aves, y del Registro de Avistamiento de Cetáceos (D.S. N°38/2011), el cual tiene por objetivo establecer los requisitos y procedimientos a los que se someterá la actividad de avistamiento de cetáceos, no existe una fiscalización constante por parte de las entidades competentes para velar por su cumplimiento. En la caleta Chañaral de Aceituno, los mayores avances en este tema han sido logrados a través del trabajo continuo entre diferentes organizaciones sociales y científicas, y de los operadores turísticos de la zona. Además, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) que posee una oficina en el sector, realiza charlas de educación ambiental para los turistas en la época de verano, donde se les

indica la conducta adecuada a seguir durante el avistamiento de los distintos mamíferos marinos y aves de la RMIC.

Existen pocos estudios sobre el efecto que podría tener el turismo de avistamiento en el comportamiento de los mamíferos marinos en las RMIC-D y RMIC. Dentro de estos se reportan efectos negativos en la población residente de *T. truncatus* como heridas y cambios en la distribución de las actividades diarias como la alimentación y descanso (Sanino & Yáñez 2000) y comportamientos de perturbación y evasión frente a las embarcaciones turísticas, así como también una disminución en el tiempo utilizado por los delfines para alimentarse, descansar y socializar (Yazdi 2007).

1.4. Sujeto de estudio

La ballena fin es una especie de rorcual de gran tamaño, siendo la segunda en tamaño de la familia Balaenopteridae, precedida solo por la ballena azul. Su tamaño puede llegar hasta los 27 m de longitud en el hemisferio sur (Jefferson *et al.* 2008), y su coloración es gris en su parte superior y blanco en la parte ventral y el labio derecho (Figura 1). Las hembras son entre un 5-10% más grande que los machos (Gambell 1985), midiendo en promedio 26 m, y los machos 25 m (Aguilar 2002).



Figura 1. Patrón de coloración de la ballena fin donde se destaca el costado derecho de su mandíbula de color blanco, característica diagnóstica de esta especie. (Fotografía de Guido Pavez D.)

Su distribución abarca los principales océanos del planeta (Jefferson *et al.* 2007). En el hemisferio sur su migración es hacia altas latitudes en la época de verano para alimentarse, y hacia aguas templadas o tropicales en invierno, para reproducirse (Mackintosh 1942, Acevedo *et al.* 2012). En Chile, su presencia ha sido reportada desde Antofagasta (23° 29' S) hasta Cabo de Hornos (56° 48' S), incluyendo el Archipiélago de Juan Fernández (Aguayo *et al.* 1998). Generalmente son avistadas a más de 60 km alejadas de la costa, en solitario o pequeños grupos (Clarke 1962, Aguayo *et al.* 1998). Actualmente, esta especie es la observada con mayor frecuencia en la RMIC (Capella *et al.* 1999, Pérez *et al.* 2006, Sepúlveda *et al.* 2017), siendo este lugar el único dentro la Zona Económica

Exclusiva (ZEE), donde ha sido observado un comportamiento de alimentación de la ballena fin (Pérez *et al.* 2006, Sepúlveda *et al.* 2018).

Su categoría de conservación corresponde a 'en peligro' por la lista roja de la IUCN y 'en peligro crítico' por el Ministerio de Medio Ambiente en Chile (D.S. N°41/2011), debido a una reducción del 96% de su población en el hemisferio Sur, ocurrida en las últimas tres décadas (MMA 2011). Debido al escaso conocimiento de sus actuales amenazas, el interés turístico y potenciales efectos de esta actividad sobre su población, es necesario enfocar el esfuerzo en identificar sus potenciales amenazas, especialmente en las áreas donde ha sido registrada, y así garantizar su conservación de manera efectiva.

Dada su alta presencia en la RMIC, donde es la principal especie objetivo del desarrollo actual de la actividad turística en el área y teniendo en cuenta que corresponde a una especie clasificada como en peligro crítico, resulta necesario evaluar si la actividad turística de avistamiento de cetáceos en la zona tiene un efecto negativo en la conducta de la ballena fin y contribuir mediante esta información a las estrategias de conservación diseñadas para esta especie en el área.

2. HIPÓTESIS

Considerando que el turismo de observación de cetáceos a menudo conlleva a alteraciones conductuales de las especies objetivo, la conducta de la ballena fin en la Reserva Marina Isla Chañaral presenta diferencias entre épocas de ausencia y presencia del turismo de avistamiento en el área.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del turismo de avistamiento de cetáceos sobre la conducta de la ballena fin en la Reserva Marina Isla Chañaral.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar las conductas de la ballena fin a través de la creación de un etograma.
- Describir y diferenciar los estados conductuales (desplazamiento, descanso y alimentación) en base a indicadores como la velocidad de nado, tiempo de buceo y superficie, y cambios en sus patrones de movimiento (índice de reorientación y linealidad).
- Registrar y comparar el tiempo invertido en cada estado conductual por la ballena fin en presencia y ausencia de turismo de avistamiento.
- Comparar las respuestas conductuales de la ballena fin en presencia y ausencia de turismo de avistamiento.

3.3. Predicciones

- El tiempo invertido por la ballena fin en desplazarse será mayor, y en alimentarse y descansar será menor en la época con turismo.
- A nivel de indicadores conductuales, el tiempo de buceo, velocidad y reorientación de los individuos serán mayores durante la época de turismo.
- El tiempo en superficie e índice de linealidad serán menores durante la época de turismo.

4. METODOLOGÍA

4.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en los meses de noviembre de 2014 y febrero de 2015, en dos campañas de terreno de 17 y 18 días de duración respectivamente, en la Reserva Marina Isla Chañaral (RMIC) (D.S. N° 150/2005, Min. Economía, Fomento y Reconstrucción), ubicada en el límite sur de la Región de Atacama (Figura 2).

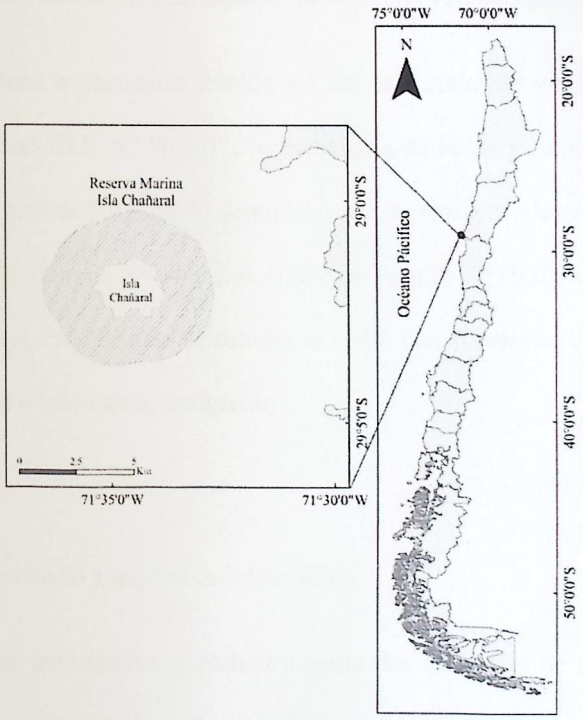


Figura 2. Mapa de la ubicación de la Isla Chañaral y de la Reserva Marina Isla Chañaral, representada por el área achurada de color celeste.

La RMIC fue creada en el año 2005 (D.S. N°150/2005, Subsecretaria de Pesca y Acuicultura) y corresponde a la columna de agua, fondo marino y rocas encontradas en el radio de una milla náutica proyectada desde la línea de la costa de la Isla Chañaral. El ambiente marino costero de esta isla se caracteriza por una alta productividad biológica debido a fenómenos de surgencia (Acuña *et al.* 1989, Thiel *et al.* 2007), por lo que en ella se puede encontrar una amplia variedad de especies, desde invertebrados de importancia comercial a aves y mamíferos marinos, como el lobo marino común (*Otaria flavescens*) y lobo marino fino (*Arctocephalus australis*), la principal colonia de pingüino de Humboldt del país (*Spheniscus humboldti*), y las especies de cetáceos mencionadas anteriormente.

La Isla Chañaral se encuentra ubicada a 5 km del continente y a 9 km de la Caleta Chañaral de Aceituno (D.S. N° 96/2012, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura), y cuenta con una superficie total de 507,3 ha. El desembarque e ingreso a la isla es restringido y solo puede realizarse con fines de investigación (Informe Técnico N°15/2005, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura). Para el presente estudio se contó con el permiso correspondiente de CONAF para llevar a cabo esta investigación.

4.2. Período de estudio y registro de información

El registro de información se realizó durante dos campañas de toma de datos; la primera durante la temporada baja de turismo de avistamiento de cetáceos en la RMIC (noviembre 2014), y la segunda durante la temporada alta de turismo (febrero 2015), durante 35 días en total. En el presente estudio se definió esfuerzo total como el tiempo en

horas utilizado en observar el área de muestreo en búsqueda de animales y en su seguimiento.

Se monitoreó el área de estudio desde un punto ubicado a 50,2 msnm en la Isla Chañaral para registrar la presencia o ausencia de cetáceos en la zona de estudio. El lugar de observación fue seleccionado debido a que permite tener una amplia vista del canal, formado entre el continente y la isla, lugar principal donde transitan las embarcaciones turísticas de avistamiento de cetáceos (Figura 3).

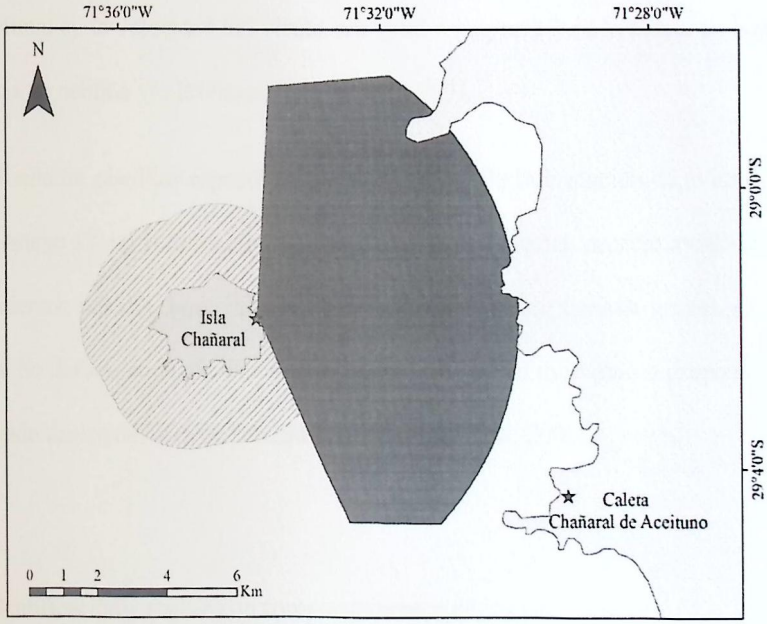


Figura 3. Rango de observación (sección azul) desde el punto de observación (estrella roja) ubicado en la Isla Chañaral.

La información de terreno fue registrada por tres observadores equipados con binoculares de aumento 10x40, que realizaron un esfuerzo diario promedio de 8 h, las cuales se distribuían desde las 9:00 hasta las 18:00 horas. Durante ese periodo de tiempo, los observadores realizaron escaneos del área de estudio en busca de cetáceos, recorriendo con los binoculares en secuencias de Norte a Sur y viceversa, abarcando así la totalidad del área visible. Cada dos horas se tomaba registro de las condiciones ambientales: la cobertura de nubes, visibilidad y dirección y velocidad del viento en base a la escala Beaufort (Beer 2013). Se detuvo el esfuerzo cuando las condiciones ambientales impedían observar de manera óptima, ej. la velocidad del viento era igual o mayor a 3 en la escala de Beaufort, y en presencia de neblina y/o llovizna (Barco *et al.* 1999).

Se diseñaron planillas específicas para el registro de información de avistamiento de cetáceos (Anexo 1). La información registrada consideró: fecha, especie avistada, número de avistamientos por día, hora inicial y final de observación, tamaño grupal y ubicación geográfica. Se definió como "avistamiento" cada vez que un individuo o grupo de ballenas fue observado dentro del área de estudio (Karczmarski *et al.* 2000).

4.3. Identificación y registro de comportamientos de los cetáceos

Para poder analizar el comportamiento de la ballena fin se utilizó un etograma base, el cual se construyó identificando y describiendo los patrones de conducta (estados y eventos) detallados previamente para otros rorcuales (Gailey*et al.* 2005, Baumgartner 2008, Bertulli 2010); posteriormente fue ajustado de acuerdo a las observaciones directas del

estudio (Insley *et al.* 2003). El 'estado' corresponde a un comportamiento de larga duración (ej. Alimentación), compuesto por la ocurrencia de diferentes eventos conductuales, de breve duración y esporádicos (ej. soplos, saltos) (Altmann 1974, Mann 1999). Para complementar la descripción de los estados en el etograma, se utilizaron las siguientes variables conductuales: tiempo de buceo y superficie, velocidad, reorientación y linealidad obtenidos durante la época sin turismo.

El registro conductual de las ballenas se realizó siguiendo el método de muestreo dirigido ("focal animal sampling") (Altmann 1974), el cual consiste en la selección de un individuo o grupo de ballenas a ser observado, y realizar el registro de sus estados y eventos conductuales. Este registro fue continuo, anotándose su respectiva hora de ocurrencia (con sus minutos y segundos). El seguimiento de un grupo consideró el comportamiento general de este, y el seguimiento individual considero la conducta de individuos independientes como registro. Se consideró como un grupo de cetáceos a dos o más individuos ubicados a una distancia menor de 100 m, moviéndose en la misma dirección de manera coordinada y mostrando el mismo comportamiento general (Whitehead 1983, Mobley & Herman 1985, Felix & Haase 2001). El seguimiento de los cetáceos finalizaba cuando estos salían del rango de observación, no se volvían a observar durante 20 min consecutivos después de su última salida a superficie o las condiciones ambientales no eran las óptimas para continuar con su seguimiento.

4.3.1. Seguimiento con teodolito

Con el fin de registrar los patrones conductuales de la ballena fin en época con turismo y sin turismo, se utilizó un teodolito SPECTRA precisión DET-2 (2 s de precisión). Este es un instrumento topográfico utilizado para medir ángulos con gran precisión. Los teodolitos se han utilizado desde la década de 1970 hasta la actualidad, con gran éxito, para estudiar los desplazamientos de diferentes especies de cetáceos en todo el mundo (e.j. Würsig & Würsig 1979, Kruse 1991, Williams *et al.* 2002, Williams *et al.* 2009, Schaffar *et al.* 2013). El uso de esta herramienta ha permitido observar a los animales desde la distancia, sin perturbarlos ante la presencia de los investigadores, mientras se obtienen datos relativamente precisos de sus posiciones en superficie, patrones de movimiento y su velocidad (Harzen 2002) (Figura 4).

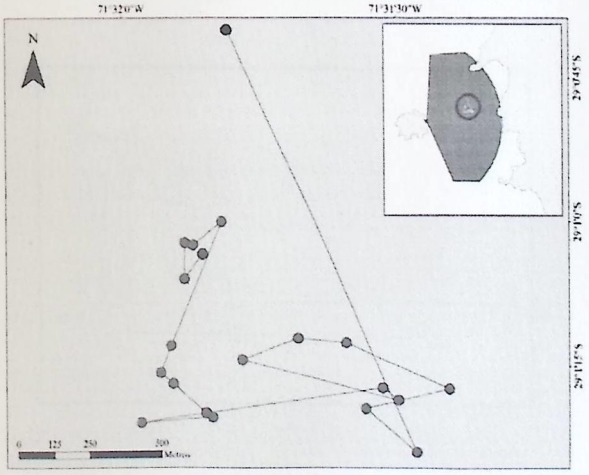


Figura 4. Mapa de seguimiento de un grupo de ballenas fin alimentándose dentro del área de estudio. Cada círculo (O) representa la posición geográfica de una salida a superficie, el círculo rojo corresponde a la posición inicial, y el círculo negro a la final.

Un factor importante a considerar para la instalación del teodolito fue la altura de la estación de observación, ya que esta debía ser lo más alta posible, debido a que la altura y distancia a la que son observadas las ballenas influyen en la exactitud de medición de la posición de estas. Para una altura de la estación de 50 msnm, los seguimientos a ballenas deben realizarse a una distancia menor de 12,5 km. En el presente estudio los avistamientos de ballena fin fueron realizados a una distancia entre 445 m y 9,92 km del punto de observación.

Una vez conocida la altura de la estación de observación en relación al nivel del mar, se puede calcular la posición de un individuo en el agua a través de ecuaciones trigonométricas utilizando los ángulos verticales y horizontales entregados por el teodolito (Figura 5), siempre considerando los cambios en la altura de marea (Harzen 2002, Morete *et al.* 2018).

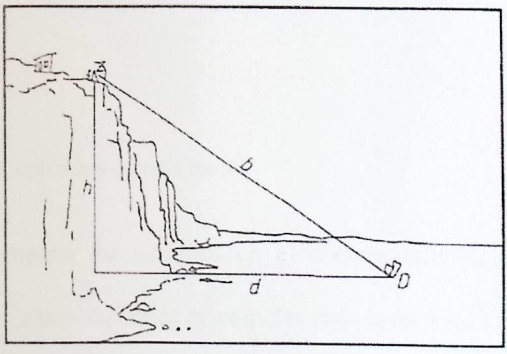


Figura 5. Trigonometría utilizada para calcular la posición de un objetivo en el mar (Fuente: Harzen 2002). El parámetro *h* es la altura de la estación en relación al nivel del mar, *d* es la distancia horizontal entre el observador y la ballena, y *b* es la distancia mínima entre el observador y la ballena.

Para que los datos entregados por el teodolito pudiesen ser transformados posteriormente en posiciones geográficas, fue necesario orientar el instrumento con los puntos cardinales en el sitio de observación. Para esto, luego de armar el teodolito sobre su soporte, se orientaba su mira principal hacia el norte. También se medía la altura entre el teodolito y el suelo, al ser un valor variable se debía registrar cada día antes de comenzar el esfuerzo (Anexo 2).

Uno de los integrantes del equipo fue el encargado de utilizar este instrumento, y se mantuvo fijo en ambos períodos de muestreo con el fin de minimizar la variabilidad entre observadores de la lectura del instrumento. Durante el seguimiento, se registraron los ángulos de ubicación entregados por el teodolito, además de la hora exacta cada vez que la ballena emergía a superficie a respirar. Luego el operador del teodolito trasmitía verbalmente los ángulos vertical y horizontal indicados por el instrumento para su registro en la planilla de datos.

4.4. Definición de las variables conductuales

Para evaluar y comparar los cambios en el comportamiento de los cetáceos, se consideraron y calcularon cinco variables principales para cada sesión de seguimiento, con el fin de evaluar el impacto a corto plazo de las actividades de observación de cetáceos (Williams *et al.* 2002, Scheidat *et al.* 2004, Morete *et al.* 2007, Schaffar *et al.* 2013). Las cinco variables se definen como:

1) **Tiempo de buceo** (min), definido como el tiempo que el cetáceo está sumergido bajo el agua entre cada soplo. El tiempo de inmersión se calculó seleccionando los tiempos de buceo más prolongados, generalmente antecedidos por un evento de carpa por parte de los cetáceos. Se determinó que fueran aquellos con una duración igual o mayor a 40 s, considerando las observaciones directas realizadas en terreno y la bibliografía existente (Gordon & Steiner 1992, Stone *et al.* 1992, Croll *et al.* 2001, Jahoda *et al.* 2003). Cuando los soplos no lograron ser registrados de forma confiable, los intervalos de buceos fueron eliminados del conjunto de datos.

2) **Tiempo en superficie** (min) o intervalo en superficie, definido como el tiempo de duración de las inmersiones superficiales ocurridas entre dos buceos largos (mayores a 40 s) (Dunlop *et al.* 2013), donde los cetáceos permanecen cerca de la superficie del mar. El intervalo en superficie se compone por los buceos de duración menor a 40 s.

3) **Velocidad de buceo** (km/h), que fue calculada dividiendo la distancia total recorrida por los cetáceos por la duración de la sesión de seguimiento (Williams *et al.* 2002).

4) **Índice de reorientación** ($\bar{\alpha}$), que mide la predictibilidad de ruta entre una salida a superficie y la siguiente. Se calcula promediando el valor absoluto de todos los ángulos (α_i) formados entre la trayectoria tomada por el o los cetáceos, y la ruta en línea recta predicha por la inmersión anterior, en la totalidad del seguimiento (Figura 6). Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\bar{\alpha} = \frac{|\alpha_1| + \cdots |\alpha_i|}{2}$$

Un bajo índice de desviación indica mayor fluidez en el trayecto, mientras que un alto índice de desviación significa una trayectoria mayormente errática. Sus valores se miden en grados, desde 0° y hasta 180°.

5) **Índice de linealidad**, también conocido como índice de rectitud, indica la predictibilidad de ruta seguida por la ballena a lo largo del seguimiento. Se calcula dividiendo la distancia en línea recta entre la primera y última posición en un seguimiento (T), por la distancia acumulada ($d_1+...d_i$) en superficie cubierta por el individuo o grupo de cetáceos (Figura 6). Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$IL = \left(\frac{T}{d_1 + \cdots d_i}\right)$$

El valor del índice de rectitud va desde 0 (trayectoria circular) a 1 (trayectoria en línea recta) (Williams *et al.* 2002).

Un seguimiento donde se observe una alta reorientación y alta linealidad se definirá como errático pero direccional, mientras que un seguimiento con bajo índice de reorientación y baja linealidad se definirá como fluido pero no direccional (Williams *et al.* 2002).

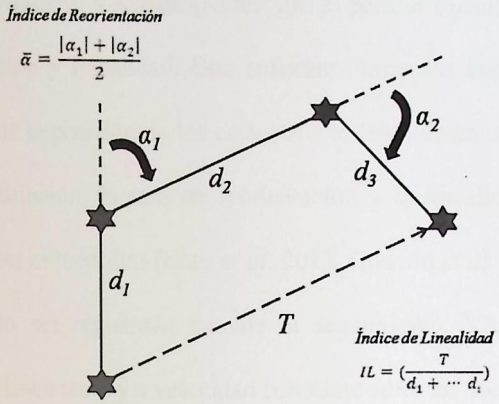


Figura 6. Ejemplo del movimiento de nado con cuatro salidas a superficie (*) y tres buceos (d_i), y del cálculo de los índice de reorientación y linealidad a partir de este. (Modificado de Williams et al. 2002).

4.5. Análisis de datos

Los datos fueron filtrados considerando solo aquellos donde los seguimientos tuvieron una duración igual o mayor a 15 minutos y se logró registrar 5 o más salidas a superficie posteriores a un buceo largo, removiendo los registros que no cumplieran estos requisitos, ya que podrían sesgar la estimación de la tasa de respiración (Williams *et al.* 2002, Kriete 1995).

Se utilizó la segunda salida a superficie, dentro de un intervalo de superficie, para representar la posición geográfica de los cetáceos posterior a un buceo largo, esto con el fin de evitar el posible error del usuario del teodolito producido al fijar rápidamente la mira del teodolito sobre el animal.

Se utilizó el programa VADAR (Kniest 2012) para el cálculo de la velocidad y los índices de reorientación y linealidad. Este software utiliza los ángulos entregados por el teodolito para calcular la posición de los cetáceos a lo largo de un seguimiento, entregando la velocidad y su variación, la tasa de reorientación y la linealidad para cada posición geográfica medida con el teodolito (Cato *et al.* 2013, Godwin *et al.* 2016). Si alguna salida a superficie no pudo ser registrada durante el seguimiento, VADAR suponía que los cetáceos viajaban en línea recta y a velocidad constante entre las dos salidas consecutivas.

Las planillas de datos entregadas por VADAR fueron exportadas a una hoja de cálculo de Excel, la cual fue sometida a un control de mayor calidad para posteriormente ser analizados estadísticamente con el programa STATISTICA versión 8.

La duración de los tres estados conductuales (desplazamiento, descanso y alimentación) se estandarizó según el esfuerzo efectivo obtenido para cada temporada turística, con el fin de compararlos estadísticamente.

4.5.1. Análisis estadístico

Para evaluar si las variables conductuales (tiempo en superficie, tiempo de buceo, velocidad de nado, índice de reorientación, e índice de linealidad) presentan diferencias entre los estados de desplazamiento, descanso y alimentación, se utilizó la prueba estadística no paramétricas de Mann-Whitney para su análisis estadístico, puesto que los datos no siguieron una distribución normal (Zar 1996). Para comparar la duración de cada estado entre las temporadas turísticas se utilizó la prueba de Mann-Whitney, dado que los

datos no siguieron una distribución normal. Para evaluar las respuestas conductuales en presencia de turismo de avistamiento en comparación a las obtenidas durante la temporada de bajo turismo, las variables conductuales fueron analizadas con la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, ya que éstas no siguieron una distribución normal.

5. RESULTADOS

5.1. Esfuerzo

Considerando los 35 días de trabajo, en 29 se observó la presencia de diversas especies de cetáceos en el área de estudio, y de estos en 23 se observó la presencia de ballena fin. El esfuerzo de búsqueda y monitoreo de cetáceos tuvo una duración de 263 h (129,7 h en noviembre de 2014 y 133,3 h en febrero de 2015). El esfuerzo efectivo de observación, es decir, el tiempo utilizado en el seguimiento de las ballenas, fue de 41,2 h para ambos periodos de muestreo (26,5 h en noviembre y 14,7 h en febrero).

5.2. Etograma y descripción de comportamientos observados

Los diferentes estados descritos en el etograma (Tabla 1) fueron observados e identificados durante el periodo de estudio. Las ballenas fueron observadas alimentándose cinco veces, desplazándose 19 y descansando siete, considerando ambos periodos de estudio. Tanto en noviembre como en febrero el comportamiento observado con mayor frecuencia fue el de desplazamiento, seguido por el de descanso y por último el de alimentación. Se observó una mayor frecuencia de ocurrencia de los tres estados conductuales durante noviembre (Figura 7).

Tabla 1. Etograma que considera estados y eventos identificados para la ballena fin en la RMIC. Complementado con lo descrito por Gailey *et al.* 2005, Baumgartner 2008 y Bertulli 2010.

Estados	Eventos
Desplazamiento	Movimiento generalmente unidireccional y lineal que permanece constante. Velocidad constante (km/hr).Tiempos de buceo no constante (min).
Alimentación	Actividad de alimentación en superficie donde se puede observar parte del cuerpo fuera del agua. Alto tiempo en superficie (min). Movimientos no direccionales dentro de un área delimitada. Aves alimentándose en el área.
Descanso	Movimiento unidireccional o errático (lineal o no lineal) en un área reducida. Velocidad reducida. Buceos cortos o largos constantes.

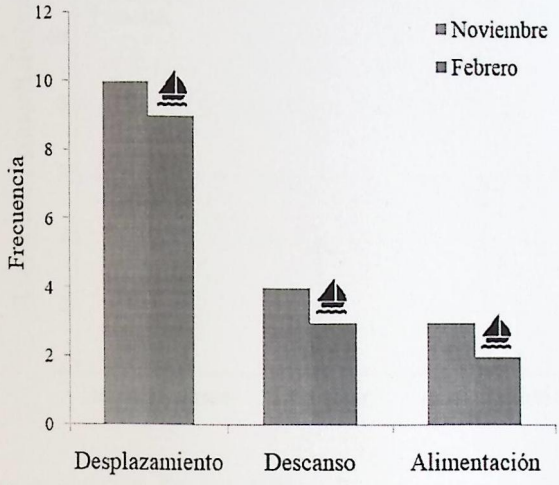


Figura 7. Frecuencia de avistamiento de los diferentes estados conductuales (desplazamiento, descanso y alimentación) de la ballena fin para cada temporada turística (noviembre 2014 y febrero 2015). El bote indica la presencia de turismo durante la temporada.

El tiempo en superficie de la ballena fin no fue significativamente distinto entre los tres comportamientos ($H_{(2,N=182)}$=2,28; p=0,319) (Figura 8). En contraste, el tiempo de buceo sí presentó diferencias significativas entre los diferentes estados ($H_{(2,N=341)}$=7,32; p=0,025) (Figura 9), siendo mayor para los estados de desplazamiento (mediana de 1,7 min) y alimentación (mediana de 1,53 min) en comparación con el de descanso (mediana de 1,28 min) (Tabla 2).

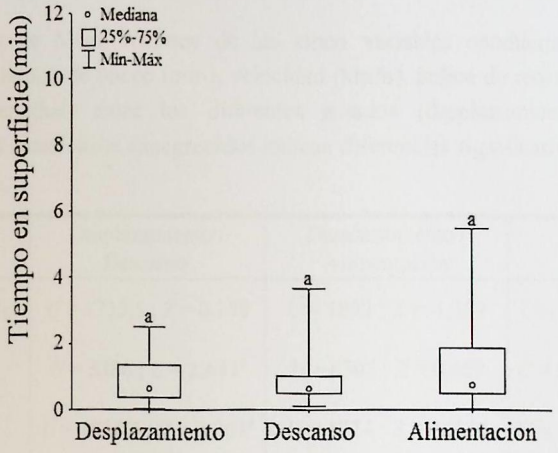


Figura 8. Tiempo en superficie (min) de la ballena fin durante los tres estados considerados. Las diferentes letras indican diferencias significativas ($p>0,05$).

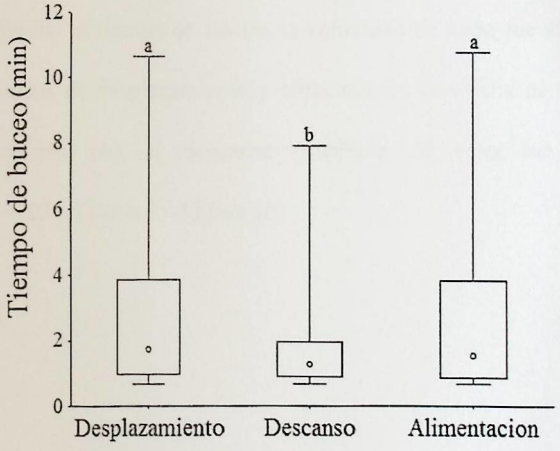


Figura 9. Tiempo de buceo (min) de la ballena fin durante los tres estados considerados. Las diferentes letras indican diferencias significativas ($p>0,05$).

Tabla 2. Análisis de Mann-Whitney de las cinco variables conductuales (tiempo en superficie (min), tiempo de buceo (min), velocidad (km/h), índice de reorientación (°/min) e índice de linealidad) entre los diferentes estados (desplazamiento, descanso y alimentación). Los estadísticos ennegrecidos indican diferencias significativas ($p<0,05$).

	Desplazamiento / Descanso	Desplazamiento / Alimentación	Descanso / Alimentación
Tiempo en superficie	$U = 1713,5$; $Z = 0,138$	$U = 1893$; $Z = -1,389$	$U = 1318,5$; $Z = -1,191$
Tiempo de buceo	**$U = 5386$; $Z = 2,611$[a]**	$U = 6305$; $Z = 0,469$	**$U = 5165,5$; $Z = -1,975$[a]**
Velocidad	**$U = 1713,5$; $Z = 2,361$[a]**	$U = 1774$; $Z = -0,146$	**$U = 1349,5$; $Z = -2,136$[a]**
Índice de reorientación	**$U = 1092$; $Z = -5,656$[a]**	**$U = 804,5$; $Z = -5,394$[a]**	$U = 1679,5$; $Z = 1,184$
Índice de linealidad	$U = 1845$; $Z = -1,759$	**$U = 547$; $Z = 6,201$[a]**	**$U = 736,5$; $Z = 5,609$[a]**

De manera similar al tiempo de buceo, la velocidad de nado fue significativamente mayor para los estados de desplazamiento y alimentación (mediana de velocidad de 4,7 km/h) en comparación con el descanso (mediana de velocidad de 3,5 km/h) ($H_{(2,N=187)}=6,92$; $p=0,031$) (Tabla 2) (Figura 10).

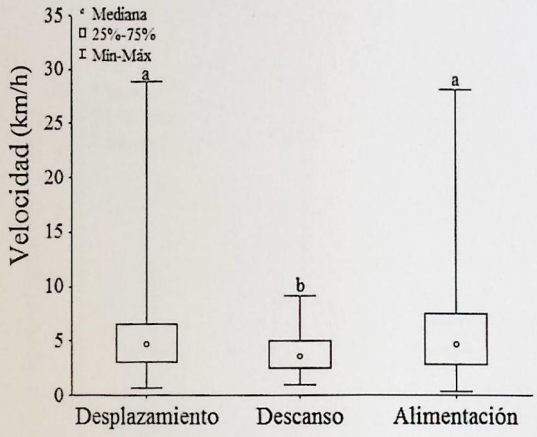


Figura 10. Velocidad de movimiento (km/h) de la ballena fin durante los tres estados considerados. Las diferentes letras indican diferencias significativas ($p>0,05$).

La sinuosidad de los movimientos horizontales de la ballena fin durante cada comportamiento, se determinó a través de los índices de reorientación y linealidad. El primer índice mostró diferencias significativas entre los estados ($H_{(2,N=194)}=42,145$; $p<0,05$) (Tabla 2), siendo mayor la reorientación durante los comportamientos de descanso (mediana de 21,2°/min) y alimentación (mediana de 20,15°/min) en comparación con el desplazamiento (mediana de 13,7°/min). No se encontraron diferencias significativas entre el estado de descanso y el de alimentación. (Figura 11).

El índice de linealidad presentó diferencias significativas ($H_{(2,N=186)}=45,71$; $p<0,05$) entre el estado de alimentación (mediana de 0,25) y los de desplazamiento (mediana de 0,46) y descanso (mediana de 0,56). No se observaron diferencias significativas entre los estados de desplazamiento y descanso (Figura 12).

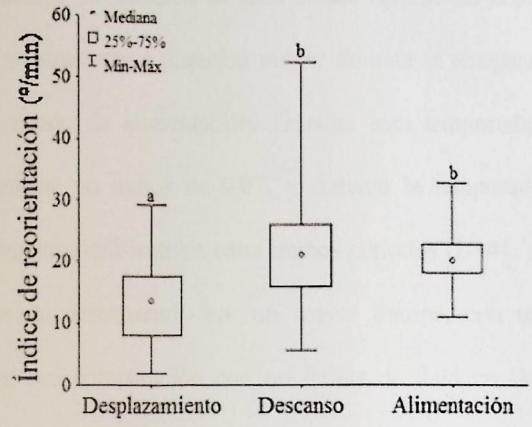


Figura 11. Índice de reorientación (grados por minuto) de la ballena fin durante los tres estados considerados. Las diferentes letras indican diferencias significativas ($p>0,05$).

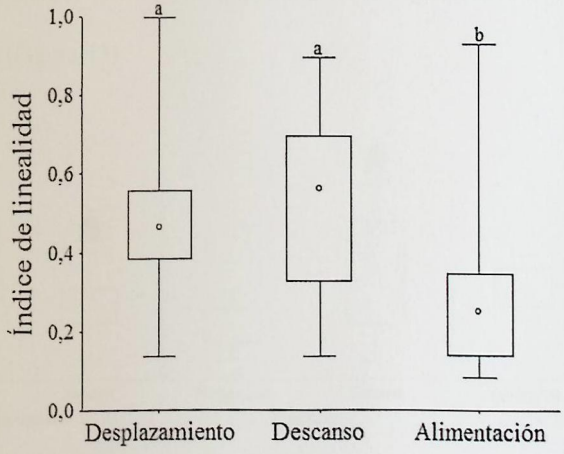


Figura 12. Índice de linealidad de la ballena fin durante los tres estados considerados. Las diferentes letras indican diferencias significativas ($p>0,05$).

5.3. Duración de los comportamientos

En cuanto al tiempo de duración de cada estado conductual observado en la ballena fin, en su mayoría mostraron una duración mayor durante la temporada de alto turismo, con excepción del estado de alimentación. Durante esta temporada la ballena fin fue observada desplazándose un índice de 0,07, y durante la temporada baja un 0,06, no encontrándose diferencias significativas entre ambos períodos (U=44; p=0,93) (Figura 13). También fue observada descansando por un mayor tiempo, con un índice de 0,1 en presencia de turismo, en comparación con un índice de 0,05 en la temporada de bajo turismo. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre ambas temporadas (U=5; p=0,72) (Figura 13). Se observó a la ballena fin en su estado de alimentación con un índice de 0,08 durante la temporada baja de turismo, y con un índice de 0,06 en presencia de embarcaciones, tampoco se encontraron diferencias significativas (U=2; p=0,56) entre ambas temporadas (Figura 13).

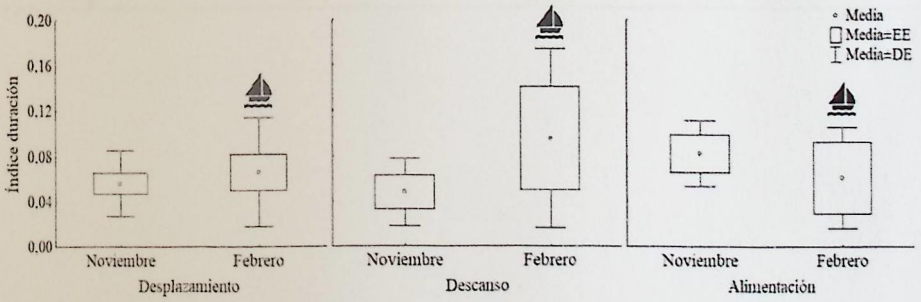


Figura 13. Índice de duración de cada estado conductual para la temporada baja de turismo (noviembre) y la temporada alta de turismo (febrero). El bote indica la temporada de alto turismo de avistamiento de cetáceos.

5.4. Respuestas conductuales frente al turismo de avistamiento

5.4.1. Tiempo en superficie de la ballena fin

El tiempo de permanencia en superficie observado durante el desplazamiento y alimentación de la ballena fin no mostró diferencias significativas entre ambas temporadas (Tabla 3). Por el contrario, para el comportamiento de descanso si se encontraron diferencias significativas, siendo mayor el tiempo en superficie durante la temporada alta de turismo en comparación con el observado durante la temporada baja (Tabla 3) (Figura 14).

Tabla 3. Variación del tiempo en superficie (min) de la ballena fin en cada estado, entre ambas temporadas de turismo. Valor ennegrecido indica diferencias significativas.

Comportamiento	Desplazamiento		Descanso		Alimentación	
	Nov	Feb	Nov	Feb	Nov	Feb
N	165	117	61	64	62	31
Mediana (min)	0,82	0,66	0,58	0,9	0,73	0,62
U	8901,5		1290		780	
p	0,27		**0,001**		0,14	

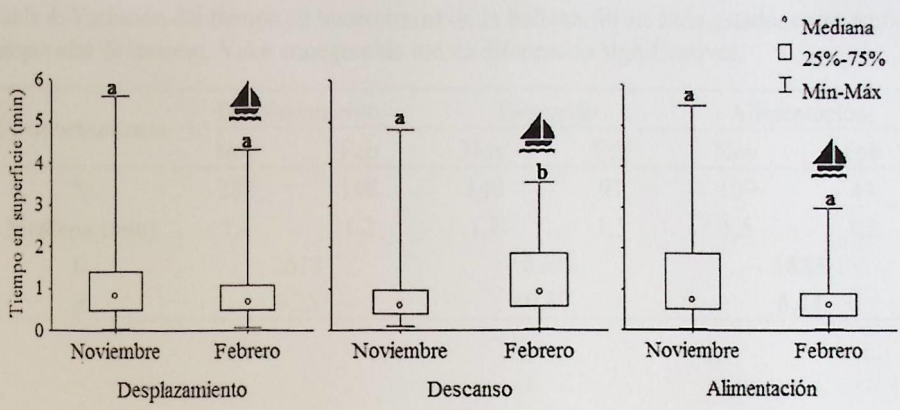


Figura 14. Tiempo en superficie (min) de la ballena fin en cada estado, para ambas temporadas de turismo. El bote indica la temporada de alto turismo de avistamiento de cetáceos.

5.4.2. Tiempo de buceo de la ballena fin

El tiempo de buceo de la ballena fin no presentó diferencias significativas durante los estados de desplazamiento y descanso entre las temporadas turísticas (Tabla **4**). Para el comportamiento de alimentación si se observaron diferencias significativas entre ambas temporadas, siendo menor su tiempo de buceo durante la temporada alta de turismo (Tabla 4) (Figura 15).

Tabla 4. Variación del tiempo de buceo (min) de la ballena fin en cada estado, entre ambas temporadas de turismo. Valor ennegrecido indica diferencias significativas.

Comportamiento	Desplazamiento		Descanso		Alimentación	
	Nov	Feb	Nov	Feb	Nov	Feb
N	282	198	140	97	109	44
Mediana (min)	1,4	1,3	1,3	1,3	1,5	1,2
U	2618		6705		1883	
p	0,25		0,87		**0,04**	

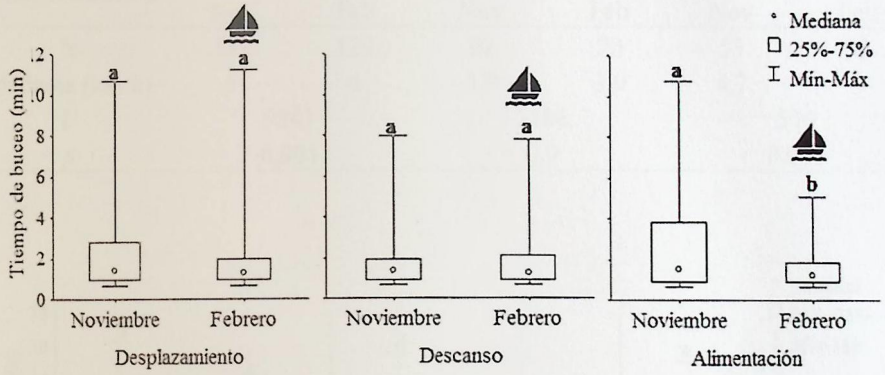


Figura 15. Tiempo de buceo (min) de la ballena fin en cada estado, para ambas temporadas de turismo. El bote indica la temporada de alto turismo de avistamiento de cetáceos.

5.4.3. Velocidad de nado de la ballena fin

La velocidad de nado de la ballena fin presentó diferencias significativas entre ambas temporadas turísticas para los estados de desplazamiento y alimentación, en los cuales la velocidad fue menor en la temporada alta de turismo (Tabla **5**). (Figura 16). En el estado de descanso no se observaron diferencias significativas entre las temporadas.

Tabla 5. Variación de la velocidad de nado (km/h) de la ballena fin en cada estado, entre ambas temporadas de turismo. Valores ennegrecidos indican diferencias significativas.

Comportamiento	Desplazamiento		Descanso		Alimentación	
	Nov	Feb	Nov	Feb	Nov	Feb
N	182	129	92	70	53	30
Mediana (km/h)	5	4	3,9	3,9	4,7	3
U	9543		3184		506	
p	**0,004**		0,9		**0,006**	

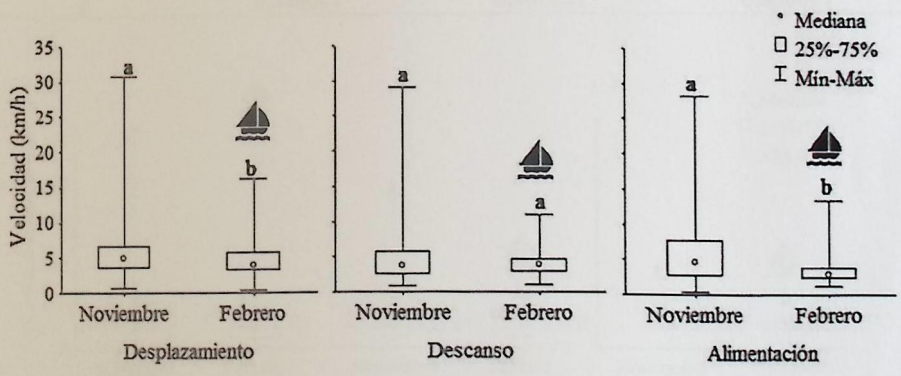


Figura 16. Velocidad (km/hr) de la ballena fin en cada estado, para ambas temporadas de turismo. El bote indica la temporada de alto turismo de avistamiento de cetáceos.

5.4.4. Índice de reorientación de la ballena fin

La reorientación de la ballena fin presentó diferencias significativas entre las temporadas de turismo, siendo mayor durante la temporada baja para los tres estados conductuales (Tabla 6) (Figura 17). En la temporada baja de turismo los movimientos de la ballena fin fueron mayormente erráticos, es decir, se observaron cambios frecuentes de dirección en cada salida a superficie, en comparación al movimiento más fluido observado durante la temporada de alta presencia turística.

Tabla 6. Variación del índice de reorientación (°/min) de la ballena fin en cada estado, entre ambas temporadas de turismo. Valores ennegrecidos indican diferencias significativas.

Comportamiento	Desplazamiento		Descanso		Alimentación	
	Nov	Feb	Nov	Feb	Nov	Feb
N	183	130	92	57	54	30
Mediana (°/min)	17,5	8,8	22,6	15,6	20,2	10,6
U	5674		924		31,5	
p	**0,000001**		**0,000001**		**0,000001**	

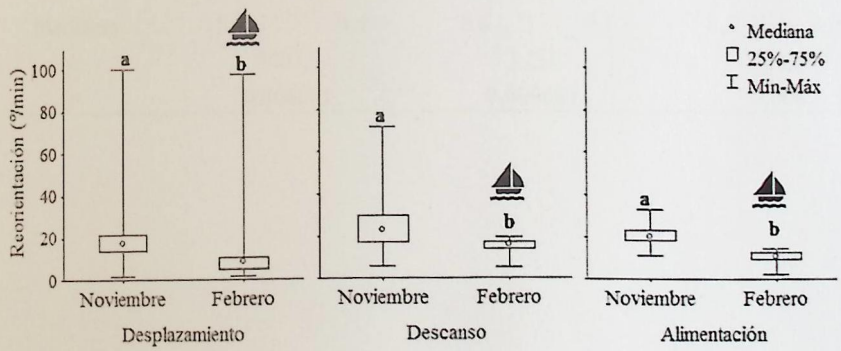


Figura 17. Índice de reorientación (°/min) de la ballena fin en cada estado, para ambas temporadas de turismo. El bote indica la temporada de alto turismo de avistamiento de cetáceos.

5.4.5. Índice de linealidad de la ballena fin

Tanto para el estado de desplazamiento, alimentación y descanso de la ballena fin, el índice de linealidad presentó diferencias significativas entre las temporadas turísticas. Para los dos primeros estados, el índice de linealidad fue mayor durante la temporada de alto turismo en la reserva, es decir, su movimiento presentó una mayor direccionalidad durante esta temporada.

Para el estado de descanso, el índice de linealidad fue mayor durante la temporada baja de turismo, es decir, el movimiento de la ballena fin fue másdireccional en comparación al observado durante la temporada de alto turismo (Tabla 7) (Figura 18).

Tabla 7. Variación del índice de linealidad de la ballena fin en cada estado, entre ambas temporadas de turismo. Valores ennegrecidos indican diferencias significativas.

Comportamiento	Desplazamiento		Descanso		Alimentación	
	Nov	Feb	Nov	Feb	Nov	Feb
N	183	129	93	70	55	31
Mediana	0,5	0,9	0,6	0,1	0,3	0,6
U	8407,5		1424		528,5	
p	**0,000001**		**0,000001**		**0,006**	

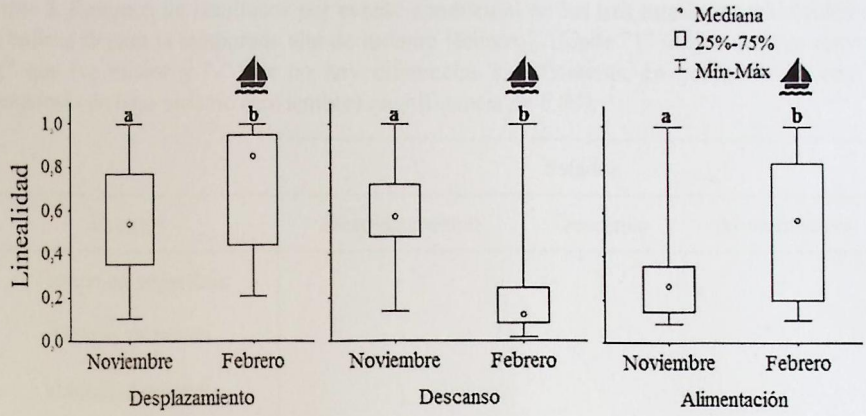


Figura 18. Índice de linealidad de la ballena fin en cada estado, para ambas temporadas de turismo. El bote indica la temporada de alto turismo de avistamiento de cetáceos.

A modo de resumen, al comparar la conducta de la ballena fin entre la temporada de baja y de alta presencia de embarcaciones de avistamiento de cetáceos en la zona, las cinco variables conductuales presentaron diferencias significativas en uno o más de los tres estados conductuales evaluados (Tabla 8).

Tabla 8. Resumen de resultados por evento conductual en los tres estados conductuales de la ballena finpara la temporada alta de turismo (febrero). Donde "↑" indica que fue mayor, "↓" que fue menor y "-" que no hay diferencias significativas, en comparación con la temporada de bajo turismo (noviembre) (significancia $p<0,05$).

	Estados		
Eventos	Desplazamiento	Descanso	Alimentación
Tiempo en superficie	-	↑	-
Tiempo de buceo	-	-	↓
Velocidad de nado	↓	-	↓
Índice de Reorientación	↓	↓	↓
Índice de Linealidad	↑	↓	↑

6. DISCUSIÓN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del turismo de avistamiento de cetáceos sobre la conducta de la ballena fin, y se abordó mediante la identificación de diversos indicadores que permitieron diferenciar estados conductuales y así, comparar el comportamiento de esta especie en relación con la actividad turística mencionada anteriormente. A modo general, de acuerdo a lo planteado en la hipótesis de trabajo, la conducta de la ballena fin efectivamente varía frente al turismo de avistamiento de cetáceos en la RMIC.

6.1. Construcción del etograma

La mayoría de las variables conductuales consideradas en el etograma (tiempo de buceo, velocidad de nado, índice de reorientación y linealidad) mostraron diferencias significativas entre los diferentes estados conductuales observados para la ballena fin, lo que nos indica que son útiles a considerar para realizar una identificación y diferenciación apropiada de los estados conductuales. La construcción del etograma permitió ajustar las conductas descritas anteriormente para otros rorcuales (Gailey *et al.* 2005, Baumgartner 2008, Bertulli 2010) a la realidad particular observada para esta especie en el área de estudio. La conducta de alimentación se caracterizó principalmente por mostrar altos valores de reorientación y bajos de linealidad, lo que correspondería a movimientos erráticos, es decir, sin una direccionalidad constante. Los cambios frecuentes de dirección son característicos de la estrategia de alimentación utilizada por los rorcuales al seguir a un

cardumen de peces o parches de krill sobre el cual depredar (Watkins & Schevill 1979, Stamation *et al.* 2007, Stamation *et al.* 2010). Durante esta conducta también fue posible observar a la ballena fin sacar partes de su cuerpo a la superficie, como sus aletas pectorales, su aleta caudal o su boca abierta, lo cual ha sido descrito por otros investigadores para *B. physalus* (Pérez *et al.* 2006) y *B. musculus* (Goldbogen*et al.* 2011, Goldbogen *et al.* 2013). Lo anterior se debe a las maniobras de rotación que estas realizan para depredar con mayor eficiencia sobre sus presas (Watkins & Schevill 1979).

La mediana de duración de los buceos registrados para el estado de alimentación y desplazamiento fue significativamente mayor en comparación con el estado de descanso. El tiempo promedio de los buceos en el estado de alimentación registrados en este estudio (2,57 ± 2,14 min), es bastante menor que el encontrado en otros trabajos sobre la misma especie (Croll *et al.* 2001: 6,3 min; Friedlaender *et al.* 2014: 8,3 min; Goldbogen *et al.* 2006: 7 min), lo que podría asociarse a diferencias en la profundidad a la cual se encontraban los parches de krill o cardumen de peces sobre los que se estaban alimentando (Friedlaender *et al.* 2014). Por su parte, el tiempo promedio en superficie de este estado (1,25 ± 1,21 min) se encuentra dentro del rango de otros estudios (Croll *et al.* 2001: 2,7 min; Acevedo-Gutiérrez *et al.* 2002: 1,3 min).

La conducta de desplazamiento se caracterizó principalmente por una baja reorientación (la menor en comparación con los otros estados) y alta linealidad, es decir, movimientos hacia una dirección constante. Este movimiento claramente direccional, de baja reorientación y alta linealidad, es concordante con lo descrito para las ballenas gris

(Gailey *et al.* 2005) y minke (Tetley 2004, Baumgartner 2008) en el mismo estado conductual.

Por último, el estado de descanso se caracterizó principalmente por una menor velocidad de nado, además de los mayores índices de reorientación y linealidad de los tres estados conductuales. El conocimiento de esta conducta en rorcuales aún es muy escaso, no obstante Ford (2009) ha descrito en orcas una baja velocidad de nado mientras descansan en comparación con los estados de alimentación y desplazamiento, lo que coincide con lo encontrado en ballena fin. Lo anterior podría reflejar que las ballenas estarían principalmente en estado de reposo, lo cual les permitiría mantener un menor gasto energético (Ford 2009).

6.2. Comportamiento de la ballena fin en temporadas con y sin turismo de whale-watching

6.2.1. Duración de los estados conductuales

En relación al tiempo invertido por la ballena fin en los diferentes estados conductuales evaluados, se obtuvo, aunque sin una diferencia significativa asociada, que esta especie presenta una mayor duración de la conducta de alimentación durante la época sin turismo de avistamiento, como fue planteado en una de las predicciones del presente trabajo. Al igual que para otras especies, este estado se vería favorecido por la ausencia de las embarcaciones turísticas, como ha sido descrito para la ballena jorobada (*M. novaengliae*) donde la presencia de embarcaciones de whale-watching en ocasiones

interrumpe la actividad de alimentación de los grupos, ya sea para acercase o evadir a las embarcaciones (Stamation *et al.* 2010). También se ha visto una disminución en las oportunidades de alimentarse de la ballena azul en una zona de alimentación en Canadá, debido a la presencia de embarcaciones turísticas (Lesage *et al.* 2017).

Para el estado de desplazamiento, si bien no se obtuvo una diferencia estadística significativa, se observaron mayores valores del índice de duración de este estado durante la época con turismo (Figura 13). Lo anterior podría reflejar que efectivamente las ballenas se ven afectadas por las embarcaciones turísticas, cesando el desarrollo de otros estados conductuales para alejarse del foco de amenaza, y por ende aumentado el estado de desplazamiento (Lusseau 2003, Christiansen *et al.* 2013).

Adicionalmente, contrario a lo esperado, el estado de descanso registró un mayor índice de duración en la época de turismo. Lo anterior, no tiene un apoyo teórico de otras investigaciones, sin embargo, estos resultados fueron obtenidos con un bajo tamaño muestral lo que limita las interpretaciones.

6.2.2. Variables conductuales en presencia de whale-watching

Las variables conductuales (tiempo en superficie, tiempo de buceo, velocidad de nado, índices de reorientación y linealidad) que presentaron diferencias entre ambas épocas turísticas en todos los estados conductuales (desplazamiento, descanso y alimentación) de la ballena fin, fueron los índices de reorientación y linealidad.

Cuando la ballena fin se encontró desplazándose o alimentándose en el área de estudio, los ángulos de reorientación fueron menores y los índices de linealidad fueron mayores en presencia de embarcaciones de whale-watching. Lo anterior indicaría que sus movimientos fueron más predecibles, al ser su desplazamiento más fluido y direccional (Williams *et al.* 2002, Williams *et al.* 2007, Williams *et al* 2009). Estos cambios conductuales no son consistentes con alguna técnica de evasión definida en la literatura, ya que en ese caso sus movimientos deberían ser menos predecibles, como mayores cambios de orientación (mayor índice de reorientación) o cambios constantes en la dirección de su trayectoria (menor índice de linealidad) (Williams *et al.* 2002). Lo anterior podría deberse a la gran diversidad de respuestas que pueden mostrar los animales según sus diferentes características interindividuales, como la edad, estado reproductivo y su capacidad de adaptabilidad a factores de estrés, entre otras que podrían influir en su conducta (Richardson *et al.* 1985, Lien 2001).

Contrario a lo anterior, la presencia de embarcaciones turísticas provocó una reducción de los ángulos de reorientación y del índice de linealidad durante el estado de descanso. Es decir, las ballenas adoptaron un camino más fluido pero no direccional en comparación con su conducta sin la presencia de estas embarcaciones. Esta variación en la direccionalidad de la ballena fin mientras descansaba concuerda con lo registrado para otras especies de misticetos, donde la predictibilidad del camino seguido por las ballenas disminuye frente a la presencia de embarcaciones de whale-watching, aumentando los cambios de orientación en cada salida a superficie y disminuyendo la direccionalidad de su movimiento general (Scheidat *et al.* 2004, Schaffar *et al.* 2013). Es decir, el desplazamiento

de las ballenas se vuelve más errático y, por lo tanto, menos predecible. Estudios similares realizados en otras especies indican que estos cambios direccionales estarían relacionados con las tácticas evasivas utilizadas en conductas de defensa frente a depredadores (Frid & Dill 2002, Williams *et al.* 2002). Esto podría sugerir que la presencia de embarcaciones turísticas representa una perturbación o amenaza para las ballenas y que estas intentan eludir.

La variable velocidad de nado, al contrario de lo esperado, disminuyó cuando la ballena fin fue observada desplazándose y alimentándose en presencia de embarcaciones de whale-watching. En el estado de descanso, esta variable no mostró diferencias significativas frente al turismo de avistamiento en la zona, por lo tanto, podrían no haber utilizado esta estrategia de evasión. Estudios en otras especies de cetáceos indican que el aumento de la velocidad de nado sería una de las técnicas de evasión utilizadas por estos frente a las embarcaciones turísticas (Kruse 1991, Scheidat *et al.* 2004). Sin embargo, esta técnica podría no ser la más eficiente, ya que existe evidencia que la tasa de respiración y la tasa metabólica aumentarían exponencialmente al nadar más rápido (Sumich 1983, Kriete 1995), y este aumento en la tasa de salidas a superficie provocaría que los cetáceos sean más visibles (Williams *et al.* 2002).

Finalmente, el tiempo en superficie solo mostró diferencias significativas para el estado de descanso, y el tiempo de buceo para el estado de alimentación. Sin embargo, las diferencias observadas no son congruentes con una forma de evasión de tipo vertical, ya que no hubo una disminución en el tiempo en superficie ni un aumento en la duración de los buceos en la temporada de alto turismo de avistamiento, como se ha reportado para la

ballena fin en el Mediterráneo (Jahoda *et al.* 2003) y otras especies de cetáceos (Schaffar *et al.* 2013, Williamson *et al.* 2016).

Cuando las embarcaciones turísticas se acercaron a un grupo o individuo que se encontraba descansando, se observó un aumento en el tiempo de permanencia de las ballenas en superficie, lo cual es similar a lo reportado para una población de ballena jorobada que migraba hacia el norte, desde Sydney, Australia (Gulesserian *et al.* 2011). Estas tuvieron una mayor probabilidad de permanecer en superficie respirando que adoptar un tipo de evasión vertical (buceos más profundos o largos), frente a las embarcaciones turísticas en el área. Lo anterior podría significar que los individuos no demostraron una respuesta evasiva inmediata a las embarcaciones, sino que optaron por un comportamiento de vigilancia superficial (Gulesserian *et al.* 2011). El comportamiento de buceo adoptado por la ballena fin debe continuar siendo evaluado en el futuro con el fin de determinar si estos cambios conductuales efectivamente corresponden a una táctica de evasión utilizada frente a las embarcaciones de whale-watching en la RMIC.

La ausencia de diferencias importantes en el tiempo en superficie y de buceo de la ballena fin entre las temporadas turísticas podría deberse a la diversidad de respuestas conductuales que estás presentan según la forma en que perciben la presencia de las embarcaciones, la cual podría ser diferente a nivel interindividual, como por experiencias anteriores con el turismo de whale-watching (Watkins 1986, Lien 2001). También podría ser explicado por otros factores, como corrientes y profundidad del área de estudio, que podrían condicionar el tipo de respuesta conductual de esta población de ballenas en el área de estudio particular, como ha sido descrito en otros estudios (Kavanagh *et al.* 2017).

Es importante tener en cuenta que al utilizar estas variables conductuales como indicadores de perturbación, las respuestas que no coincidieron con alguna de las tácticas evasivas o la ausencia de respuesta frente al turismo de avistamiento, no se interpreten inmediatamente como una falta de sensibilidad a la posible fuente de perturbación o una habituación por parte de los animales (Bejder *et al.* 2006a); para emitir un juicio responsable, éstas deben seguir siendo evaluadas por un periodo de tiempo mayor, además de añadir otras variables conductuales indicadoras tales como la profundidad de buceo y actividad respiratoria (numero, tasa e intervalo de respiración), que permitan esclarecer las causas y consecuencias de estos cambios de comportamiento.

6.3. Implicancias para la conservación

En este estudio se logró evidenciar que las respuestas conductuales de la ballena fin se vieron alteradas por la actividad turística de avistamiento de cetáceos, y estas variaciones podrían corresponder a respuestas conductuales a corto plazo, como ha sido mencionado por otros estudios similares (Morete *et al.* 2007, Schaffar *et al.* 2013), ya que posterior al encuentro con las embarcaciones los cetáceos dejarían de exhibir estas respuestas (Scheidat *et al.* 2004, Williamson *et al.* 2016). El que los cetáceos realicen repetitivamente cambios conductuales de corto plazo podría resultar en efectos acumulativos a largo plazo, que eviten la realización de sus procesos naturales de vida (Morete *et al.* 2007, Lusseau & Bejder 2007, Christiansen *et al.* 2013), disminuya la frecuencia de ocurrencia en zonas donde se desarrolla el whale-watching (Herman 1979) o afecte su abundancia relativa (Bejder *et al.* 2006b).

El estudio de la conducta de los cetáceos, y animales en general, es fundamental para planificar estrategias de conservación ajustadas a la realidad de cada área en particular (Tetley *et al.* 2004). A través de la evaluación de su comportamiento se puede lograr identificar áreas prioritarias de su uso del hábitat, como zonas de alimentación, y con esta información proponer medidas de manejo y conservación como parques marinos o áreas protegidas.

El estudio de los efectos a corto y largo plazo de las diferentes actividades humanas en los cetáceos, como el turismo de avistamiento de cetáceos, la pesca incidental o el ruido submarino, entre otras, es un paso importante para la regulación de estas actividades a través de la creación o actualización de medidas de manejo, las cuales deberían enfocarse en asegurar que los cetáceos puedan realizar plenamente sus procesos naturales.

Finalmente, se debe considerar que las diferentes especies de cetáceos poseen características que las hacen socialmente diferentes y complejas, como su capacidad de aprendizaje social y su variada ecología conductual, lo que debe ser considerado para evitar que su conservación se vea obstaculizada por medidas inadecuadas (Brakes & Dall 2016). En este contexto los etogramas son herramientas muy relevantes para continuar comprendiendo la ecología conductual de los animales.

6.4. Dificultades y futuros estudios

La principal dificultad que presentó este estudio y los de cetáceos en general es el difícil acceso a ellos. En particular, los estudios conductuales deben diseñarse de manera

estratégica puesto que estos animales solo pueden ser observados en superficie por breves periodos de tiempo y además ajustarse al área en particular dada las diferencias interpoblacionales e interindividuales existentes (Nowacek *et al.* 2016). Durante la revisión bibliográfica solo se encontraron etogramas disponibles para algunas especies de delfines y ballenas (Orcas: Martínez & Klinghammer 1978, delfín nariz de botella: Weaver 1987, Constantine *et al.* 2004, calderón de aleta corta: Hofmann *et al.* 2004, ballena gris: Gailey *et al.* 2005, ballena minke: Baumgartner 2008); no se encontró en la literatura un etograma disponible para la ballena fin, por lo que fue necesario construir uno y ajustarlo a la especie dependiendo de las condiciones reales en terreno. Sin embargo, a pesar de estas dificultades, el etograma resultante permitió la adecuada identificación y diferenciación de las conductas de las ballenas fin que transitan por el área de estudio, lo que permitió categorizar correctamente cada seguimiento realizado en terreno.

Cabe destacar que se logró comparar el comportamiento de la ballena fin entre dos temporadas de diferente intensidad turística, a través de la identificación de variables conductuales que efectivamente permitieron diferenciar los estados conductuales de esta especie. En complemento de lo anterior, existen variables relacionadas al turismo de avistamiento de cetáceos que pueden influir de maneras diferentes en el comportamiento de estos animales y por lo tanto es importante considerar el número de embarcaciones, la distancia a la que se realiza el avistamiento, el modo de aproximación a los cetáceos, la velocidad de acercamiento, el ruido del motor, el comportamiento de los turistas a bordo, entre otros. Actualmente existen diversos estudios que relacionan algunos de estos factores, en diferentes magnitudes, con el comportamiento de diferentes especies de cetáceos

(Williams *et al.* 2009, Schaffar *et al.* 2013, Sepúlveda *et al.* 2017, Gutiérrez 2017), los cuales en su mayoría logran identificar que algunos factores por sobre otros, provocan perturbaciones en la conducta de estos.

Finalmente, investigaciones futuras podrían incluir otras técnicas que no fueron utilizadas en el presente estudio, con el fin de obtener mayores detalles e información sobre la conducta de la ballena fin, como la utilización de foto-identificación; aumento del período de estudio y el esfuerzo; identificar el uso de hábitat de la zona; incluir factores de cambio asociados a las embarcaciones turísticas, como los mencionados anteriormente; y relacionar el comportamiento de la ballena fin con variables ambientales y oceanográficas, entre otras.

7. CONCLUSIONES

- El etograma es una herramienta conductual fundamental para el estudio de los posibles impactos de actividades antropogénicas sobre los animales, como lo es para este estudio sobre el turismo de avistamiento de cetáceos en la RMIC.

- Las variables identificadas (tiempo en superficie, tiempo de buceo, velocidad de nado, índices de reorientación y linealidad) permitieron diferenciar entre los estados conductuales, y por lo tanto, hacer posible el estudio propuesto.

- La actividad turística de avistamiento de cetáceos si produce cambios conductuales en la ballena fin en la RMIC, y alguno de estos pueden ser considerados como efectos perjudiciales para la especie.

- La duración del estado de alimentación de la ballena fin fue menor para la temporada de turismo de avistamiento de cetáceos en la RMIC.

- La conducta de descanso de la ballena fin demostró verse afectada por la presencia de las embarcaciones turísticas, al presentar significativamente menos lineal su movimiento.

- Los cambios de dirección en cada salida a superficie y de la linealidad del movimiento, serían las respuestas más utilizadas por la ballena fin durante la temporada de alto turismo de avistamiento en la RMIC.

- El aumento de la velocidad de nado no sería la estrategia de evasión más eficaz para la ballena fin, al igual que las tácticas de evasión vertical, frente a las embarcaciones turísticas en la RMIC.

- Las respuestas conductuales a corto plazo deben ser consideradas de importancia, ya que pueden conllevar a cambios perjudiciales de largo plazo, en especial cuando se conoce la existencia de otros factores que podrían aumentar la amenaza, como la baja disponibilidad de alimento en el área u otras actividades antrópicas dañinas.

8. LITERATURA CITADA

Acevedo-Gutiérrez A, D Croll & B Tershy. 2002. High feeding costs limit dive time in the largest whales. The journal of Experimental Biology 205: 1747-1753.

Acevedo J, M O'Grady & B Wallis B. 2012. Sighting of the fin whale in the Eastern Subtropical South Pacific: Potential breeding ground? Revista de biología marina y oceanografía 47(3): 559-563.

Acuña E, J Moraga & E Uribe. 1989. La zona de Coquimbo: Un sistema nerítico de surgencia de alta productividad. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Revista Pacífico Sur (Número Especial).

Aguayo-Lobo A, D Torres & J Acevedo. 1998. Los mamíferos marinos de Chile: I. Cetacea. Serie Científica INACH 48: 19-159.

Aguayo-Lobo A. 1999. Los cetáceos y sus perspectivas de conservación. Estudios Oceanológicos 18: 35-43.

Aguilar A. 2002. Fin whale, *Balaenoptera physalus*. En: Encyclopedia of Marine Mammals. Perrin WF, B Würsig & JG Thewissen (eds). Academic Press, 433-437 pp.

Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour 49(3): 227-266.

Barco SG, WM Swingle, WA Mlellan, RN Harris & D Pabst. 1999. Local abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the nearshore waters of Virginia Beach, Virginia. Marine Mammal Science 15(2): 394-408.

Baumgartner N. 2008. Distribution, diving behaviour and identification of the North Atlantic Minke whale in Northeast Scotland.Magister Thesis, School of Biological Sciences, University of Aberdeen, Escocia, 114 pp.

Bellefleur D, P Lee & RA Ronconi. 2009. The impact of recreational boat traffic on Marbled Murrelets (*Brachyramphus marmoratus*). Journal of Environmental Management 90(1): 531-538.

Beer T. 2013. Beaufort wind scale. En: Bobrowski P (ed). Encyclopedia of Natural Hazards, 42-45 pp. Springer, Países Bajos.

Bejder L, A Samuels, H Whitehead & N Gales. 2006a. Interpreting short-term behavioural responses to disturbance within a longitudinal perspective. Animal Behaviour 72:1149–1158.

Bejder L, A Samuels, H Whitehead, N Gales, J Mann, R Connor, M Heithaus, J Watson-Capps, C Flaherty & M Krützen. 2006b. Decline in relative abundance of bottlenose dolphins exposed to long-term disturbance. Conservation Biology 20 (6): 1791-1798.

Bertulli C. 2010. Minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) and white-beaked dolphin (*Lagenorhynchus albirostris*) feeding behavior. Magister Thesis, University of Iceland, School of Engineering and Natural Sciences, Reykjavik, 239 pp.

Brakes P & S Dall. 2016. Marine mammal behavior: A review of conservation implications. Frontiers in Marine Science 3: 1-15.

Capella J, Y Vilina & J Gibbons. 1999. Observación de cetáceos en isla Chañaral y nuevos registros para el área de la reserva nacional Pingüino de Humboldt, Norte de Chile. Estudios Oceanológicos 18: 57-64.

Cato D, M Noad, R Dunlop, R McCauley, N Gales, C Kent, H Kniest, D Paton, K Jenner, J Noad, A Maggi, I Parnum & A Duncan. 2013. A study of the behavioural response of whales to the noise of seismic air guns: Design, methods and progress. Acoustics Australia 41(1): 88-97.

Christiansen F, M Rasmussen & D Lusseau. 2013. Whale watching disrupts feeding activities of minke whale on a feeding ground. Marine Ecology Progress Series 478: 239-251.

Clarke R. 1962. Whale observation and whale marking off the coast of Chile in 1958 and from Ecuador towards and beyond the Galapagos Islands in 1959. Norsk Hvalfangst Tidende 51: 265-287.

CONAF. 2015. Estadistica Visitantes Unidad SNASPE, 2015. Gerencia de Áreas Protegidas y Medio Ambiente. Unidad de Planificación y Control de Gestión. Corporación Nacional Forestal. Gobierno de Chile 3 pp. [en línea] <www.conaf.cl>.

Constantine R, DH Brunton T & Dennis. 2004. Dolphin-watching tour boats change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behaviour. Biological Conservation 117(3): 299-307.

Constantine R & L Bejder. 2008. Managing the whale-and dolphin-watching industry: time for a paradigm shift. En Marine Wildlife and Tourism Management: Insights from the Natural and Social Sciences, Oxford, CABI International Publishing, 321-333 pp.

Croll D, A Acevedo-Gutiérrez, B Tershy & J Urbán-Ramírez. 2001. The diving behavior of blue and fin whales: is dive duration shorter than expected based on oxygen stores? Comparative Biochemistry and Physiology Part A 129: 797-809.

Curtin S. 2003. Whale-Watching in Kaikoura: Sustainable Destination Development. Journal of Ecotourism 2(3): 173-195.

Curtin S. 2010. Managing the wildlife tourism experience: The importance of tour leaders. International Journal of Tourism Research 12(3): 219-236.

Dans S, E Crespo, S Pedraza, M Degrati & G Garaffo. 2008. Dusky dolphin and tourist interaction: effect on diurnal feeding behavior. Marine Ecology Progress Series 396: 287-296.

Dunlop R, M Noad, D Cato, E Kniest, P Miller, J Smith & D Stokes. 2013. Multivariate analysis of behavioural response experiments in humpback whales(*Megaptera novaeangliae*). The Journal of Experimental Biology 216: 759-770.

Félix F, & B Haase. 2001. The humpback whale off the coast of Ecuador, population parameters and behavior. Revista de Biología Marina y Oceanografía 36(1): 61-74.

Fisher S, N Grimm, E Martí, R Holmes & J Jones Jr. 1998. Material Spiraling in Stream Corridors: A Telescoping Ecosystem Model. Ecosystems 1:19-34.

Ford J. 2009. Killer Whale: *Orcinus orca*. En: Encyclopedia of Marine Mammals. Perrin WF, B Würsig & JG Thewissen (eds). Academic Press, 650-657 pp.

Frid A & L Dill. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. Conservation Ecology 6 (1): 1-11.

Friedlaender A, J Goldbogen, E Hazen, J Calambokidis & B Southall. 2014. Feeding performance by sympatric blue and fin whales exploiting a common prey resource. Marine Mammal Science 31: 345–354.

Gailey G, O Sychenko & B Würsig. 2005. Western gray whale behavior and movement patterns: shorebased observations off Sakhalin Island, July-September 2003. Reporte Final para Sakhalin Energy Investment Company Limited y Exxon Neftegas Limited. Yuzhno-Sakhalinsk, Russia. 79 pp.

Gambell R. 1985. Fin whale *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758). En: Handbook of marine mammals. Ridgway R & R Harrison (eds). Academic Press Inc. 1era edición, volumen 3: 171-192.

Garrod B & D Fennell. 2004. An analysis of whalewatching codes of conduct. Annals of Tourism Research 31(2): 334-352.

Gibbons J, J Capella & C Valladares. 2003. Rediscovery of a humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, feeding ground in the Straits of Magellan, Chile. Journal of Cetacean Research and Management 5(2): 203-208.

Godwin E, M Noad, E Kniest & R Dunlop. 2016. Comparing multiple sampling platforms for measuring the behavior of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). Marine Mammal Science 32(1): 268-286.

Goldbogen J, J Calambokidis, R Shadwick, E Oleson, M McDonald & J Hildebrand. 2006. Kinematics of foraging dives and lunge-feeding in fin whales. Journal of Experimental Biology 209: 1231–1244.

Goldbogen J, N Pyenson & R Shadwick. 2007. Big gulps require high drag for fin whale lunge feeding. Marine Ecology Progress Series 349: 289-301.

Goldbogen J, J Calambokidis, E Oleson, J Potvin, N Pyenson, G Schorr & R Shadwick. 2011. Mechanics, hydrodynamics and energetics of blue whale lunge feeding: efficiency dependence on krill density. Journalof Experimental Biology 214: 131–146.

Goldbogen J, J Calambokidis, A Friedlaender, J Francis, S DeRuiter, A Stimpert, E Falcone & B Southall. 2013. Underwater acrobatics by the world's largest predator: 360° rolling manoeuvresby lunge-feeding blue whales. Biology Letters 9.

Gordon J & L Steiner. 1992. Ventilation and dive patterns in sperm whales, Physeter macrocephalus, in the Azores. Report of the International Whaling Commission 42: 561-565.

Gössling S. 2002. Human-environmental relations with tourism. Annals of Tourism Research 29(4): 539-556.

Green R & K Higginbottom. 2001. The negative effects of wildlife tourism on wildlife. Wildlife tourism research report series n°5. CRC for Sustainable Tourism Pty Ltd, Australia, 111 pp.

Green R & M Giese. 2004. Negative Effects of Wildlife Tourism on Wildlife. En: Wildlife Tourism: Impacts, management and planning. Common Ground Publishing Pty Ltd, Australia, 81-97 pp.

Gulesserian M, D Slip, G Heller & R Harcourt. 2011. Modelling the behaviour state of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in response to vessel presence off Sydney, Australia. Endangered Species Research 15: 255-264.

Gutiérrez L. 2017. Whale Watching en Caleta Chañaral de aceituno: Buenas prácticas para una actividad sustentable. Tesis de pregrado, Universidad de Valparaíso, Valparaíso. 92 pp.

Gutzwiller KJ. 1995. Recreational disturbance and wildlife communities. Pages 169-181 *en* R.L. Knight and K.J. Gutzwiller (eds), Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research. Island Press, Washington, DC. 372 pp.

Harzen S. 2002. Use of an electronic theodolite in the study of movements of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado Estuary, Portugal. Aquatic Mammals 28(3): 251-260.

Herman L. 1979. Humpback whales in Hawaiian waters: a study in historical ecology. Pacific Science 33 (1): 1-15.

Higginbottom K. 2004. Wildlife Tourism: Impacts, management and planning. Common Ground Publishing Pty Ltd, Australia, 301 pp.

Hofmann B, M Scheer & I Behr. 2004. Underwater behaviors of short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) off Tenerife. Mammalia 68(2-3): 221-224.

Hooker S & L Gerber. 2004. Marine Reserves as a tool for ecosystem-based management: the potential importance of megafauna. BioScience 54 (1): 27-39.

Hoyt E. 2001. Whale watching: Worldwide tourism numbers, expenditures, and expanding socioeconomic benefits. Yarmouth Port: International Fund for Animal Welfare. 158 pp.

Hoyt E & M Iñíguez. 2008. The state of whale watching in Latin America. Whale and Dolphin Conservation Society, Chippenham, United Kingdom, 60 pp.

Hucke-Gaete R, LP Osman, CA Moreno, KP Findlay & DK Ljungblad. 2004. Discovery of a blue whale feeding and nursing ground in southern Chile. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences 271 (Suppl 4): 170-173.

Insley S, A Phillips & I Charrier. 2003. A review of social recognition in pinnipeds. Aquatic Mammals 29(2): 181-201.

Jahoda M, C Lafortuna, N Biassoni, C Almirante, A Azzellino, S Panigada, M Zanardelli & G Notarbartolo Di Sciara. 2003. Mediterranean fin whale's (*Balaenoptera physalus*) response to small vessels and biopsy sampling assessed through passive tracking and timing of respiration. Marine Mammal Science 19 (1): 96-110.

Jefferson TA, MA Webber & RL Pitman. 2008. Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification. Academic Press, 572 pp.

Karczmarski L. 2000. Conservation and management of humpback dolphins: the South African perspective. Oryx 34(3): 207-216.

Kavanagh A, M Noad, S Blomberg, A Goldizen, E Kniest, D Cato & R Dunlop. 2017. Factors driving the variability in diving and movement behavior of migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*): Implications for anthropogenic disturbance studies. Marine Mammal Science 33(2): 413-439.

Kniest E. 2012. Visual Detection and Ranging (VADAR), version 1.45.06. University of Newcastle, Callaghan, Australia.

Kovacs K & S Innes. 1990. The impact of tourism on Harp Seals (*Phoca groenlandica*) in the Gulf of St. Lawrence, Canada. Applied Animal Behaviour Science 26: 15-26.

Kriete B. 1995. Bioenergetics in the killer whale, *Orcinus orca*. Doctoral Thesis, University of British Columbia, Vancouver, Canada, 156 pp.

Kruse S. 1991. The interactions between killer whales and boats in Johnstone Strait, BC. En: Dolphin societies: Discoveries and puzzles. Pryor K & KS Norris (eds). University of California Press, Los Angeles. 149-159 pp.

Lesage V, A Omrane, T Doniol & A Mosnier. 2017. Increased proximity of vessels reduces feeding opportunities of blue whales in the St. Lawrence Estuary, Canada. Endangered Species Research 32: 351-361.

Lien J. 2001. The conservation basis for the regulation of whale watching in Canada by the department of fisheries and oceans: A precautionary approach. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2363: 38 pp.

Lundquist D, M Sironi, B Würsig, V Rowntree, J Martino & L Lundquist. 2013. Response of southern right whales to simulated swim-with-whale tourism at Península Valdés, Argentina. Marine Mammal Science 29(2): 24-45.

Lusseau D. 2003. Effects of tour boats on the behavior of bottlenose dolphins: using Markov chains to model anthropogenic impacts. Conservation Biology 17(6): 1785-1793.

Lusseau D & L Bejder L. 2007. The long-term consequences of short-term responses to disturbance experiences from whalewatching impact assessment. International Journal of Comparative Psychology 20(2): 228-236.

Mackintosh NA. 1942. The southern stocks of whalebone whales. Discovery Reports 22: 197-300.

Malcolm C. 2003. The current state and future prospects of whale-watching management, with special emphasis on whale-watching in British Columbia. Doctoral Thesis. University of Victoria, British Columbia, Canada, 356 pp.

Mann J. 1999. Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. Marine mammal science 15(1): 102-122.

Martínez D & H Klinghammer. 1978. A partial ethogram of the killer whale (*Orcinus orca*). Carnivore 1: 13-27.

MMA 2011. Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres. Decreto N° 41, Ministerio del Medio Ambiente 2 pp.

Mobley JR & LM Herman. 1985. Transience of social affiliations among humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Hawaiian wintering grounds. Canadian Journal of Zoology 63(4): 762-772.

Moorhouse T, C Dahlsjö, S Baker, N D'Cruze & D Macdonald. 2015. The Customer Isn't Always Right—Conservation and Animal Welfare Implications of the Increasing Demand for Wildlife Tourism. PLoS ONE 10(10): 1-15.

Morete M, T Bisi & S Rosso. 2007. Mother and calf humpback whale responses to vessels around the Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. Journal of Cetacean Research Manage 9(3): 241-248.

Morete M, D Abras, C Martins. 2018. Land-based station studies of aquatic mammals in Latin America: Understanding behavior for conservation. En: Rossi-Santos M, Finkl C. (eds) Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America. Coastal Research Library, vol 22, 72-119.

New L, A Hall, R Harcourt, G Kaufman, E Parsons, H Pearson, A Mel Cosetino & R Schick. 2015. The modelling and assessment of whale-watching impacts. Ocean and Coastal Management 115: 10-16.

Nowacek S & R Wells. 2001. Short-term effects of boat traffic on bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. Marine Mammal Science 17(4): 673-688.

Nowacek D, F Christiansen, L Bejder, J Goldbogen & A Friedlaender. 2016. Studying cetacean behaviour: new technological approaches and conservation applications. Animal Behaviour 120: 235-244.

O'Connor S, R Campbell, H Cortez, T Knowles. 2009. Whale watching worldwide: Tourism numbers, expenditures and expanding economic benefits, a special report from the International Fund for Animal Welfare. Yarmouth: International Fund for Animal Welfare. 295 pp.

Pavez G, L Muñoz, F Barilari & M Sepúlveda. 2015. Variation in behavioral responses of the South American sea lion to tourism disturbance: Implications for tourism management. Marine Mammal Science 31(2): 427-439.

Pérez MJ, F Thomas, F Uribe, M Sepúlveda, M Flores & R Moraga. 2006. Fin whales (*Balaenoptera physalus*) feeding on *Euphausia mucronata* in nearshore waters off north-central Chile. Aquatic mammals 32(1): 109-113.

Peters K, G Parra, P Skuza & L Möller. 2013. First insights into the effects of swim-with-dolphin tourism on the behavior, response, and group structure of southern Australian bottlenose dolphins. Marine Mammal Science 29(4): 484-497.

Reynolds P & D Braithwaite. 2001. Towards a conceptual framework for wildlife tourism. Tourism Management 22: 31-42.

Richardson W, M Fraker, B Würsig & R Wells. 1985. Behaviour of Bowhead whales (*Baleaena mysticetus*) summering in the Beaufort Sea: Reactions to industrial activity. Biological Conservation 32: 195- 230.

Ritter F. 2003. Interactions of cetaceans with whale watching boats - Implications for the management of whale watching tourism. M.E.E.R. e.V., Berlin, Germany, 91 pp.

Roe D, N Leader-Williams & DB Dalal-Clayton. 1997. Take only photographs, leave only footprints: the environmental impacts of wildlife tourism. IIED Wildlife and Development Series No. 10. International Institute for Environment and Development, London. 87 pp.

Sanino GP & JL Yáñez. 2000. Efectos del turismo de observación de cetáceos en punta de Choros, IV Región, Chile. Revista Gestión Ambiental 6: 41-53.

Schaffar A, B Madon, C Garrigue & R Constantine. 2013. Behavioural effects of whale-watching activities on an Endangered population of humpback whales wintering in New Caledonia. Endangered Species Research 19(3): 245-254.

Scheidat M, C Castro, J Gonzalez & R Williams. 2004. Behavioural responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. Journal of Cetacean Research and Management 6(1): 63-68.

Sepulveda M, MJ Pérez, M Santos, G Pavez, C Olavarría, R Moraga & A Zerbini. 2018. From whaling to whale watching: Identifying fin whale critical foraging habitats off the Chilean coast. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem 2018: 1-9.

Sepúlveda M, D Oliva, G Pavez & M Santos. 2016. Caleta Chañaral de Aceituno: Destino turístico de alta calidad para el avistamiento de cetáceos, otros mamíferos y aves marinas. Universidad de Valparaíso, Fondo de Innovación para la Competitividad, 123 pp.

Sepúlveda M, M Santos & G Pavez. 2017. Whale-watching en la Reserva Marina Isla Chañaral: Manejo y Planificación para una actividad sustentable. Universidad de Valparaíso, Fondo de Protección Ambiental, 81 pp.

Sindiyo DM & FN Pertet. 1984. Tourism and its impact on wildlife conservation in Kenya. Industry and Environment 7(1): 14-19.

Stamation K, D Croft, P Shaughnessy & K Waples. 2007. Observations of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) feeding during their southward migration along the coast of southeastern New South Wales, Australia: Identification of a possible supplemental feeding ground. Aquatic Mammals 33(2):165–174.

Stamation K, D Croft, P Shaughnessy, K Waples& S Briggs. 2010. Behavioral responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to whale-watching vessels on the south eastern coast of Australia. Marine Mammal Science 26(1): 98-122.

Stockin KA, D Lusseau, V Binedell, N Wiseman & MB Orams. 2008. Tourism affects the behavioural budget of the common dolphin *Delphinus* sp. in the Hauraki Gulf, New Zealand. Marine Ecology Progress Series 355: 287-295.

Stone G, S Katona, A Mainwaring, J Allen & H Corbett. 1992. Respiration and surfacing rates of fin whales (*Balaenoptera physalus*) observed from a lighthouse tower. Report of the International Whaling Commission 42: 739-745.

Subpesca. 2005. Reserva Marina Isla Chañaral (III región), Reserva Marina Isla Choros-Isla Damas (IV región). Informe Técnico (R. Pesq.) N°15/2005, Subsecretaría de Pesca, 29 pp.

Sumich J. 1983. Swimming velocities, breathing patterns, and estimated costs of locomotion in migrating gray whales, *Eschrichtius robustus*. Canadian Journal of Zoology 61: 647-652.

Sutherland W. 1998. Importance of behavioural studies in conservation biology. Animal Behaviour 56: 801-809.

Tapper R. 2006. Wildlife Watching and Tourism: A study on the benefits and risks of a fast growing tourism activity and its impacts on species. UNEP / CMS Secretaría, Bonn, Alemania. 68 pp.

Tetley M. 2004. The Distribution and Habitat Preference of theNorth Atlantic Minke Whale (*Balaenoptera acutorostrata acutorostrata*) in the Southern Outer Moray Firth, NE Scotland. Magister Thesis, University of Wales, Bangor, UK, 111 pp.

The World Tourism Organization (UNWTO). 2017. UNWTO Annual Report 2016. UNWTO, Madrid, 78 pp.

Thiel M, E Macaya, E Acuña, W Arntz, H Bastias, K Brokordt, P Camus, J Castilla, L Castro, M Cortés, C Dumont, R Escribano, M Fernandez, J Gajardo, C Gaymer, I Gomez, A González, H González, P Haye, J Illanes, J Iriarte, D Lancellotti, G Luna-Jorquera, C Luxoro, P Manriquez, V Marín, P Muñoz, S Navarrete, E Pérez, E Pouline, J Sellanes, H Sepúlveda, W Stotz, F Tala, A Thomas, C Vargas, J Vásquez & J Vega. 2007. The Humboldt Current System of Northern and Central Chile. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 45: 195-344.

Verhulst S, K Oosterbeek & BJ Ens. 2001. Experimental evidence for effects of human disturbance on foraging and parental care in oystercatchers. Biological Conservation 101: 375-380.

Watkins W & W Schevill. 1979. Aerial observation of feeding behavior in 4 baleen whales: *Eubalaena glacialis*, *Balaenoptera borealis*, *Megaptera novaeangliae*, and *Balaenoptera physalus*. Journal of Mammalogy 60 (1): 155-163.

Watkins W. 1986. Whale reactions to human activities in Cape Cod waters. Marine Mammals Science 2(4): 251 – 262.

Weaver A. 1987. An ethogram of naturally occurring behavior of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Southern California waters. Magister Thesis, San Diego State University, California, USA, 180 pp.

Whitehead H. 1983. Structure and stability of humpback whale groups off Newfoundland. Canadian Journal of Zoology 61(6): 1391-1397.

Williams R, AW Trites & DE Bain. 2002. Behavioural responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale-watching boats: opportunistic observations and experimental approaches. Journal of Zoology 256(2): 255-270.

Williams R & E Ashe. 2007. Killer whale evasive tactics vary with boat number. Journal of Zoology 272(4): 390-397.

Williams R, D Bain, JC Smith & D Lusseau. 2009. Effects of vessels on behaviour patterns of individual southern resident killer whales *Orcinus orca*. Endangered Species Research 6 (3): 199-209.

Williamson M, A Kavanagh, M Noad, E Kniest & R Dunlop. 2016. The effect of close approaches for tagging activities by small research vessels on the behavior of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). Marine Mammal Science 32(4): 1234-1253.

Würsig B & M Würsig. 1979. Behavior and Ecology of the bottlenose dolphin, Turciops truncatus, in the South Atlantic. Fishery Bulletin 77(2): 399-412.

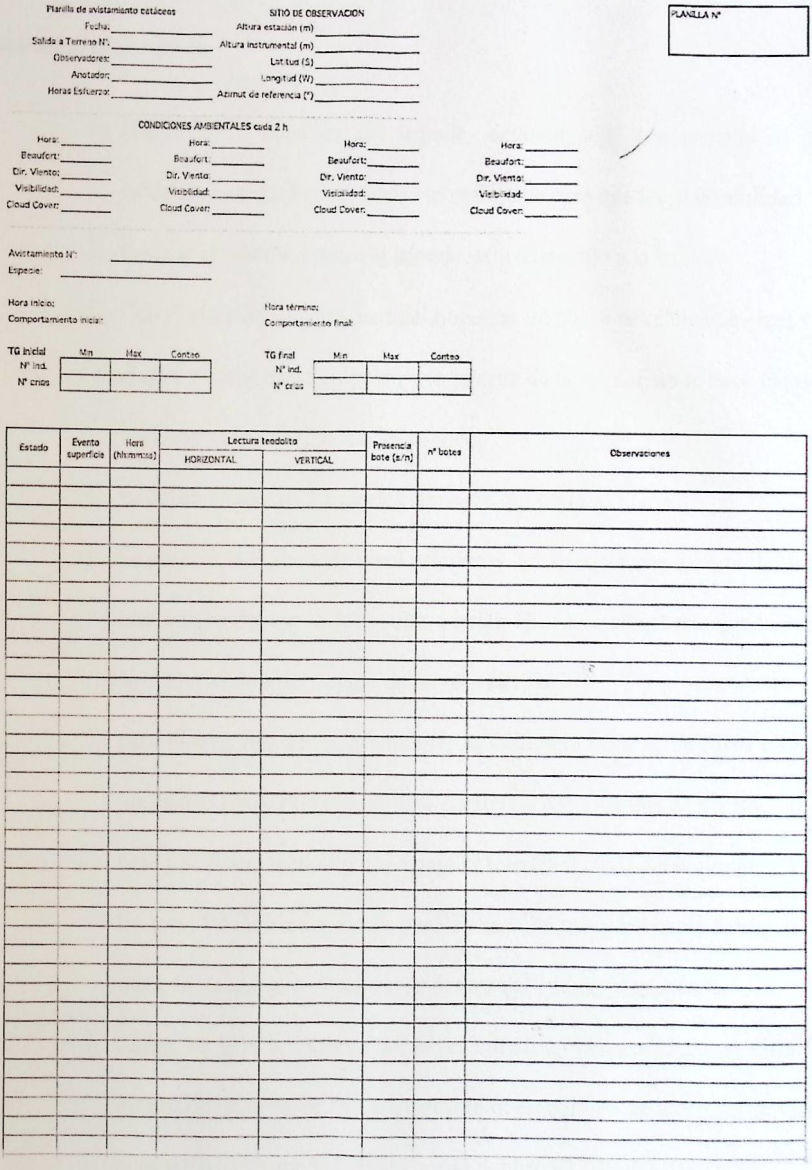
Yazdi P. 2007. Impact of tour boats on the behaviour and energetics of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) off Choros Island, Chile. Paper SC59/WW20 presented to the IWC Scientific Committee.

Yorio P, E Frere, P Gandini & A Schiavini. 2001. Tourism and recreation at seabird breeding sites in Patagonia, Argentina: current concerns and future prospects. Bird Conservation International 11(4): 231-245.

Zar J. 1996. Biostatical analysis. 3°ed. Prentice-Hall, New Yersey, USA.

9. ANEXOS

Anexo 1. Planilla utilizada para el registro de la información conductual de la ballena fin y condiciones ambientales.



Planilla de avistamiento cetáceos

Fecha: _____
Salida a Terreno N°: _____
Observadores: _____
Anotador: _____
Horas Esfuerzo: _____

SITIO DE OBSERVACION

Altura estación (m) _____
Altura instrumental (m) _____
Latitud (S) _____
Longitud (W) _____
Azimut de referencia (°) _____

PLANILLA N°

CONDICIONES AMBIENTALES cada 2 h

Hora: _____	Hora: _____	Hora: _____	Hora: _____
Beaufort: _____	Beaufort: _____	Beaufort: _____	Beaufort: _____
Dir. Viento: _____	Dir. Viento: _____	Dir. Viento: _____	Dir. Viento: _____
Visibilidad: _____	Visibilidad: _____	Visibilidad: _____	Visibilidad: _____
Cloud Cover: _____	Cloud Cover: _____	Cloud Cover: _____	Cloud Cover: _____

Avistamiento N°: _____
Especie: _____

Hora inicio:
Comportamiento inicial:

Hora término:
Comportamiento final:

TG inicial	Min	Max	Conteo
N° ind.			
N° crías			

TG final	Min	Max	Conteo
N° ind.			
N° crías			

Estado	Evento superficie	Hora (hh:mm:ss)	Lectura teodolito		Presencia bote (s/n)	n° botes	Observaciones
			HORIZONTAL	VERTICAL			

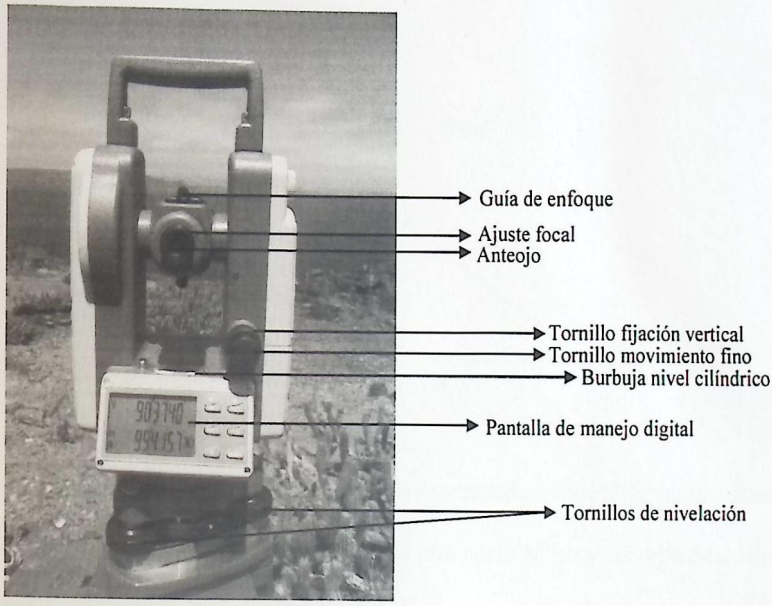
Anexo 2. Protocolo de armado y uso de teodolito.

Protocolo de uso del Teodolito

Instalación del teodolito:

1. Estirar los 3 soportes del trípode, dejando solo uno anclada al suelo, cuidando que queden separadas lo suficiente para que tenga estabilidad,
2. Colocar el teodolito sobre el trípode, atornillándolo a la base,
3. Con el visor de tangente vertical observar un punto de referencia en el suelo, al cual se debe hacer coincidir con la cruz de la mira. Esto se hace moviendo los 2 soportes no anclados del trípode,
4. Se deben anclar los 2 soportes restantes del trípode,
5. Se observa la burbuja de nivel esférico y según hacia que soporte del trípode este apuntando, esa se debe subir o bajar. Esto se realiza hasta que la burbuja se ubique dentro del círculo del nivel esférico,
6. Para nivelar finamente el teodolito se utiliza la burbuja de nivel cilíndrico (de calado fino). Primero, se deja paralela a dos tornillos de nivelación de la base y se fija el teodolito moviendo el tornillo de fijación horizontal. Luego, los tornillos de nivelación se mueven simultáneamente hacia dentro o hacia fuera, hasta que la burbuja quede dentro del cilindro demarcado,
7. Luego, se deja la burbuja del nivel cilíndrico perpendicular al tornillo de nivelación restante, se fija nuevamente el teodolito y se mueve el tornillo de nivelación hasta que la burbuja quede dentro del cilindro demarcado,

8. Finalmente, con el visor de tangente vertical se observa que el punto de referencia del suelo se encuentre bajo la cruz, en caso de que no sea así, se puede mover el teodolito completo desatornillándolo de su base y atornillándolo nuevamente una vez localizado el punto.

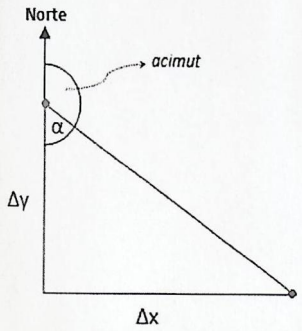


Para alinear el teodolito a los puntos cardinales:

1. Ubicar dos puntos georreferenciados con GPS (en grados sexagesimales), en uno de ellos se instalará el teodolito (puntos rojos en el esquema),
2. Conocer hacia donde se encuentra el Norte magnético, el cual debe quedar hacia arriba en el esquema,

3. Realizar un esquema, uniendo los dos puntos de coordenadas conocidas (en sistema UTM) y luego completar un triángulo, donde el Norte corresponde al eje X y el Este corresponde al eje Y,

Ejemplo de esquema:



4. Para conocer Δx y Δy se deben restar las coordenadas Norte y las coordenadas Este (en el caso del ejemplo, Δy sería negativa ya que esta hacia el Sur y Δx sería positiva ya que esta hacia el Este),

5. Calcular el acimut a través de la siguiente ecuación trigonométrica:

$$\alpha = \Delta tg \frac{\Delta x}{\Delta y}$$

Luego: $$acimut = 180° - \alpha$$

6. Rotando el teodolito (soltando el tornillo del acimut), se busca el valor calculado del acimut y se presiona la tecla "hold",

7. Finalmente, se rota nuevamente el teodolito hasta ubicar el punto de referencia inicial con la cruz del anteojo, para esto se pueden utilizar los tornillos de movimiento fino horizontal y vertical. Ya ubicado el punto de referencia se vuelve a presionar la tecla "hold" y se puede comenzar a trabajar.

Universidad de Valparaíso
Chile
00401217