



INFORME FINAL

Co-ocurrencia de cetáceos en zonas de pesca industrial en el norte de Chile: implicancias tróficas y ecológicas



Octubre, 2019

INFORME FINAL



Co-ocurrencia de cetáceos en zonas de pesca industrial en el norte de Chile : implicancias tróficas y ecológicas



**Centro de Investigación Aplicada del Mar
S.A., CIAM**

Director Ejecutivo: Carlos Merino Pinochet
Director Científico: Jorge Oliva López

Autora: Andrea Auger Lancellotti

Resumen ejecutivo

El presente estudio, realizó un catastro de las especies de cetáceos presentes en las costas del norte de Chile y relacionó su distribución con las zonas de pesca industrial de cerco de anchoveta, evaluó en algún grado, la interacción de la actividad de pesca con los cetáceos y describió el rol trófico que estas especies desempeñan.

El área de prospección consideró la zona comprendida desde Arica (18° 28'S) a Taltal (25° 17'S), zona en que se efectúa habitualmente la operación de pesca dirigida a la anchoveta. Esta especie es capturada principalmente en la franja costera de las primeras 30 millas náuticas.

Para el desarrollo de este estudio se utilizaron como plataformas de oportunidad los aviones de prospección pesquera que realizan la búsqueda de cardúmenes de anchoveta y las naves industriales cerqueras de Corpesca que operan en el área de estudio.

El análisis de la información correspondió al periodo comprendido entre el 31 de octubre 2017 y el 21 de noviembre 2018, realizando un total de 4 vuelos, 23 embarques y 48 lances de pesca observados dentro del área de estudio, logrando registrar un total de 184 avistamientos de cetáceos.

Se registraron 10 especies de cetáceos, representados por las familias delphinidae, physeteridae, phocoenidae y balaenopteridae, destacando la presencia del delfín oscuro para los odontocetos y de ballena fin para los mysticetos.

Para el total de registros de especies y grupos de individuos, el comportamiento con mayor ocurrencia correspondió al de “desplazamiento” dentro del área, seguido por el comportamiento de “forrajeo” y “alimentación y sociabilización”, principalmente en grupos de delfines oscuros, delfines comunes y nariz de botella, pudiendo observar además varias madres con cría. Para los rorcuales y cachalotes, el comportamiento con mayor ocurrencia fue el de “desplazamiento” dentro del área de estudio y de “evasión” ante la presencia de barcos. Se visualizó que las zonas de forrajeo, alimentación y tránsito de cetáceos, co-ocurren con las zonas de pesca, es decir, donde se realizan los lances de pesca y rutas de navegación para la búsqueda de anchoveta, siendo principalmente dentro de las primeras 20 millas náuticas, por lo que las medidas de mitigación podrían aplicarse dentro de esta franja.

La interacción de los cetáceos odontocetos, principalmente delfines oscuros, nariz de botella y delfín común, con la actividad de pesca fue indirecta, ya que no ingresan al cerco durante la pesca y se



mantienen, generalmente, alejados de la faena de pesca durante los lances. Para cetáceos de mayor tamaño, tales como, ballenas y cachalotes, no se observó interacción con la actividad de pesca, pero podría eventualmente, haber riesgo de colisiones con los barcos de pesca.

Dentro de las medidas de mitigación, se propone generar un cambio cultural respecto a la manera en que se realiza la pesca, apuntando a un comportamiento responsable por parte de los capitanes de pesca y tripulación, así como también, la utilización de dispositivos o utensilios para evitar o minimizar la captura de pesca incidental, estableciendo protocolos adecuados para la manipulación y liberación de ejemplares, que aseguren su supervivencia una vez devueltos al mar y la comunicación entre patrones de naves durante los avistamientos para evitar colisiones con ballenas dentro del área de pesca.



Contenido

1. Introducción	7
2. Objetivos	8
2.1 Objetivo general	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
3. Metodología	9
3.1. Área de estudio.....	9
3.2. Muestreo aéreo	9
3.3 Realización de cruceros a bordo.....	9
3.4 Comportamiento de cetáceos durante la interacción con naves pesqueras	10
3.5 Generar cartografía.....	10
4. Resultados	12
4.1 Muestreo aéreo	12
4.2 Realización de cruceros a bordo.....	13
4.3 Registro de especies dentro de la zona de estudio.....	16
4.4 Zonas con avistamientos	19
4.5 Comportamiento de los cetáceos dentro del área de estudio	23
4.6 Comportamiento de los cetáceos durante los lances de pesca.....	28
4.7 Presencia de pares madre cría dentro de la zona de estudio	32
5. Discusión.....	34
5.1 Presencia, distribución y co-ocurrencia de especies con la actividad de pesca dentro del área de estudio	34
5.1.1 Presencia de especies registradas	34
5.1.2. Distribución.....	35
5.1.3 Co-ocurrencia de especies con la actividad de pesca	38
6. Abundancia y estacionalidad de especies.....	44
6.1 Odontocetos.....	44
6.2 Mysticetos	45
6.3 Comportamiento de los cetáceos dentro del área de estudio y durante los lances de pesca....	46



6.4 Presencia de madres con cría en la zona de estudio	47
6.5 Ecología y rol trófico de los cetáceos en el ecosistema	48
7. Consideraciones generales	51
8. Literatura citada	54
9. Anexos.....	57
Tabla I. Tablas para codificación del comportamiento y Asociaciones de Alimentación Multiespecies (A.A.M) para aves y mamíferos marinos.....	58
Tabla II. Códigos para identificación de la interacción de aves y mamíferos marinos con embarcaciones pesqueras, propuestas por IFOP, modificado para este estudio.....	60

1. Introducción

Chile, debido a la gran productividad primaria que se genera en el Sistema de la Corriente de Humboldt (**SCH**), es uno de los países pesqueros más importantes del mundo. Este ecosistema alberga especies de peces importantes desde el punto de vista ecosistémico y económico, entre las que destaca la anchoveta, *Engraulis ringens*, por su elevada biomasa y por ser una especie clave en la dieta de muchos depredadores superiores tales como peces, aves y mamíferos marinos y, a su vez, por sustentar a la industria de consumo humano indirecto.

Los mamíferos marinos, predadores tope en la cadena trófica, están presentes en casi todas las zonas utilizadas por la pesquería, coincidiendo en las mismas áreas geográficas, por lo que la interacción entre ambos es casi inevitable. Comúnmente se reconocen dos tipos de interacción entre las pesquerías y cetáceos: **1.** las ecológicas, que implican una competencia por un mismo recurso pesquero (desde el punto de vista del hombre), o de las presas (desde el punto de vista de los cetáceos) y **2.** las operacionales, de carácter técnico y se manifiestan mientras se realizan las faenas extractivas, teniendo como consecuencia una pérdida económica para el sector pesquero y pérdida en la obtención de alimento para los cetáceos.

Los mamíferos marinos son considerados recursos hidrobiológicos, por lo que su caza está regulada por la Ley General de Pesca y Acuicultura, además de los Convenios Internacionales suscritos por Chile para la Conservación de estas especies. En nuestro país, la casi ausencia de estudios sobre la ecología y biología de los cetáceos involucrados en la pesquería no permite comprender los procesos biológicos y operacionales en estas interacciones, limitando el desarrollo de estrategias de mitigación e implementación de nuevas tecnologías para su conservación.

El presente estudio, propone realizar un catastro de las especies de cetáceos presentes en las costas del norte de Chile (Arica a Taltal) y relacionar su presencia con las zonas de pesca industrial de cerco de anchoveta e intentar evaluar, en algún grado, la interacción con la pesca industrial y el rol trófico que estas especies desempeñan.



2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Realizar un catastro de las especies de cetáceos presentes en las costas del norte de Chile, desde Arica hasta Taltal y relacionar su presencia e interacción con zonas de pesca industrial.

2.2 Objetivos específicos

- Registrar las especies de cetáceos e individuos por especie presentes en el área de estudio.
- Determinar si existe una superposición de las zonas de pesca con la distribución y presencia de los cetáceos.
- Evaluar el grado de interacción de las especies con respecto a la presencia de embarcaciones pesqueras dentro de la zona de pesca.
- Reconocer patrones de conducta o comportamiento de los cetáceos ante la presencia de embarcaciones de pesca y proponer medidas de mitigación.

3. Metodología

3.1. Área de estudio

El área de estudio consideró la zona comprendida desde Arica (18° 28'LS) a Taltal (25° 17'LS), zona en que se efectúa habitualmente la operación de pesca dirigida a la anchoveta. Esta especie es capturada principalmente en la franja costera de las primeras 30 millas náuticas.

3.2. Muestreo aéreo

Para efectuar el monitoreo de cetáceos se utilizó como plataforma de oportunidad los aviones de prospección pesquera de Corpesca, considerando el recorrido que realiza durante la búsqueda de cardúmenes de anchoveta en el área de estudio. Los recorridos realizados dentro de la zona de pesca, para efectos de observaciones y análisis fueron considerados “al azar”. La metodología utilizada (Kingsley y Reeves, 1998), demostró ser de gran utilidad al momento de realizar avistamientos de grandes cetáceos, ya que la observación desde aviones, entregó una mayor nitidez, disminuyendo la conducta evasiva de los animales, en comparación con la utilización de una nave pesquera.

Para cada recorrido se contó a bordo con un observador con experiencia, ubicado en el asiento del copiloto o en la proa del barco. Las observaciones se llevaron a cabo en condiciones de luz y de mar que permitieron registrar buenos avistamientos.

Cada recorrido fue separado en transectos o “*tracks*” para los cuales se registró la fecha, hora y ubicación de inicio y fin de cada *track*, la ubicación geográfica (latitud – longitud) de la avioneta al momento del avistamiento utilizando el GPS de la avioneta y un GPS marca Garmin Etrex 10, la velocidad de navegación, rumbo, altura de vuelo, estado de mar Beaufort, cobertura de nube, visibilidad e incidencia de luminosidad. Durante los avistamientos se registró la especie (si era posible), el número de individuos (contador manual), el comportamiento, rumbo de los individuos y observaciones complementarias (fauna asociada). Se tomaron fotografías cada vez que fue posible, para posteriormente identificar especies de una manera precisa.

3.3 Realización de cruceros a bordo

Se utilizó como plataforma de observación a las embarcaciones cerqueras de pesca industrial (PAM) de Corpesca, considerando los recorridos que se realizan dentro de la zona de pesca. Los recorridos dentro de la zona de pesca, para efectos del presente trabajo y análisis posteriores, fueron considerados “al azar”, aunque la flota a veces, tiene una ruta aparentemente definida para dirigirse hacia las zonas de pesca. Se usó como referencia para esta metodología lo propuesto por Henry (2004),

Durante cada recorrido, un observador con experiencia, se ubicó en proa o en el puente de mando para realizar las observaciones mirando 90° hacia babor y 90° hacia estribor. Las observaciones comenzaron a primera hora con luz, hasta el atardecer, siempre y cuando la luminosidad y condición de mar permitieran tener una visibilidad adecuada para realizar una buena observación. Cuando la condición de mar Beaufort fue mayor a 3 no se realizaron observaciones, ya que el oleaje y viento no permiten hacer registros de calidad.

Cada recorrido fue separado en transectos o “*tracks*” dentro de los cuales se registró la fecha, hora y ubicación (coordenadas) de inicio y fin de cada *track*, la ubicación geográfica (latitud – longitud) de la embarcación al momento del avistamiento utilizando un GPS marca Garmin etrex 10, corroborando las coordenadas con el GPS de la embarcación. Se registró también el estado del mar de acuerdo a escala Beaufort, cobertura de nube y visibilidad. Durante los avistamientos se registró la especie, número de individuos (usando contador manual), el comportamiento, rumbo de los individuos y observaciones complementarias. Se tomaron fotografías y videos cada vez que fue posible para posteriormente identificar especies de una manera precisa.

3.4 Comportamiento de cetáceos durante la interacción con naves pesqueras

Para determinar el comportamiento de los cetáceos se utilizó la metodología de codificación de comportamiento propuesta por Camphuysen & Garthe (2004). Los datos obtenidos fueron codificados de acuerdo a 18 categorías para cetáceos y 10 categorías para Asociación de Alimentación Multiespecie (AAM) que incluyen la interacción entre especies y el arte de pesca (**Anexos, Tabla 1**).

Para identificar los momentos de interacción se utilizó como guía los códigos propuestos en el documento del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) “Manuscrito y protocolo preparado para su implementación en el Programa de Investigación del Descarte en Pesquerías de Cerco de Pequeños Pelágicos” (versión 4, septiembre 2017, IFOP), el cual presenta fichas con códigos (**Anexos, Tabla 2**) para observaciones a bordo, comportamiento e identificación de momentos de interacción de los individuos con la faena de pesca. La codificación propuesta por el IFOP fue modificada para adaptarla a este estudio, pero siguiendo el protocolo propuesto por el IFOP, con la finalidad de obtener datos estandarizados y que puedan ser comparables.

3.5 Generar cartografía

Para crear mapas con los recorridos (*tracks*) de las embarcaciones y del avión, dentro del área de pesca, se utilizó el programa Golden Surfer. Para representar la distribución de las especies registradas



e identificación de zonas donde se realizaron lances de pesca y zonas con interacción con cetáceos, se utilizó el programa Arc Gis 10.

4. Resultados

4.1 Muestreo aéreo

Durante el periodo de estudio, el cual abarcó desde el 15 de noviembre 2017 hasta el 21 de noviembre 2018, se realizaron un total de 4 vuelos dentro de la zona de estudio. Se debe mencionar que, durante este periodo el avión tuvo que realizar pruebas de equipo, por lo que, por motivos de capacidad y seguridad, no fue posible abordar todos los vuelos que realizó el avión durante ese periodo (**Figura 1**).

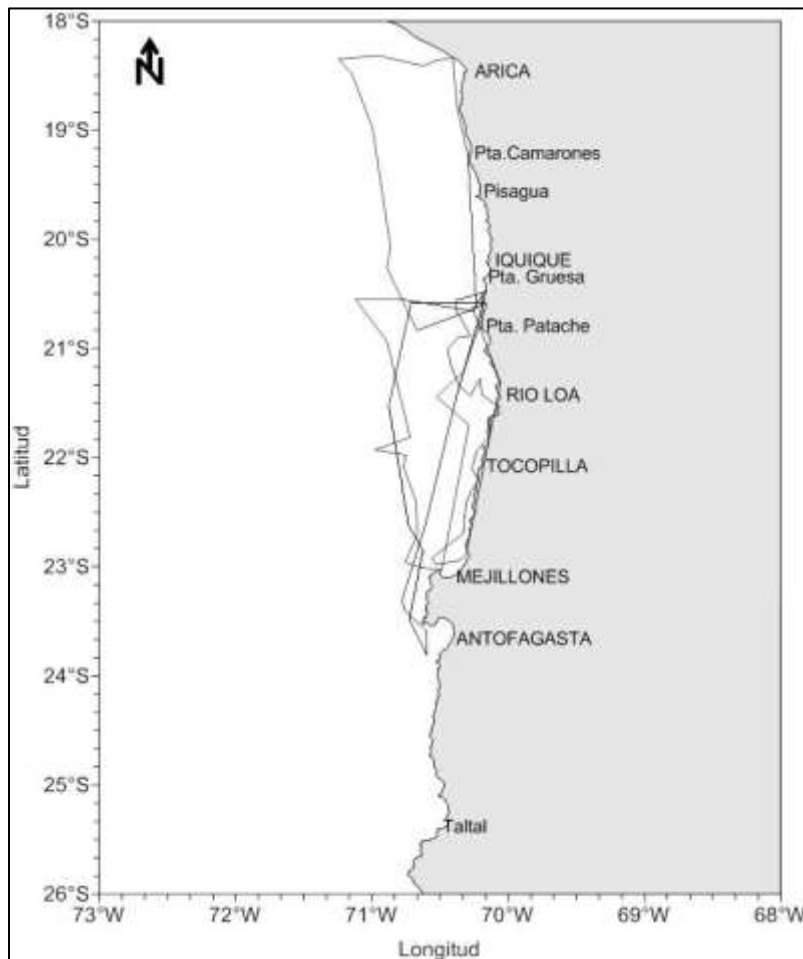


Figura 1. Mapa con los recorridos realizados a bordo del avión dentro de la zona de pesca. Las líneas continuas representan las rutas prospectadas.

Los vuelos fueron llevados a cabo entre el 31 de noviembre 2017 y el 8 de junio 2018, comenzando cerca de las 7:00 hrs y finalizando cerca del mediodía (**Tabla 3**). El número de tracks registrados y el rumbo variaron dependiendo de la ruta elegida por el piloto. La cobertura de nube registrada varió entre un 10 y un 100%, la altura de vuelo fluctuó entre los 800 y 1700 pies (ft). El vuelo 4 registró la mayor cantidad de avistamientos (n=9) (**Tabla 3**).

Tabla 3. Vuelos realizados, fecha, número total de tracks recorridos por vuelo, rumbos principales (N norte, S sur, W oeste, E este), cobertura de nube (C.C), altura mínima y máxima de vuelo, hora de inicio y final de cada vuelo y número total de avistamientos por vuelo.

Vuelo n°	Fecha	N° total track	Rumbos	C.C	Altura vuelo (ft)	Hora inicio	Hora fin	N° avistamientos
1	31-10-2017	6	N-W-S-N	100-80-10	980-1192	7:41	11:33	7
2	08-11-2017	9	S-E-SW-N-E	90-100-30	867-1129	7:35	12:06	8
3	10-11-2017	7	S-E-S-N	90-80-100	1379-1674	7:38	11:17	6
4	08-06-2018	10	S-SE-N-E	10-100-90	1000-1400	8:05	11:51	9

4.2 Realización de cruceros a bordo

Dentro del periodo de estudio se realizó un total de 24 embarques a bordo de los PAM de Corpesca Huracán, Blanquillo, Eperva 64, Aventurero, Camiña y Eperva 49, sumando un total de 48 lances de pesca (**Figura 2**). Para efectos del presente informe y análisis posteriores, sólo se consideraron los lances con presencia de cetáceos.

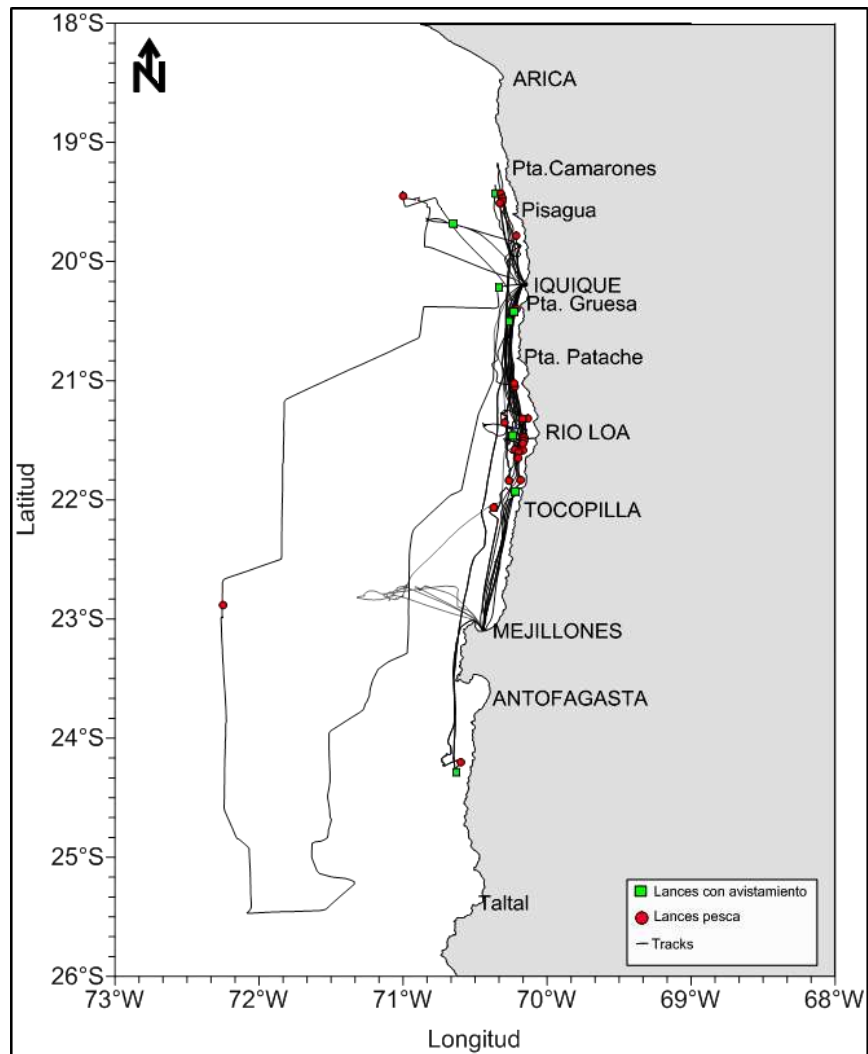


Figura 2. Recorridos a bordo de los PAM dentro del área de pesca y total de lances realizados durante el periodo de estudio. Los cuadrados en color verde indican los lances con presencia de cetáceos.

De 48 lances realizados, sólo 13 de ellos (27%; lances 2, 8, 9, 11, 13, 14, 23, 26, 34, 42, 44, 45 y 46), registraron la presencia de cetáceos, correspondiendo a un 27% del total de los lances. La **Tabla 4**, muestra los detalles para las condiciones de mar, coordenadas geográficas, temperatura del mar (TSM), profundidad (Z), número de embarcaciones, toneladas de pesca para cada lance y lances con avistamiento de cetáceos.

Tabla 4. Fecha y condiciones de mar registradas para cada lance de pesca realizado dentro del periodo de estudio.

Fecha	Lance n°	PAM	Hora	C.C	E.B	Visibilidad	Coordenada Sur	Coordenada Weste	Millas costa	T° (°C)	Z (m)	N° buques	Pesca (ton)
16-nov-17	1	Huracán	7:08	100	2	h.b	19° 27'	71° 00'	45			21	13
16-nov-17	2	Huracán	11:59	90	2	h.b	19° 41'	70° 39'	37			0	13
17-nov-17	3	Huracán	5:00	100	2	noche	21° 28'	70° 10'	2		107	32	13
21-nov-17	4	Huracán	3:40	noche	2	noche	21° 19'	70° 08'	3,6		88,5	10	6
21-nov-17	5	Huracán	8:51	0	2	h.b	21° 50'	70° 11'	2,1		104	21	6
22-nov-17	6	Huracán	4:25	10	2	oscuro	21° 35'	70° 10'	4,6	16,5	120	20	6
13-dic-17	7	Blanquillo	11:00	100	3	infinito	22° 53'	72° 15'	105	19	3000	0	0
14-dic-17	8	Blanquillo	6:48	0	2	h.b	20° 13'	70° 20'	19		600	0	0
01-mar-18	9	Eperva 64	7:40	10	2	h.b	21° 27'	70° 14'	9,5	14,6	120	18	0
01-mar-18	10	Eperva 64	12:52	60	2	h.b	21° 34'	70° 13'	7,1	16,1	125	18	0
02-mar-18	11	Eperva 64	6:30		3		20° 30'	70° 15'	5,3	16,7	111	6	0
02-mar-18	12	Eperva 64	10:40	0	2	h.b	20° 23'	70° 12'	2,5	16,2	181	9	0
02-mar-18	13	Eperva 64	13:09	0	2	infinito	20° 25'	70° 13'	3,6	16,4	103	3	0
06-mar-18	14	Eperva 64	6:40	1	2	h.b	19° 25'	70° 21'	7	16,5	167	3	85
06-mar-18	15	Eperva 64	9:57	1	2	h.b	19° 25'	70° 19'	5,3	15,9	118	3	85
06-mar-18	16	Eperva 64	12:17	1	2	h.b	19° 28'	70° 18'	5,2	16	116	3	85
07-mar-18	17	Eperva 64	7:00	0	2	h.b	19° 29'	70° 18'	5,7	15,4	126	24	69
07-mar-18	18	Eperva 64	9:30	0	2	h.b	19° 30'	70° 19'	7	16,4	142	29	69
08-mar-18	19	Eperva 64	19:35	0	3	infinito	19° 46'	70° 12'	10,1	17,2	113	1	75
09-mar-18	20	Eperva 64	6:30	0	3	h.b	21° 02'	70° 13'	3,7	15,8	86,9	12	75
09-mar-18	21	Eperva 64	8:30	0	3	h.b	21° 01'	70° 13'	3,7	16	86,4	12	75
03-abr-18	22	Eperva 64	4:30	0	2	h.b	21° 50'	70° 15'	5,3	17,3	290	21	25
03-abr-18	23	Eperva 64	7:51	0	2	h.b	21° 55'	70° 13'	2,9	15,2	137	11	25
04-abr-18	24	Eperva 64	4:45	noche	3	noche	22° 03'	70° 22'	8	18,8	446	15	0
05-abr-18	25	Eperva 64	7:00	noche	3	noche	24° 11'	70° 35'	3,6	15,9	260	13	87
05-abr-18	26	Eperva 64	9:00	80	2	h.b	24° 17'	70° 37'	5,5	15,1	140	16	87
22-may-18	27	Aventurero	21:00	noche	3	noche	21° 19'	70° 10'	4,2	18,1	99,7	4	30
22-may-18	28	Aventurero	23:40	noche	3	noche	21° 28'	70° 09'	4,7	18	100	5	40
23-may-18	29	Aventurero	1:55	noche	3	noche	21° 30'	70° 09'	4,5	18,1	100	6	50
23-may-18	30	Aventurero	8:24	80	2	h.b	21° 21'	70° 17'	11	17,7		11	30
23-may-18	31	Aventurero	17:30	40	2	h.b	21° 31'	70° 09'	4	16,6	100	2	90
24-may-18	32	Aventurero	20:30	0	3	h.b	21° 35'	70° 11'	3,8	17,1		13	50
24-may-18	33	Aventurero	23:30	noche	3	noche	21° 38'	70° 11'	2,5	18	100	15	50
18-jul-18	34	Camiña	8:31	100	3	h.b	22° 51'	70° 26'	7,6	15,86	205,5	17	100
15-ago-18	35	Aventurero	14:16	100	3	h.b	22° 46'	70° 32'	12,3	16,4	100	8	25
15-ago-18	36	Aventurero	16:59	100	3	h.b	22° 48'	70° 30'	10,3	16,9	100	6	40
17-ago-18	37	Aventurero	8:00	80	2	h.b	18° 38'	70° 30'	8,9	17,1	100	20	20
17-ago-18	38	Aventurero	12:10	100	2	h.b	19° 04'	70° 21'	3	17,3	100	8	7
05-sept-18	39	Eperva 49	13:32	10	2	h.b	22° 55'	70° 26'	7,5	15,68	100	1	
22-oct-18	40	Eperva 64	17:57	50	3	h.b	21° 42'	70° 13'	3,6	15	136	10	0
23-oct-18	41	Eperva 64	3:00	20	3	noche	22° 41'	70° 24'	6,5			20	40
23-oct-18	42	Eperva 64	6:45	30	3	h.b	22° 35'	70° 22'	4,9	15,9	100	14	100
23-oct-18	43	Eperva 64	9:39	30	3	h.b	22° 32'	70° 24'	8,2	15,2	100	18	100
23-oct-18	44	Eperva 64	12:00	30	3	h.b	22° 27'	70° 22'	5,8		436	18	30
24-oct-18	45	Eperva 64	16:50	80	2	h.b	21° 20'	70° 14'	8,7		117	11	110
21-nov-18	46	Huracán	6:00	80	2	h.b	20° 12'	70° 14'	5,3	19,4		21	40
21-nov-18	47	Huracán	9:40	70	2	h.b	20° 06'	70° 18'	9	18,7		21	40
21-nov-18	48	Huracán	13:00	20	2	h.b	20° 05'	70° 13'	5,1	18,5		13	30

Nota: C.C= cobertura nube, E.B = Estado Beaufort, h.b= horizonte brumoso.

4.3 Registro de especies dentro de la zona de estudio

Para el periodo de estudio, dentro del área prospectada a bordo de los cerqueros y vuelos, se logró realizar 184 avistamientos de cetáceos (**Tabla 5**). La plataforma de observación que logró la mayor cantidad de registros fue a bordo de los cerqueros durante los recorridos o rutas de navegación (76%) (**Tabla 5**). El avión como plataforma aportó con un 17% para el registro de avistamientos, pero se debe mencionar que la diferencia entre número de vuelos (4) y número de embarques (24) influyó; aun así, los avistamientos desde el avión ocuparon el segundo lugar, demostrando ser muy eficiente para realizar registros de grandes cetáceos en la zona de pesca, ya que, debido al tamaño y conducta evasiva de las ballenas frente a la presencia de embarcaciones en la mayoría de los casos, desde el barco sólo fue posible identificar el soplo del ejemplar a distancia, no pudiendo identificar la especie, excepto cuando emergían cerca de la nave.

Tabla 5. Plataforma de observación, número total de avistamientos registrados por cada plataforma y porcentaje de aporte por plataforma.

Plataforma observación	Frecuencia de avistamientos	%
1	140	76,09
2	13	7,07
3	31	16,85
Total	184	100,00
1 en ruta PAM		
2 durante lances		
3 vuelos		

Se registró un total de diez especies de cetáceos, de las cuales seis corresponden al orden Odontoceti o cetáceos con dientes, representados por tres familias: Delphinidae, Phocoenidae y Physeteridae. Para el orden Mysticeti o ballenas con barbas, se registraron cuatro especies, representadas por la familia Balaenopteridae (**Tabla 6**).

Para los odontocetos, destacó la familia Delphinidae con cuatro especies, mientras que la familia Physeteridae destacó con registros de cachalote, especie que de acuerdo a la IUCN (Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza) presenta un estado de conservación “vulnerable”. Sin embargo, es preocupante que haya especies con categoría de “datos deficientes”, de acuerdo a la IUCN, y se conozca poco sobre su distribución y abundancia (**Tabla 6**).

Para los mysticetos, la familia Balaenopteridae destacó con el registro de la ballena fin o de aleta y la ballena azul, las que presentan un estado de conservación “en peligro” según la IUCN (**Tabla 6**).

Tabla 6. Taxonomía de especies registradas dentro del área de estudio, hábitos de la especie, alimentación y estado de conservación IUCN.

Suborden	Familia	Especie	Nombre común	Hábitos	Alimentación	Estado conservación IUCN
Odontoceti	Delphinidae	<i>Delphinus capensis</i>	delfín común	costeros y oceánico	peces, cefalópodos	datos deficientes
		<i>Tursiops truncatus</i>	delfín mular o nariz de botella	costeros y oceánico	peces, cefalópodos, crustáceos	preocupación menor
		<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	delfín oscuro	costeros	peces, cefalópodos	datos deficientes
		<i>Grampus griseus</i>	delfín de Risso	costeros y oceánico	cefalópodos, crustáceos, peces	preocupación menor
	Phocoenidae	<i>Phocoena spinipinnis</i>	marsopa espinosa	costeros	peces, cefalópodos, crustáceos	datos deficientes
	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	cachalote	oceánico	calamares, rayas, peces	vulnerable
Total especies:			6			
Misticeti	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera physalus</i>	ballena de aleta o fin	costero y oceánico	krill, peces pequeños	en peligro
		<i>Megaptera novaeangliae</i>	ballena jorobada	costero y oceánico	krill, peces pequeños	preocupación menor
		<i>Balaenoptera musculus</i>	ballena azul	costero y oceánico	krill	en peligro
		<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	ballena minke	costero y oceánico	krill, peces pequeños	datos deficientes
		Total especies:			4	
Total especies:			10			

Para los odontocetos, la especie con mayor abundancia (n=2003) y mayor frecuencia de observación (ocurrencia) (n=123), correspondió al delfín oscuro. En segundo lugar (n=496 individuos; n=4 avistamientos), se registró al delfín común, pero no se pudo determinar si correspondió al delfín común de hocico corto (*Delphinus deplhis*) o delfín común de hocico largo (*Delphinus capensis*), por lo que se utilizó el nombre delfín común sp. En tercer lugar, se observó al delfín común de hocico largo (*D. capensis*) (n=405 individuos; n=13 avistamientos) (**Tabla 7, Figura 3**).

Para los mysticetos, la especie más avistada correspondió a la ballena fin o de aleta (n=14 individuos; n=10 avistamientos) (**Tabla 7, Figura 3**).

Tabla 7. Especies registradas, número de individuos y frecuencia de avistamiento totales para la temporada de estudio.

Especies	N°	
	individuos	Frecuencia
Delfín oscuro	2003	123
Delfín común sp.	496	4
Delfín común rostro largo	405	13
Delfín nariz de botella	101	8
Calderón gris	54	2
delfínido indeterminado	20	4
Ballena de aleta	14	10
rorcual indeterminado	12	9
Ballena azul	5	1
Cachalote	4	4
Marsopa espinosa	3	1
Ballena minke	1	1
Ballena jorobada	1	1
Total	3609	187

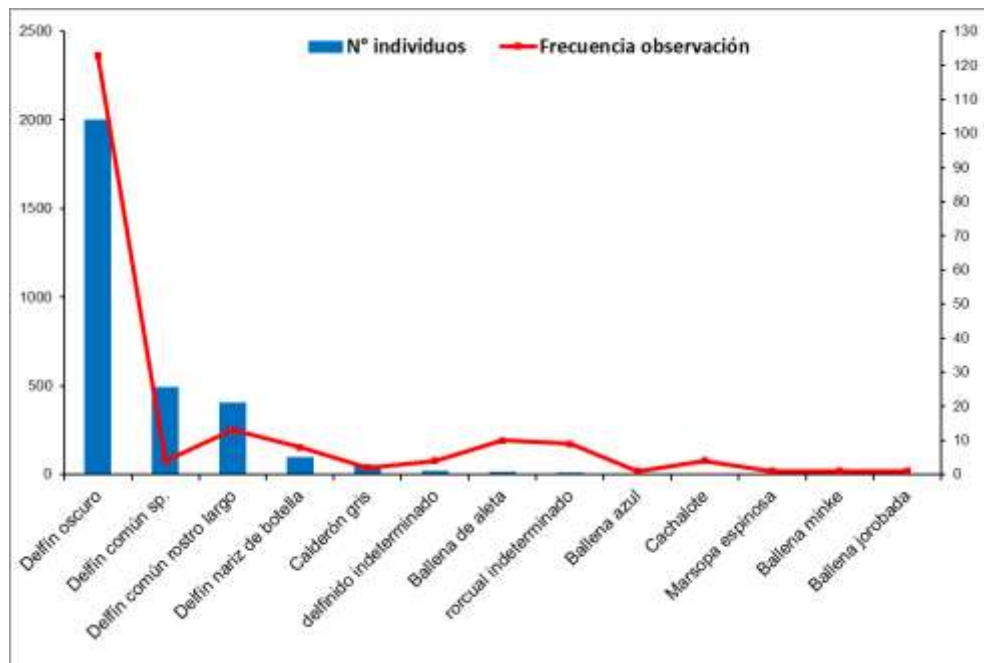


Figura 3. Especies registradas, frecuencia de observaciones por especie y número total de individuos observados dentro del área de estudio.

4.4 Zonas con avistamientos

Considerando 1. las rutas o *tracks* recorridos, dentro del área de estudio para búsqueda de cardúmenes de anchoveta a bordo de los cerqueros; 2. las zonas con lances de pesca y 3. las observaciones realizadas desde el avión, se pudo determinar que la franja comprendida entre las 5 y 10 millas náuticas (mn) registró el mayor número de avistamientos (39%), con presencia tanto de odontocetos (delfín oscuro, delfín común, delfín nariz de botella o tursiopo), como de mysticetos (ballenas fin, jorobada y minke) (Tabla 8).

En segundo lugar, la franja comprendida entre las 0 y 5 mn, registró la presencia de cetáceos con un 38%, similar a lo encontrado en la franja de las 5 y 10 mn, con especies tales como el delfín oscuro, delfín común, marsopa espinosa y calderón gris. Estos resultados muestran que entre las 0 y 10 mn es posible observar diversas especies de cetáceos, principalmente grupos de delfines oscuros, grupos de delfines comunes y rorcuales (ballenas) (Tabla 8, Figura 4).

Las franjas comprendidas entre las 10 y 15 mn y entre las 15 y 20 mn, registraron, cada una, un 6%, siendo utilizadas principalmente por delfines (oscuro y común) y por la ballena fin. La franja entre las 20 a 25 mn, aportó sólo con un 0,6%, registrando un avistamiento de un grupo de 5 individuos de ballena azul y la franja entre las 30 y 35 mn aportó con un 4%, registrando principalmente cachalotes (Tabla 8, Figura 4).

Tabla 8. Especies registradas, distancia desde la costa (millas náuticas) en la que fueron observadas las especies y frecuencia de avistamiento.

Especies/Distancia desde costa (mn)	0 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	20 a 25	25 a 30	30 a 35	35 a 40	40 a 45	45 a 50
Total avistamientos	69	71	11	11	1	5	7	2	3	1
%	38,12	39,23	6,08	6,08	0,55	2,76	3,87	1,10	1,66	0,55
Delfín oscuro	56	54	8	2		1	1		1	
Delfín común rostro largo	5	4	2	2						
Ballena de aleta		1	1	6		1	1			
rorcual indeterminado	4	4					1			
Delfín nariz de botella		5				2				1
delfínido indeterminado	2	1				1				
Delfín común sp.								2	2	
Cachalote							4			
Calderón gris	1			1						
Ballena minke		1								
Ballena azul					1					
Ballena jorobada		1								
Marsopa espinosa	1									

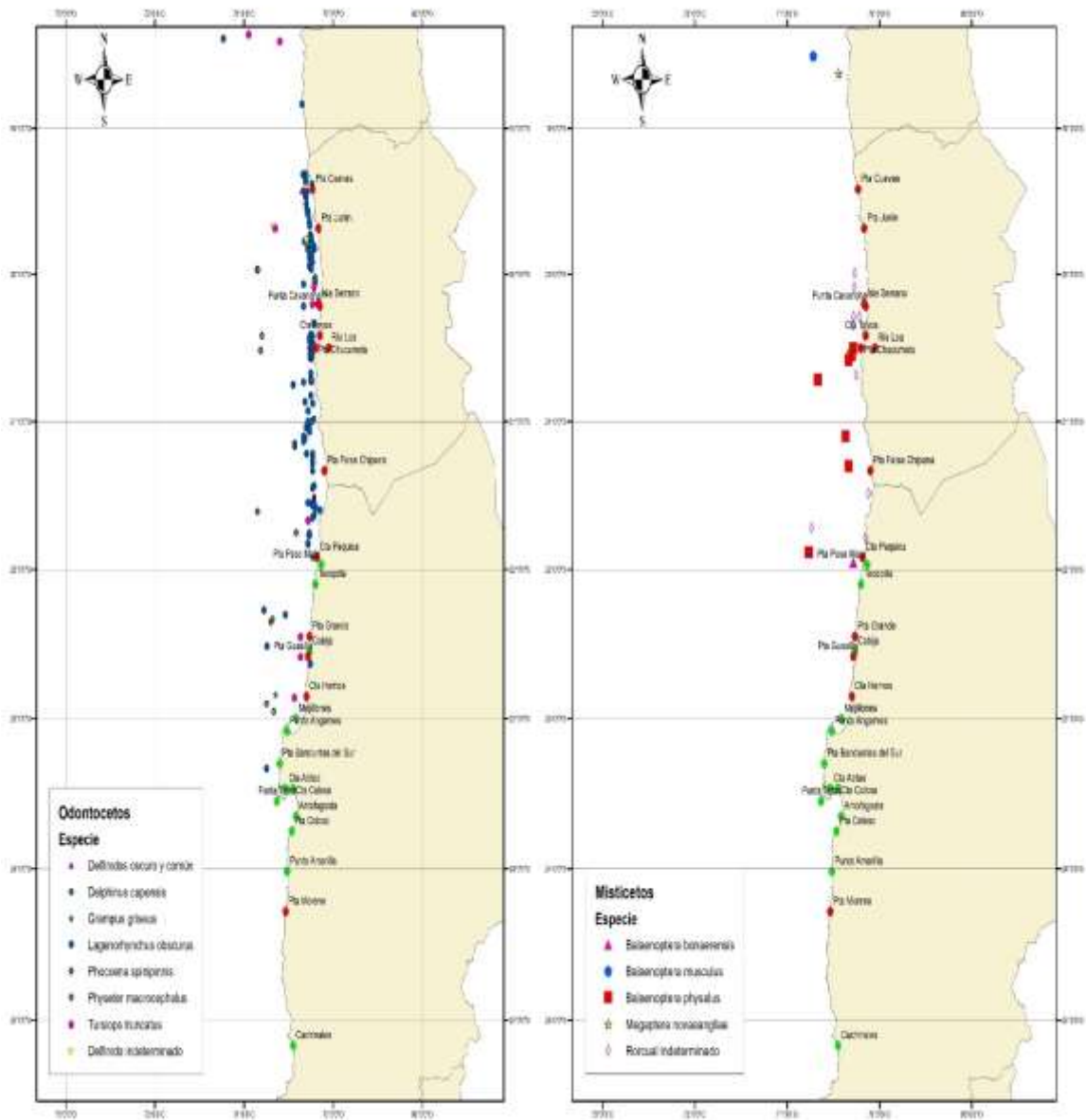


Figura 4. Registro total de cetáceos odontocetos (izquierda) y de misticetos (derecha), dentro de la zona de estudio.

Con respecto a la estacionalidad anual en que se registró el mayor número de avistamientos (ocurrencia), otoño registró 95 avistamientos, seguido por primavera con 65 avistamientos (**Tabla 9**). Verano registra el menor número de avistamientos (n=6), pero esto se debe a que, durante este periodo

el recurso anchoveta se encontraba en veda y la flota no realizó viajes de pesca, por lo que no fue posible realizar recorridos para registro de especies (**Tabla 9**).

Tabla 9. Registro de avistamientos totales por mes para el periodo de estudio.

Estación año	1	2	3	Total
Invierno	9	1	11	21
Otoño	89	6		95
Primavera	34	5	26	65
Verano	6			6
Total	138	12	37	187
1 en ruta PAM				
2 durante lances				
3 vuelos				

La estación del año en la cual se observó la mayor abundancia de cetáceos misticetos correspondió principalmente a primavera-verano con la ballena fin como la más abundante y un ejemplar de ballena minke, seguida por la temporada de otoño, donde se registró la presencia de rorcuales (ballenas) no identificados. Especies como la ballena azul y la jorobada, fueron avistadas durante el invierno (**Figura 5**).

Para los odontocetos, la temporada que registró la mayor abundancia correspondió a invierno, con el delfín oscuro como el más abundante, seguido por grupos del género *Delphinus* (*D. capensis* delfín común de rostro largo y delfín común sp.). Durante el otoño, las especies más abundantes fueron nuevamente el delfín oscuro y el delfín común de rostro largo. Para la estación de primavera, las especies mencionadas son abundantes en la zona, pero se registró la presencia de calderones grises y de delfín nariz de botella. La marsopa espinosa, si bien presentó una abundancia muy baja, fue avistada durante la primavera, alimentándose dentro de la bahía de Mejillones (**Figura 6**).

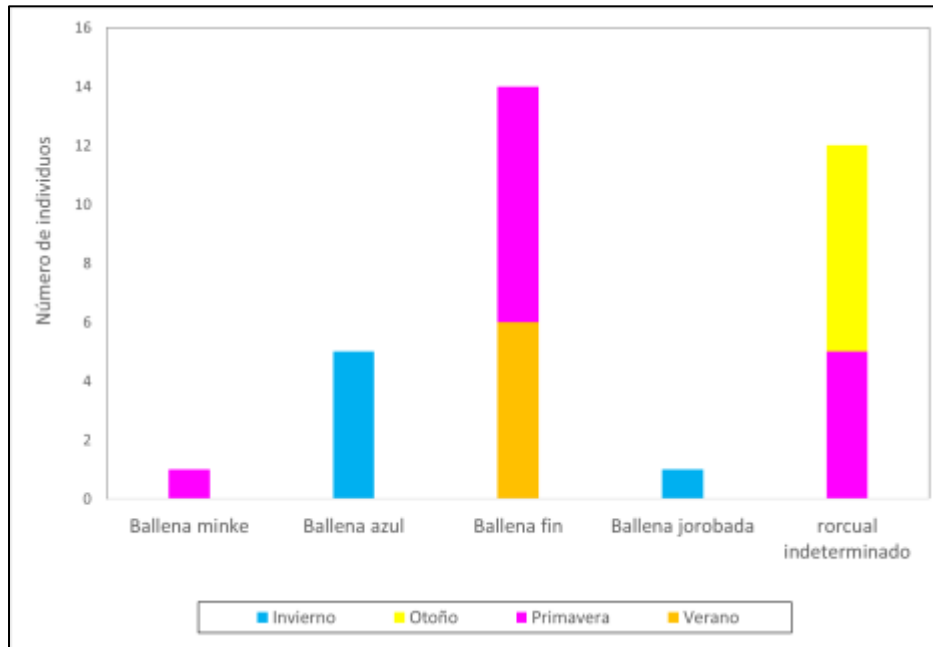


Figura 5. Estaciones del año y abundancia de cetáceos misticetos.

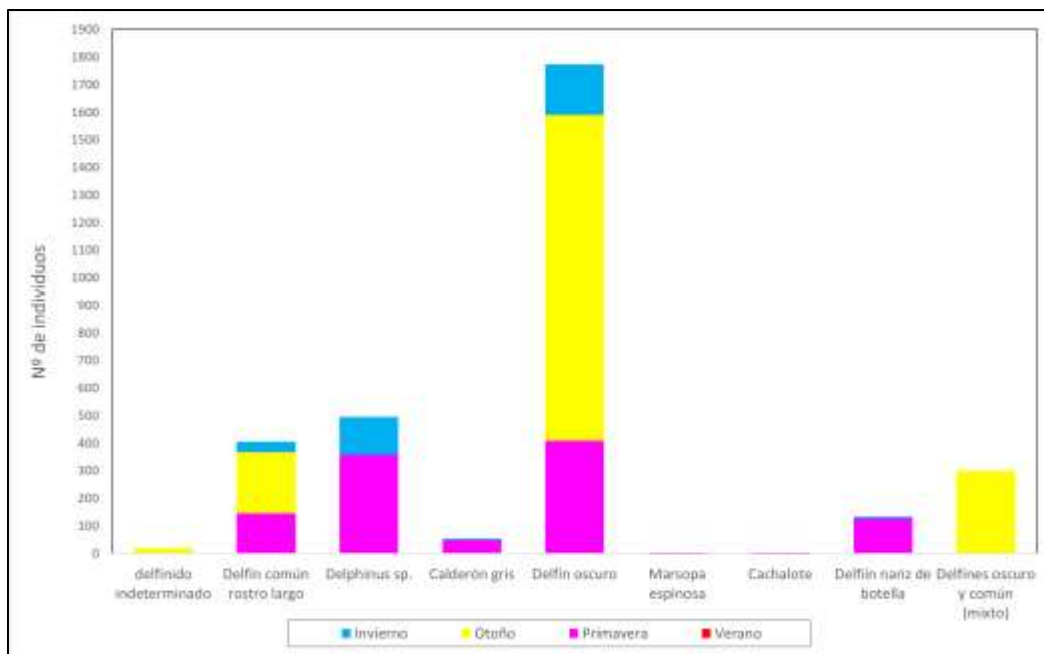


Figura 6. Estaciones del año y abundancia de cetáceos odontocetos.

4.5 Comportamiento de los cetáceos dentro del área de estudio

Para registros de conducta de los ejemplares observados se consideraron dos momentos: 1. Al inicio del encuentro y 2. El momento posterior al encuentro, ya que el comportamiento de los ejemplares podía variar de un tipo de comportamiento a otro.

Con respecto al momento inicial de las observaciones, para el total de registros de especies y grupos de individuos, el comportamiento más observado correspondió al de “desplazamiento” dentro del área (Frecuencia=69; 38%), principalmente en odontocetos, con grupos de delfines oscuros y delfines comunes. Los odontocetos, presentan migraciones diarias alternando sus zonas de alimentación, en las cuales también realizan actividades de sociabilización. Este comportamiento de desplazamiento también fue registrado para los rorcuales, dentro de los que se incluye a la ballena fin que, si bien no se observó a los individuos en conducta de alimentación, se conoce que utilizan la costa chilena como parte del corredor migratorio entre zonas de alimentación y apareamiento, realizando migraciones estacionales anuales y en ocasiones acercándose a la costa para descansar. En segundo lugar, se observó la conducta de “alimentación” (Frecuencia=64; 35%) y en tercer lugar, la conducta de “forrajeo” (Frecuencia=36; 20%) con la búsqueda activa de alimento y arreo de peces, principalmente en grupos de delfinidos (Tabla 10; Figura 7).

Tabla 10. Especies y comportamiento inicial observado.

Especie/Conducta inicial	1	2	3	4	8	9	10	Total
Total	64	5	2	69	36	5	3	184
%	34,78	2,72	1,09	37,50	19,57	2,72	1,63	100,00
Delfín oscuro	53		1	35	31	2	2	124
Delfín común rostro largo	4			8			1	13
Ballena fin		2		8				10
rorcual indeterminado				7	2			9
Delfín nariz de botella	3	1		1	3	1		9
delfinado indeterminado	1		1	2				4
Delphinus sp.	1			1		2		4
Cachalote				4				4
Calderón gris		1		1				2
Ballena minke		1						1
Ballena azul				1				1
Ballena jorobada				1				1
Marsopa espinosa	1							1
Delfinidos oscuro y común	1							1
Códigos conducta: 1. alimentación; 2. descanso; 3. sociabilización; 4. desplazamiento; 8. forrajeo; 9. evasión; 10. indiferencia								

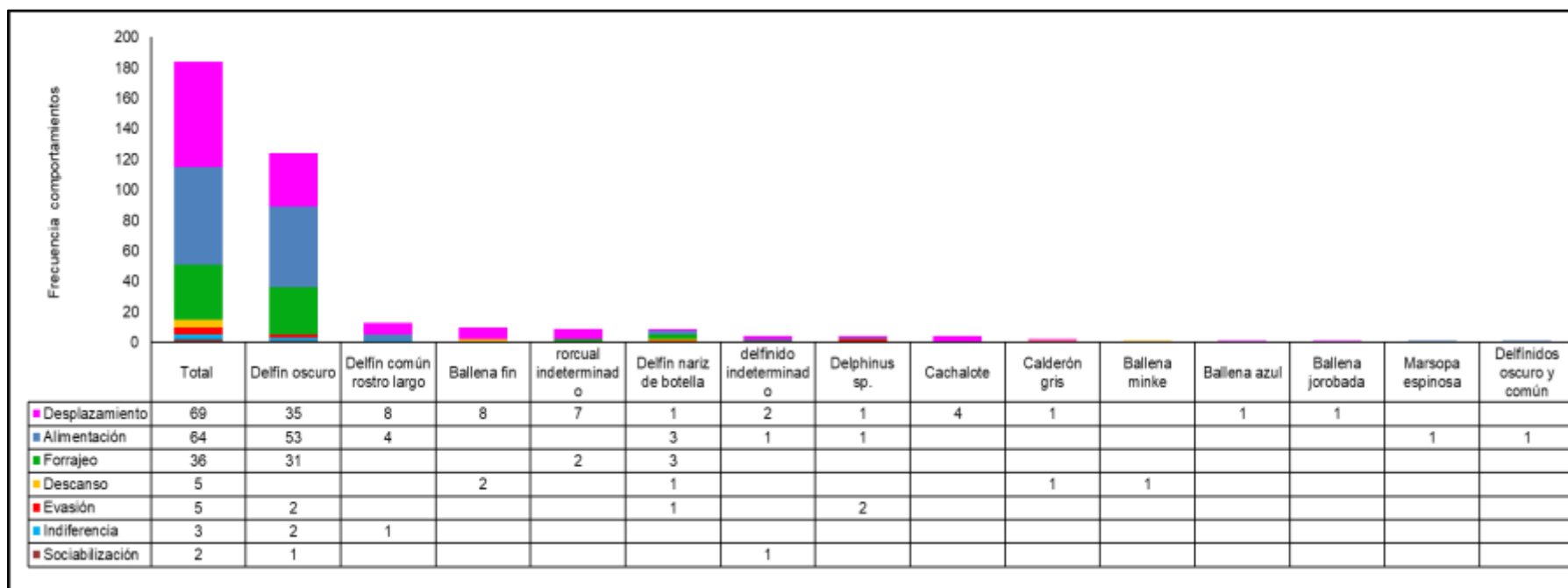


Figura 7. Especies y comportamientos inicial observado.

Para las observaciones realizadas a bordo del barco, en el momento posterior al encuentro con los cetáceos, el comportamiento más observado correspondió a la “evasión” (Frecuencia=68; 50%) ante la presencia de la embarcación, donde se observó que los grupos de delfines cambiaban de rumbo alejándose, y las ballenas comenzaban un buceo profundo, permaneciendo bajo la superficie y emergiendo en zonas alejadas del barco. Este comportamiento pudo también observarse en ballenas al sobrevolarlas, observando claramente que también comenzaban buceo profundo (**Tabla 11; Figura 10**). El segundo comportamiento más observado correspondió a “indiferencia” (Frecuencia=37; 27%) principalmente en delfinidos, donde permanecían en el área o no mostraban cambio de rumbo evidente, sobre todo en presencia de cardúmenes de anchoveta. En tercer lugar, observaciones de comportamiento diverso, tales como grupos dispersos alejados del barco o del track de navegación u observaciones a distancia con grupos rumbo hacia costa o hacia mar afuera, fueron catalogados como “otros” (Frecuencia=17; 13%) (**Tabla 11; Figura 10**). El comportamiento de delfines navegando en proa o “*bowriding*” no fue muy frecuente (Frecuencia=6; 4%) durante este estudio, siendo realizado por algunos ejemplares de delfines oscuros, delfines común rostro largo y delfines nariz de botella, pero sólo por individuos adultos, separados del grupo, siguiendo al barco por algunos minutos, para luego alejarse con rumbo al offshore. También se observó la conducta de acercamiento de delfines al barco (Frecuencia=2; 1%) cuando el cerco ya se encontraba cerrado o cuando la faena de pesca había terminado y quedaban cardúmenes de anchoveta moribunda. En 2 oportunidades se observaron grupos de madres con cría acercándose a algunos metros del cerco y capturando anchoveta (**Figuras 8 y 9**).



Figura 8. Madre y cría de delfín oscuro, cercanas al cerco, durante la faena de pesca. La cría esta destacada con una flecha en color azul.



Figura 9. Madre y cría de delfín nariz de botella en zona de lances de pesca. La cría se destacó con una flecha en color azul.

Tabla 11. Especies y comportamiento posterior al encuentro.

Especie/Conducta posterior	3	4	8	9	10	11	12	13	Total
Total	2	1	1	68	37	17	6	3	135
%	1,48	0,74	0,74	50,37	27,41	12,59	4,44	2,22	100,00
Delfín oscuro	2			49	31	12	1	1	95
Delfín común rostro largo			1	2	3	1	3		10
Ballena fin				6					6
rorcual indeterminado				4		2			6
Delfín nariz de botella				1	1	1	2	2	5
delfinido indeterminado				2	2				4
Ballena minke				1					1
Ballena azul		1							1
Ballena jorobada				1					1
Marsopa espinosa						1			1
Cachalote				1					1
Delfínidos oscuro y común				1					1

Códigos conducta: 3. sociabilización; 4. desplazamiento; 8. forrajeo; 9. evasión; 10. indiferencia; 11. otro; 12. navegación en proa; 13. acercamiento

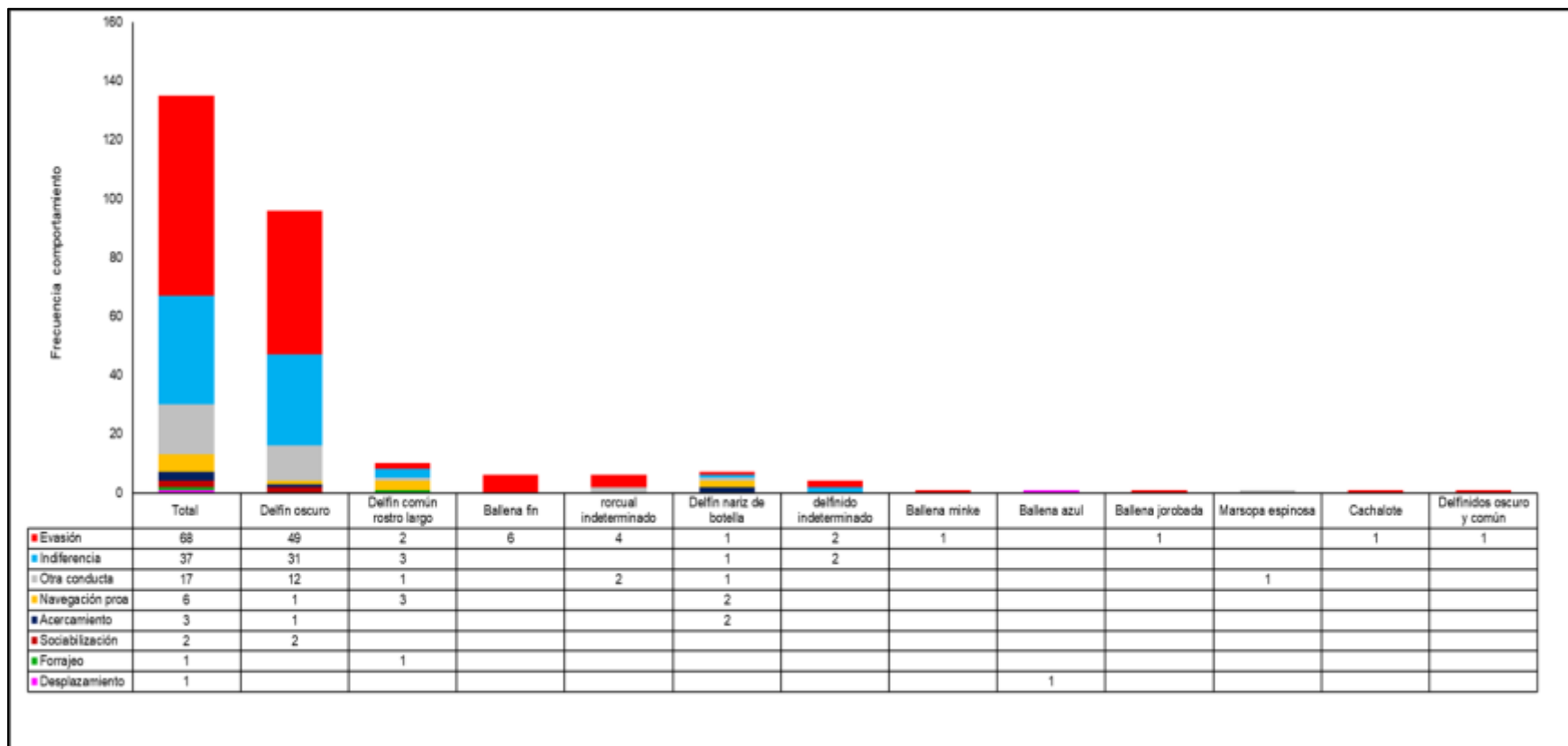


Figura 10. Especies y comportamiento posterior al encuentro.

4.6 Comportamiento de los cetáceos durante los lances de pesca

Para todo el periodo de estudio, sólo algunos lances de pesca registraron avistamientos de delfines. El lance que registró la mayor cantidad de especies (n=2), correspondió a un grupo mixto de alrededor de 300 delfines oscuros y delfines comunes con crías y con fauna asociada de lobos marinos y aves (gaviotines, fardela negra, gaviota garuma). Este grupo de delfines se encontraba en la zona de pesca arreando cardúmenes de anchoveta, alimentándose y sociabilizando, antes de la llegada de los cerqueros. En el momento en que comenzó la actividad de pesca (lances), el grupo permaneció en el lugar arreando anchoveta fuera del cerco, alejados de los barcos, hasta que se conformó el copo y los cardúmenes fueron encerrados. Luego de esto, comenzaron a dispersarse y dirigirse rumbo al oeste (offshore), alejándose de la actividad de pesca. Este fue el lance 14 efectuado a las 6:40 hrs, con una cobertura de nube del 1%, estado de mar Beaufort 2, visibilidad de horizonte brumoso, a 7 mn desde costa, con una temperatura de 16,5°C, una profundidad de 167 m, con presencia de 3 embarcaciones en el área y una pesca de 85 toneladas (**Tabla 12**).

Tabla 12. Lances con avistamiento de cetáceos, condiciones de mar, hora, millas desde costa, toneladas de pesca de anchoveta, especie registrada y número de individuos.

Lance n°	C.C	E.B	Visibilidad	Hora	Millas costa	T° (°C)	Z (m)	N° buques	Pesca (ton)	Especie	N° ejemplares
2	90	2	HB	11:59	37			0	13	Delfín nariz de botella	17
8	0	2	HB	6:48	19		600	0	0	Delfín oscuro	10
9	10	2	HB	7:40	9,5	14,6	120	18	0	Delfín oscuro	8
11	20	3	HB	6:30	5,3	16,7	111	6	0	Delfín oscuro	100
13	0	2	infinito	13:09	3,6	16,4	103	3	0	Delfín oscuro	10
14	1	2	HB	6:40	7	16,5	167	3	85	Delfinidos (oscuro y común)	300
23	0	2	HB	7:51	2,9	15,2	137	11	25	Delfín oscuro	100
26	80	2	HB	9:00	5,5	15,1	140	16	87	Delfín oscuro	6
34	100	3	HB	8:31	7,6	15,86	205,5	17	100	Delfín nariz de botella	7
42	30	3	HB	6:45	4,9	15,9	100	14	100	Delfín nariz de botella	2
44	30	3	HB	12:00	5,8		436	18	30	Delfín nariz de botella	10
45	80	2	HB	16:50	8,7		117	11	110	Delfín oscuro	60
46	80	2	HB	6:00	5,3	19,4		21	40	Delfín nariz de botella	35

Nota: C.C= cobertura de nube, E. B= estado Beaufort, Z= profundidad.

Durante el lance número 14, el momento de interacción correspondió al “inicio del calado”, debido a que, al momento de calar la red, los delfines ya se encontraban en el área arreando peces y alimentándose. La decisión del capitán para elegir un punto para calar la red y evitar que algunos ejemplares pudieran quedar dentro del cerco fue crucial. El tipo de interacción correspondió a “sin interacción” ya que, al conformarse el copo y una vez encerrado el cardumen de anchoveta, el grupo se dispersó y comenzó a alejarse de la zona de pesca con rumbo al oeste “sin impacto” para la actividad de pesca (**Tabla 13**).

Los lances 11 y 23 (**Tabla 13**), los cuales fueron realizados a 5,3 y 2,9 millas respectivamente, también registraron grupos abundantes de delfines oscuros (n=100 cada lance) en conducta de forrajeo o búsqueda activa con arreo de peces (**Tabla 13**). El lance 11 fue realizado a las 6:30 hrs, con estado de mar Beaufort 3, con 16,7°C de temperatura, una profundidad de 111 m, con 6 embarcaciones pescando en el área y no obtuvo pesca abundante (**Tabla 12**). El lance 23 fue realizado a las 7:51 hrs, con estado de mar Beaufort 2, con 15,2°C de temperatura, una profundidad de 137 m, con 11 embarcaciones pescando en el área y una pesca de 25 toneladas de anchoveta (**Tabla 12**).

Tabla 13. Lances de pesca con presencia de cetáceos en la zona, especies y número de individuos registrados; momento de interacción; tipo de interacción e impacto para la pesca.

Lance n°	Especie	N° ejemplares	Momento interacción	Tipo de interacción	Impacto pesca
2	Delfín nariz de botella	17	7	OT	5
8	Delfín oscuro	10	7	OT	5
9	Delfín oscuro	8	8	AS	5
11	Delfín oscuro	100	8	AS	5
13	Delfín oscuro	10	8	NA	5
14	Delfinidos (oscuro y común)	300	1	NA	5
23	Delfín oscuro	100	5	NA	5
26	Delfín oscuro	6	3	NA	5
34	Delfín nariz de botella	7	4	AS	5
42	Delfín nariz de botella	2	7	NA	5
44	Delfín nariz de botella	10	7	AS	5
45	Delfín oscuro	60	7	AS	5
46	Delfín nariz de botella	35	8	AS	5
Momento interacción: 1. inicio del calado, 4.conformación del copo, 5.bombeo de la pesca, 7.final de pesca, 8.no interactua					
Tipo de interacción: OT. otro tipo, AS. se alimenta de sobras, NA. no interactua					
Impacto en la pesca: 5.sin impacto					

Para el lance 11 el momento de interacción correspondió a “sin interacción” ya que los delfines permanecieron en la zona de pesca, pero alejados de los barcos al momento de calar la red. El tipo de interacción se consideró como “alimentándose de las sobras”, que en este caso se describe como una conducta de arreo de anchoveta liberada al final de la pesca. En ese momento, los individuos comenzaron a acercarse al barco, siempre manteniendo una distancia de unos 30 m, para alimentarse de anchoveta moribunda. El efecto de la presencia de este grupo de delfines fue “sin impacto” para la actividad de pesca, ya que los delfines no ingresan al cerco como lo hacen los lobos marinos y el

enredo de ejemplares podría darse sólo si se cala en el mismo momento y lugar en que los delfines se encuentran arreando peces y alimentándose (**Tabla 13**).

Para el lance 23, el momento de interacción correspondió a “bombeo de la pesca”, instancia en que el grupo de delfines que se encontraba alimentándose en el área de pesca, comenzó a acercarse a la embarcación, considerando el tipo de interacción como “sin interacción”, ya que luego de nadar alrededor del barco por pocos minutos, se alejaron rápidamente rumbo al oeste. El tipo de impacto para la pesca se consideró como “sin impacto” (**Tabla 13**).

Para el resto de los lances, se observó que hay dos momentos de interacción que se repiten: 1). al final de la pesca (código 7), donde los delfines pueden mostrar un acercamiento al barco probablemente atrapando anchoveta que se encuentra moribunda y que es presa fácil, y 2). no interactuar (código 8), manteniéndose en la zona de pesca, pero alejados de los barcos y posteriormente, retirándose del lugar, probablemente por el ruido que genera la embarcación, ya que los delfines ecolocalizan y necesitan “escucharse” para poder comunicarse, interactuar y cazar (**Tabla 13**).

Durante los lances de pesca, los cetáceos mostraron una interacción más bien indirecta, ya que se acercan al cerco, pero no ingresan al mismo. De las especies de delfinidos observadas, el delfín nariz de botella fue la única especie que presentó conducta de acercamiento al barco al final de la pesca y posterior navegación en proa (*bowriding*, **Figura 11**) al comenzar a navegar. El resto de las especies exhibieron más bien un comportamiento evasivo con respecto a la embarcación, excepto en dos oportunidades diferentes, donde en una de ellas delfines oscuros y en otra oportunidad delfines comunes de rostro corto, comenzaron a seguir al barco en navegación, pero ubicándose en la popa y sólo por unos 3 minutos, para luego alejarse hacia el oeste.



Figura 11. Delfines mulares o nariz de botella en conducta de navegación en proa (*bowriding*).

Se identificó que el factor que podría determinar la interacción de delfines durante la faena de pesca, fue principalmente la presencia del cardumen de anchoveta en el lugar, el cual detectan por ecolocalización y comienzan a arrear y, secundariamente, a una combinación de dos factores: 1) la presencia del cardumen y 2) la presencia de las embarcaciones, probablemente, asociándolo a la presencia de anchoveta moribunda (**Tabla 14**).

Tabla 14. Especies registrada durante los lances de pesca y la asociación que presentan a factores.

Especie/Código A-asociación factores	#10	#10 #18
Delfín nariz de botella	5	
Delfín oscuro	3	4
Delfinidos (oscuro y común)		1
Total	8	5
10 asociado a cardumen		
18 asociado a embarcaciones en la zona		

Con respecto al rol que cumplieron los delfines en la zona de pesca o en el ensamble, se identificó principalmente el de mamífero marino “arriero de peces”, aportando a la captura superficial de peces para diversas aves marinas que no bucean o que no se zambullen para alimentarse, sino que necesitan de la presencia de los mamíferos marinos, los cuales empujan a la anchoveta hacia superficie, dejándola disponible para que estas aves puedan capturarla (**Tabla 15**).

Tabla 15. Especies registradas durante los lances de pesca y rol que cumplen dentro de la asociación de alimentación multiespecie (AAM).

Especie/Código B-A.M.M	86	90
Delfín nariz de botella	5	
Delfín oscuro	6	1
Delfinidos (oscuro y común)	1	
Total	12	1
86 arrea presa, aporta a captura superficial		
90 conduce la caza		

4.7 Presencia de pares madre cría dentro de la zona de estudio

Durante esta investigación, se pudo registrar la presencia de grupos de delfines con crías. La especie que registró el mayor número de pares madre-cría (M-C), correspondió al delfín oscuro con 124 avistamientos, 21 de ellos registraron madres con crías, sumando un total de 42 pares M-C. En segundo lugar, los delfines comunes de rostro largo registraron 13 avistamientos, de los cuales 6 de ellos tenían madres con cría, sumando un total de 27 pares de M-C (**Tabla 16**).

Tabla 16. Especies, frecuencia de avistamiento, número de avistamientos que presentaron madres con cría y número de pares de madres con cría observados dentro de la zona de pesca de cerco.

Especies	Frecuencia avistamiento	Avistamiento con M-C	N° pares M-C
Delfínido indeterminado	4	1	1
Delfín común	13	6	27
Delfín común	124	21	42
Delfín nariz de botella	9	3	8
Delfínidos oscuro y común	1	1	20
Total	151	32	98

5. Discusión

5.1 Presencia, distribución y co-ocurrencia de especies con la actividad de pesca dentro del área de estudio

5.1.1 Presencia de especies registradas

Se conoce para los mares de todo el mundo, un total de 88 especies de cetáceos (Bastida et al., 2007) y para las costas de Chile, se ha registrado un total de 38 especies, 8 especies de cetáceos del Sub-Orden Mysticeti (ballenas con barbas) y 30 especies del Sub-orden Odontoceti (dentadas), lo que corresponde a un 43% del total de especies a nivel mundial (Aguayo, 1998).

Para el norte de Chile, Guerra et al., 1987, realizaron una investigación sobre la presencia y distribución de cetáceos frente a la Región de Antofagasta, logrando registrar un total de 15 especies, 5 especies de misticetos y 10 especies de odontocetos, es decir, un 39% del total a nivel nacional. Posteriormente, una investigación realizada por Auger, 2006, amplió la zona de estudio desde Arica (18° 28' LS) hasta Taltal (25° 24' LS), aumentando el número de especies de cetáceos registrados a 22 especies, 15 pertenecieron a odontocetos y 7 a misticetos, correspondiendo a un 58% del total de especies a nivel nacional, indicando la alta biodiversidad de cetofauna presente en la zona norte de Chile.

En el presente estudio realizado por CIAM, se logró registrar 10 especies de cetáceos recurrentes en la zona de pesca de anchoveta, representando a un 26% del total nacional, de las cuales, 6 correspondieron a odontocetos, representados por las familias Delphinidae, incluyendo a las especies delfín común de rostro largo, delfín nariz de botella, delfín oscuro, calderón gris; la familia Phocoenidae con la presencia de marsopa espinosa y la familia Physeteridae con presencia de cachalotes. Los misticetos estuvieron representados por la familia Balaenopteridae con presencia de ballena fin, jorobada, azul y minke. Estas especies coinciden con las registradas en los trabajos realizados por Guerra et al. (1987) y Auger (2006), lo que indicaría que su presencia en la zona es constante, utilizando los cetáceos, las costas del norte de Chile como parte del corredor migratorio (CPPS/PNUMA, 2012).

Los odontocetos, se mueven diariamente entre zonas de alimentación, descanso y resguardo de depredadores (ie. orcas, tiburones), con algunas especies que no son fáciles de avistar cerca de la costa o bien, los viajes, meses o días recorridos, no coinciden con el momento en que algunas especies

están presentes en el área. Por ejemplo, durante el periodo de investigación, el observador no registró la presencia de orcas (*Orcinus orca*), sin embargo, el PAM Tornado avistó a una manada de alrededor de 5 orcas (**Figura 12**, cortesía tripulante de PAM Tornado) en las coordenadas 23°44' 70°40'LS a unas 10 mn de la costa de Antofagasta en el mes de marzo 2019, y que aparentemente, perseguían y se alimentaban de lobos marinos. Este avistamiento fue realizado en faena, posterior a la investigación. Se recomienda que, en estudios futuros de animales altamente migratorios, se consideren periodos de al menos dos años y con un mayor número de observadores a bordo.



Figura 12. *Orcinus orca*, macho (al frente) y hembra (detrás), frente a las costas de Antofagasta, a 10 mn en el mes de marzo 2019, foto cortesía de los tripulantes del PAM Tornado.

5.1.2. Distribución

La distribución de los cetáceos se asocia a rasgos físicos y oceanográficos que pueden, en cierta medida, determinar la presencia de las especies en espacio y tiempo. Algunas especies se distribuyen asociadas a la plataforma continental, donde la mayoría de las actividades extractivas toman parte, a montañas submarinas y a la línea de costa (Wursig et al., 2018). Las especies con comportamientos más oceánicos, se asocian principalmente a características físicas y químicas de las masas de agua y de corrientes limitantes. Por ejemplo, las ballenas azules se relacionan con la presencia de aguas relativamente frías, con alta productividad primaria y secundaria, mientras que delfines comunes de rostro corto con hábitos oceánicos, se asocian con la profundidad de la termoclina y la clorofila en aguas superficiales (Wursig et al., 2018).

Los odontocetos, tales como las orcas, se encuentran distribuidos de polo a polo, con una dieta variada basada en peces, aves marinas, pinnípedos (lobos marinos y focas) e inclusive otros cetáceos de menor tamaño, mientras que las ballenas con barbas, se alimentan de eufausidos, copépodos, anfípodos

plantónicos y peces pelágicos de menor tamaño (Bastidas et al., 2007; Wursig et al., 2018). El conocimiento de las zonas utilizadas para alimentarse o rutas migratorias empleadas por estos mamíferos marinos, permite predecir su distribución y abundancia, lo que puede aportar, anticipadamente, con conocimiento empírico al momento de tomar medidas de mitigación ante los efectos antropogénicos tales como: mortalidad incidental en artes de pesca, colisiones de barcos con cetáceos, contaminación acústica submarina, alteraciones en sus distribuciones y cambio climático (CPPS/PNUMA, 2012; Wursig et al., 2018).

Los cetáceos mysticetos presentan migraciones estacionales, demorando meses en desplazarse entre las zonas de alimentación y reproducción, por lo que requieren vastos espacios oceánicos para completar todas las etapas de su ciclo biológico, por lo que su distribución no se limita a aguas jurisdiccionales y sus movimientos migratorios no son exclusivamente latitudinales (CPPS/PNUMA, 2012). En el presente trabajo, se observó que los mysticetos y cachalotes se distribuyeron principalmente entre las 5 y las 35 mn, con presencia de ballenas fin, jorobada y minke, principalmente entre las 5 y 20 mn, lo cual es bastante cercano a costa para estas especies, probablemente buscando refugio de los depredadores y para descansar a lo largo de su recorrido. La distribución observada para las especies de ballenas registradas en este estudio, coincide y se superpone con las rutas recorridas por la flota cerquera en busca de cardúmenes de anchoveta.

En la presente investigación, los odontocetos registrados presentaron una distribución amplia a lo largo de toda la zona de estudio, ocurriendo desde las 5 mn hasta las 50 mn., pero principalmente en zonas muy cercanas a costa, dentro de las primeras 15 mn. Especies observadas como el delfín oscuro, delfín común de rostro largo, delfín nariz de botella (probablemente el ecotipo costero) y marsopa espinosa, presentan hábitos principalmente costeros (MMA, fichas técnicas; Bastida et al., 2007) para alimentarse, sociabilizar y hallar refugio, por lo que las alteraciones causadas en esta franja por el tráfico marítimo, actividad de pesca, navegación recreativa, entre otras actividades en zonas utilizadas por los animales, es donde deben aplicarse las medidas de mitigación.

Los cetáceos tanto mysticetos como odontocetos, avistados para las costas del norte de Chile, obedecerían al resultado de migraciones a escalas variables en tiempo y distancia de acuerdo con la disponibilidad de alimento, dependiendo de la estación del año, pudiendo relacionarse con focos y plumas de surgencia, debido a la gran cantidad de ítems presa disponibles en estos lugares (Auger, 2006). La zona norte de Chile, presenta zonas de surgencia altamente productivas, ubicadas en diversos puntos: Pisagua e Iquique con tres focos de surgencia cada una, Tocopilla con dos focos, Punta Tetas con cuatro focos y Antofagasta con dos focos (**Figura 13**). Estos focos de surgencia serían de tipo costera y permanecerían activos durante todo el año. Autores como Barbieri et al. (1995), indican que en el norte de Chile, existen puntos importantes de surgencia que se observan

durante todo el año en las siguientes localidades: Punta Baquedano ($18^{\circ}35'S$) (esporádica), Punta Pichalo ($19^{\circ}35'S$), entre Punta Chucumata y Punta Lobos ($20^{\circ}31'S$ a $21^{\circ}01'S$), Punta Arenas ($21^{\circ}38'S$) (esporádica y de menor intensidad) y en Punta Angamos ($23^{\circ}02'S$) (**Figura 13**).

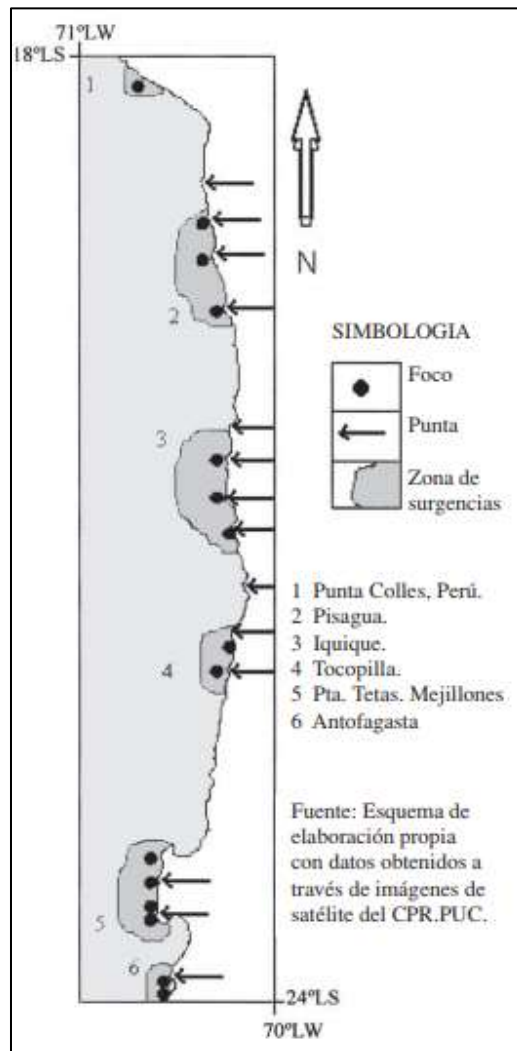


Figura 13. Esquema indicando los principales focos de surgencia para el norte de Chile, tomado desde el trabajo de Barahona y Gallegos (2000).

Se conoce que las ballenas jorobadas viajan desde el Ecuador, una vez terminada la época reproductiva, hacia altas latitudes en fiordos de Magallanes y hacia la Antártica para alimentarse y no se había observado a individuos alimentándose en el norte de Chile. Sin embargo, durante el mes de abril 2019 (posterior a esta investigación), se observaron individuos de esta especie dentro de la bahía de Mejillones, alimentándose de anchoveta (Fuente: CIFAMAC com. pers.; **Figura 14**). Este comportamiento algo inusual, demostraría que las zonas altamente productivas que se generan por la

surgencia, entregan hábitats importantes para los cetáceos y que son de vital importancia para proteger y resguardar.



Figura 14. Ballenas jorobadas alimentándose de anchoveta dentro de la bahía de Mejillones, abril 2019. En el fondo se puede observar Punta Angamos. Foto cortesía: CIFAMAC.

Los trabajos realizados por Guerra et al. (1987) y Auger (2006), destacaron puntos de ocurrencia de cetáceos en localidades tales como: Punta Paso Malo (21°55'LS), Tocopilla (22°06'LS), Cobija (22°33'), Punta Los Chinos (22°26'LS), Bahía San Jorge (23°28'LS), Caleta Abtao (23°28'LS), Mejillones (23°00'LS), Bandurrias (23°18'LS), Caleta Coloso (23°45'LS), Punta Coloso (23°45'LS), Punta Angamos (23°05'LS), Punta Tetas (23°33'LS), La Rinconada (23°28'LS), Bahía Moreno, Antofagasta (23°39'LS), Punta Amarilla (24°01'LS) y Cachinales (25°10'LS), coincidiendo con las zonas donde se ubican los focos de surgencia que indican los autores mencionados, con avistamientos entre 300 y 400 metros desde costa, o sea a unas 0,21 mn, lo cual indica una distribución y un comportamiento muy costero en la distribución de estos mamíferos marinos.

5.1.3 Co-ocurrencia de especies con la actividad de pesca

En el presente trabajo, se observó que la presencia de cetáceos ocurre a lo largo de toda la zona de estudio, la cual es recorrida por las naves cerqueras en búsqueda de anchoveta, con puntos relevantes registrados en los siguientes lugares: Punta Junin (19°41'LS), Punta Cuevas (19°25'), Isla Serrano (20°12'LS), Punta Cavanha (20°13'LS) frente a Iquique, Caleta Toyos (20°25'LS), Punta Chucumata (20°30'LS), Punta Falsa Chipana (21°20'LS), Desembocadura Rio Loa (20°30'LS), Caleta Paquica (21°55'LS), Punta Grande (22°27'LS), Punta Guasilla (22°35'LS), Caleta Hornos



(22°51'LS) y Punta Moreno (24°17'LS) por ser zonas de pesca recurrentes del recurso anchoveta y donde se observó la presencia de delfines oscuros, delfines comunes y delfines nariz de botella alimentándose y sociabilizando en estas zonas (**Figura 15**), al mismo tiempo en que se realizaban los lances de pesca y maniobras de cerco de cardúmenes de anchoveta con más de una embarcación presente realizando maniobras (**Figura 16**).

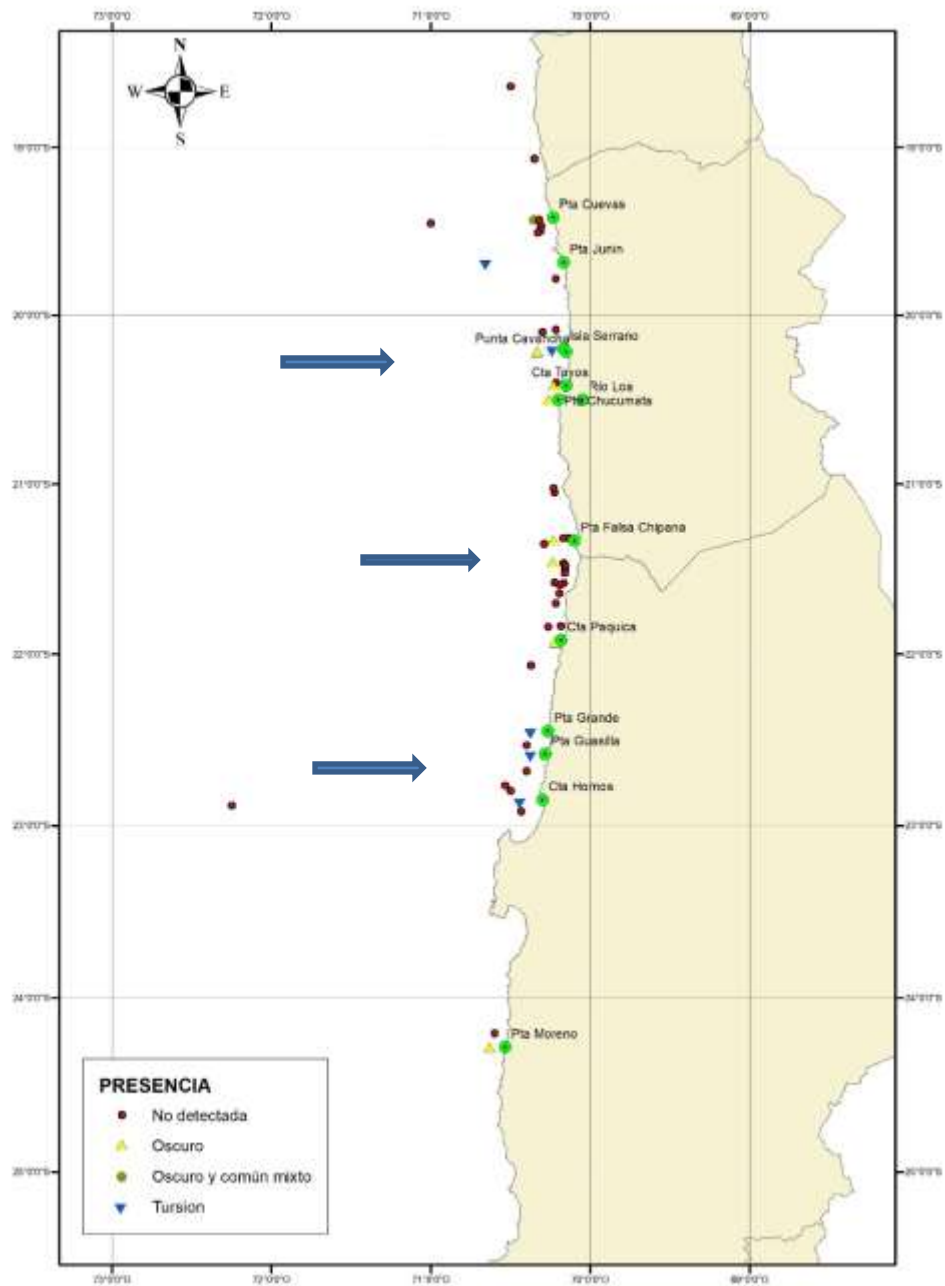


Figura 15. Zonas con lances de pesca y presencia e interacción con cetáceos odontocetos. El círculo rojo indica lances sin presencia de cetáceos; el triángulo amarillo indica la presencia de delfines oscuros, el verde un grupo mixto de delfines oscuros y comunes y el triángulo azul la presencia de delfines nariz de botella o tursiops (tursiön).



Figura 16. Arriba izquierda: madre cría de delfín nariz de botella; Arriba derecha: grupo de delfines nariz de botella arreando anchoveta fuera del cerco. Abajo izquierda: grupo de delfines nariz de botella y panga de servicio. Abajo derecha: grupo de delfines nariz de botella cazando y sociabilizando en zona de pesca.

A lo largo del ecosistema de la Corriente de Humboldt, ocurren algunas de las pesquerías más importantes, cuya producción alcanza el 19% del total de las capturas marinas en el mundo (FAO, 2010), por lo que la superposición entre naves y cetáceos es inevitable, generalmente con efectos negativos para los cetáceos. Un ejemplo de esto fue observado en estudio de 10 años realizado en el archipiélago de Grecia (Mar Mediterráneo) por Bearzi et al. (2010), el cual demostró que generalmente, la superposición entre los ítems presa de delfines y las especies objetivo de la pesca no implica una competencia directa. Sin embargo, cuando la presa clave se vuelve escasa y permanece sujeta a una fuerte presión de pesca, se pueden inferir efectos competitivos entre cetáceos y pesca, con interacciones ecológicas particularmente importantes cuando se trata de especies de mamíferos marinos amenazados o con una distribución restringida cerca de la costa y que, por lo tanto, no es fácil para ellos acceder a fuentes de alimento alternativas.

En el presente trabajo, la especie clave es la anchoveta, la cual es ítem presa importante para diversas especies del ecosistema de la Corriente de Humboldt y, en este caso particular, para las poblaciones de odontocetos de hábitos costeros registrados en este estudio, ya que, en cada ocasión, los delfines se encontraban arreando y capturando anchoveta en las zonas de pesca y la literatura indica a la anchoveta como presa clave en sus dietas (MMA, fichas técnicas).

En el trabajo realizado por Bearzi et al. (2010), comentan que la incertidumbre sobre el tamaño poblacional de cetáceos y sus requerimientos energéticos, son generalmente más importantes que la incertidumbre sobre la composición de la dieta cuando se trata de estimaciones del consumo total de presas para cada población.

Para la zona norte de Chile, no existen estudios respecto a tamaño poblacional y abundancia para las especies de delfinidos registrados en este estudio, por lo que los efectos que pueda tener la pesca en zonas núcleo para ellos, que tampoco han sido estudiadas, no están definidos.

Las especies delfín común, delfín oscuro y marsopa espinosa, están catalogadas como “datos deficientes”, por lo que se deberían realizar estudios que permitieran conocer sus tamaños poblacionales. Otras especies registradas como el delfín nariz de botella y el calderón gris, están catalogados como “preocupación menor”, debido a su situación cosmopolita, pero poco se sabe de sus poblaciones en el norte de nuestro país. Otro odontoceto, pero de mayor tamaño, el cachalote, está catalogado como “vulnerable” y también se desconoce su tamaño poblacional en la costa norte de Chile.

La presión constante de la pesca, en países como Grecia y en el Mediterráneo, en las mismas zonas utilizadas por los mamíferos marinos, conlleva a una “competencia por explotación” potencial entre delfines y las pesquerías locales, sugiriendo dos escenarios: 1). Que las pesquerías en el área frecuentada por los delfines tengan el mayor impacto en el ecosistema, en términos de remoción de biomasa, y 2). Que los efectos competitivos tengan más probabilidades de afectar a los delfines que a las pesquerías (Bearzi et al., 2008; Bearzi et al., 2010). Los autores mencionados, llevaron a cabo un estudio en el Mar Mediterráneo, considerando dos poblaciones de delfines: el delfín nariz de botella y el delfín común (ambas especies registradas en el presente trabajo), concluyendo que, para todas las naves de pesca consideradas en el estudio (arrastre, cerco de orilla, cerco industrial), los cerqueros industriales fueron los que presentaron el mayor impacto en cuanto a la remoción de la biomasa de peces, siendo responsables del 32% de la eliminación de la biomasa total, observando además, una alta relación entre los ítem presa capturados y las presas clave del delfín común, lo que

conlevó a una disminución del 90% de esa población, en esa área, en un periodo de 10 años (**Figura 17**, tomada de Bearzi et al., 2010).

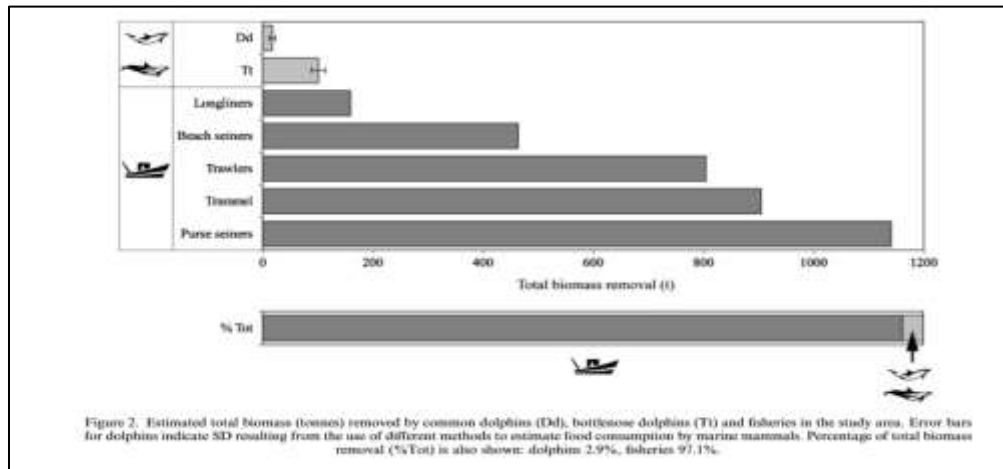


Figura 17. Esquema tomado de Bearzi et al., 2010, que indica la biomasa total estimada (ton) removida por delfines comunes (Dd), delfines nariz de botella (Tt) y las diversas pesquerías en el área de estudio en el Mediterráneo. Delfines 2,9%, pesquerías 97,1%.

En el trabajo realizado por estos autores, sólo 9 cerqueros activos (3% de la flota), fueron responsables por la extracción del 32% de la biomasa anual total, mientras que la totalidad de remoción de biomasa en esa zona por las diversas pesquerías fue de un 97%. Por otra parte, la biomasa estimada que es consumida por esa población de delfines comunes y, de delfines nariz de botella presentes en el área, fue de un 3%.

Gonzalez-But y Sepúlveda (2016), indican que para el 2013, en Chile, Sernapesca estimó un total de 1,5 millones de toneladas desembarcadas, principalmente de anchoveta, jurel (*Trachurus murphyi*), y en menor escala, arenque araucano (*Strangomera bentincki*). De este total, el 64% es capturado por la flota industrial, y para el mismo año, se extrajo cerca de 592.000 t de anchoveta, principalmente en la zona norte (regiones XV, I y II), sin embargo, estos autores indican que no hay estudios que analicen el efecto de la pesca sobre estas poblaciones de mamíferos marinos en Chile.

Por otra parte, autores como Félix et al. (2016; 2017) que han realizado estudios en el Golfo de Guayaquil en Ecuador, indican que los mamíferos marinos son particularmente susceptibles a las interacciones con la pesca, identificando a la interacción con las pesquerías como el principal problema para los mamíferos marinos a nivel mundial, con una creciente preocupación por el impacto

de las colisiones de barcos con cetáceos, comprometiendo la recuperación de especies en peligro de extinción.

6. Abundancia y estacionalidad de especies

Debido a que el comportamiento migratorio y las temporadas difieren entre odontocetos y mysticetos, en este capítulo se discuten por separado.

6.1 Odontocetos

Durante el presente trabajo, la especie más abundante y con mayor ocurrencia dentro del área de estudio fue el delfín oscuro, seguido por el delfín común y el delfín nariz de botella, respectivamente. Para el resto de especies observadas, tales como la marsopa espinosa, los calderones grises y cachalotes, la abundancia y ocurrencia dentro del área fueron menores, siendo el más abundante entre ellas el calderón gris.

En la investigación de Auger (2006), el cual recopiló información desde distintas fuentes (prensa gris, varamientos, avistamientos, pesca incidental y recorridos marítimos) desde 1987 hasta el 2005, se observó lo contrario respecto al presente estudio, ya que la especie más abundante hasta el 2005 en que terminó ese estudio, era el delfín nariz de botella, seguido por el delfín común, el delfín oscuro, el calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) y las orcas (*Orcinus orca*). En el presente estudio, estas últimas dos especies no fueron registradas para la zona de estudio y difiere con lo hallado por Auger (2006). Al parecer, en la actualidad, la presencia de grupos de delfines nariz de botella es menor para la zona norte (Guerra com. pers.).

En el presente estudio, la temporada que mostró la mayor diversidad de especies fue la primavera. Sin embargo, la mayor abundancia y ocurrencia de especies, se registró para la temporada de otoño.

Para invierno, la presencia y abundancia de especies disminuyó, mientras que el verano, fue la estación que tuvo menos esfuerzo en terreno (sólo 1 mes), debido a que se llevó a cabo un periodo de veda reproductiva de anchoveta de 45 días y durante los viajes prospectados no se observaron odontocetos en el área. De acuerdo con los registros e información recopilada en el estudio de Auger (2006), la temporada con mayor ocurrencia de delfines correspondió a verano y otoño,

respectivamente, lo cual coincide con lo hallado en este trabajo para la temporada de otoño, sin embargo, es necesario completar la información faltante para la temporada de verano que no fue cubierta a cabalidad por esta investigación.

Con respecto a la abundancia de individuos, Auger y Guerra, señalaron que la temporada con mayor abundancia de odontocetos correspondió a invierno, seguida por las temporadas de otoño y verano, lo cual difiere con las abundancias registradas en este trabajo, donde otoño sería la más abundante, seguida de primavera. Ambos trabajos, Auger y Guerra (2006) y esta investigación, difieren principalmente en el tiempo de estudio considerado y en los medios utilizados para realizar los registros de odontocetos, sin embargo, coinciden con algunas especies, mientras que otras se presentan como ausentes en el área de estudio, por lo que sería necesario ampliar el periodo de estudio si se quiere obtener una mayor cantidad de registros y datos en especies que presentan alta movilidad.

6.2 Misticetos

Para los misticetos, la especie más abundante y más recurrente en la zona de estudio fue la ballena fin y los rorcuales no identificados. Esta alta abundancia fue observada durante los meses de primavera, destacando el registro de un ejemplar de ballena minke. Durante el otoño, sólo se observaron rorcuales, pero no se pudo constatar la especie, mientras que, para el invierno, la abundancia de misticetos parece disminuir y diferir con las especies registradas en primavera, probablemente por las diferencias en los patrones migratorios de ballenas azules, fin y jorobada. De acuerdo con los registros e información recopilada en el estudio de Auger (2006), la temporada con mayor ocurrencia de misticetos correspondería a verano y primavera, con registros también durante el otoño. Los resultados hallados en este trabajo, coinciden con lo encontrado en el trabajo de los investigadores mencionados, aunque, nuevamente, se hace necesario ampliar la investigación para la temporada de verano, la cual no fue abarcada completamente en este estudio.

De acuerdo a la investigación de Auger (2006), la mayor abundancia se observó para los rorcuales no identificados, lo cual coincide con lo registrado en esta investigación, seguida por la presencia de individuos de ballena franca (*Eubalaena australis*), especie que no fue avistada durante el presente estudio. Esta última especie, ha sufrido una disminución severa en sus poblaciones, al punto de estar considerada como “en peligro crítico” por la IUCN, por lo que la ausencia de esta especie en el norte de Chile, podría ser el reflejo de esa precaria situación. Otras especies registradas para el norte, tales como ballenas de bryde o de eden (*Balaenoptera edeni*) e individuos de ballena sei (*Balaenoptera borealis*), registradas en el estudio de Auger (2006), no fueron avistadas durante esta investigación.

6.3 Comportamiento de los cetáceos dentro del área de estudio y durante los lances de pesca

El comportamiento de los cetáceos observado en este estudio fue bastante diverso, pudiendo observar a grupos numerosos de odontocetos realizando actividades de alimentación, sociabilización y cuidado parental en delfines o comportamientos más solitarios en el caso de los misticetos, principalmente en su ruta migratoria.

Se observó una superposición de las zonas de pesca y búsqueda de anchoveta con las zonas de forrajeo, alimentación, sociabilización y rutas migratorias de odontocetos (migraciones diarias) y misticetos (migraciones estacionales). Se conoce que la anchoveta es un ítem presa importante en la dieta de las especies registradas (MMA, fichas técnicas) y que también los misticetos o ballenas, utilizan el corredor migratorio del Pacífico sur (CPPS/PNUMA, 2012). Esta co-ocurrencia de zonas conlleva a que los cetáceos modifiquen su comportamiento ya sea intentando evadir la presencia de los barcos o, que interactúen con la actividad de pesca, principalmente con una conducta de acercamiento de grupos de individuos, los cuales fueron observados capturando cardúmenes de anchoveta moribunda que queda en cercanías de la embarcación. Esta conducta fue observada en delfines oscuros y nariz de botella con la presencia de madres con cría, probablemente, enseñándoles a cazar.

La superposición de zonas donde se realizan los lances de pesca con presencia de estos grupos, puede causar capturas denominadas incidentales. En el presente estudio, en cada avistamiento se observó, la presencia de naves calando en el sector donde los cetáceos se encontraban capturando anchoveta, por lo que el momento y lugar en que el patrón de nave decide calar la red es crucial para evitar a grupos de delfines que se encuentran siguiendo cardúmenes de anchoveta y que repentinamente se encuentren con la red, queden atrapados dentro del cerco.

Para el caso del norte de Chile, Auger (2006) reportan choques de naves indeterminadas con cachalotes (La Rinconada) y marsopa espinosa (Cta. Coloso), y para la pesca incidental en cerco, se registró al delfín nariz de botella, delfín oscuro y una ballena minke (Mejillones).

Si los delfines se encuentran en el área arreando anchoveta y alimentándose, es posible que permanezcan un momento en la zona de pesca, por lo que, si son eventualmente cercados accidentalmente, no es fácil para el animal escapar saltando sobre la red y generalmente mueren atrapados en los pliegues de la red de cerco (González-But y Sepúlveda, 2016). En la presente investigación, el comportamiento fue evasivo por parte de los delfines, ya que se observó claramente

que, al momento en que comenzaban a llegar las embarcaciones y se iniciaba el calado de la red, transcurrido un tiempo, los delfines paraban su conducta cooperativa de caza, alejándose del lugar.

En general, la captura incidental de mamíferos marinos es causada por una combinación del tipo de arte de pesca y la técnica utilizada para capturar peces y también, por el comportamiento que pueden tener los mamíferos, por lo que para resolver el problema se debe conjugar una modificación de la operación de pesca o del arte de pesca, combinado con el conocimiento que se tenga sobre del comportamiento de los mamíferos marinos (Wursig et al., 2018).

Las sugerencias que podrían considerarse para evitar estos eventos serían, principalmente, identificar zonas con presencia recurrente de delfines y evitar calar en esos lugares si se observan grupos numerosos de delfines en conducta de alimentación, o esperar a que terminen de alimentarse, ya que transcurrido un momento probablemente dejen el lugar y recién en ese momento comenzar a calar o, si quedaran dentro de la red de cerco, realizar la maniobra para liberarlos. Las dos medidas anteriores, si bien demoran el tiempo para comenzar a calar, sería lo recomendable de realizar.

6.4 Presencia de madres con cría en la zona de estudio

Debido a la escasa información y a la categoría de “datos deficientes” para la mayoría de las especies de cetáceos presentes en el norte de Chile y registrados en este trabajo, se consideró en este informe, comentar los registros de grupos de cetáceos donde se observaron pares de madres con sus crías, lo que podría indicar que se podrían estar reproduciendo en estas costas y así aportar con estos datos para estas especies. Durante el periodo de estudio, la especie que registró un mayor número de avistamientos de madres con cría correspondió a grupos de delfines oscuros, seguido por grupos de delfines comunes de rostro largo y finalmente a delfines nariz de botella.

En el caso de los delfines nariz de botella de hábitos costeros, como los observados en este estudio por ejemplo, forman sociedades complejas llamadas “fisión-fusión”, donde la composición del grupo cambia constantemente, dependiendo de la actividad que realicen (alimentación, descanso, resguardo de depredadores) y presentan territorios bien definidos para desarrollar sus actividades (Félix et al., 2017). En esta especie, la comunidad se organiza en grupos matrilineales, formados por hembras emparentadas entre sí, en conjunto con sus crías y descendencia mas joven, basada en una compleja asociación por edad, sexo, estado reproductivo y parentesco y, determinadas por factores ecológicos tales como el tipo y disponibilidad de alimento y de las presiones de depredación. Las madres

presentan fuertes lazos con sus crías, sobre todo durante el primer año de vida (Bastidas et al., 2007; Félix et al., 2017; Wursig et al., 2018).

En el presente estudio, los grupos observados se dividían en sub grupos más pequeños de aproximadamente 7 a 15 individuos, en los cuales se observó pares de madres con cría, que, en algunas ocasiones, exhibían una conducta de acercamiento al barco que sólo duraba unos 10 minutos, principalmente cuando el cerco ya estaba cerrado y cuando se realizaba la succión de la pesca, aparentemente, para capturar anchoveta fuera del cerco en conjunto con las crías. El lazo entre una madre y su cría es muy fuerte, por lo que permanecerán juntos todo el tiempo. Esta conducta se debe considerar al momento de calar la red para evitar que estos grupos familiares queden dentro de la red cuando van siguiendo cardúmenes de anchoveta para alimentarse, ya que la cría tendría bajas probabilidades de sobrevivir.

6.5 Ecología y rol trófico de los cetáceos en el ecosistema

La ecología de los cetáceos, presentes en casi todos los ecosistemas acuáticos del mundo, corresponde al hábitat preferido de una especie, el cual está dado por las relaciones especie-hábitat que definen el nicho ecológico de la misma, la cual cumple un papel importante en las comunidades y en los ecosistemas en los que está presente (Wursig et al., 2018). En la mayoría de los casos, las presas determinan el hábitat de las especies y, las distribuciones cosmopolitas de algunas de ellas, se explican por la presencia de sus ítems presa importantes. Por su parte, los recursos marinos se distribuyen generalmente en forma de parches distantes entre sí y los cetáceos tienden a formar grupos para poder ubicar estas zonas de alimento. En ocasiones, las presas se ubican en ciertas zonas de manera predecible en el tiempo, y los cetáceos buscan y explotan estas oportunidades, como también pueden asociarse con las operaciones de pesca para conseguir su alimento de manera más fácil, pero no siempre con resultados positivos para sus poblaciones (Wursig et al., 2018).

Para el caso de este estudio, la anchoveta es una especie de amplia distribución, que generalmente se encuentra formando agregaciones de cardúmenes en ciertos sectores cercanos a la costa y en el caso de la zona norte la pesca se realiza dentro de las primeras 30 mn. Tal es así, que los grupos de odontocetos observados en el norte de Chile y registrados en este estudio, se encuentran presentes en toda la zona en que está presente la anchoveta y se alimentan de ella. Sin embargo, la diferencia de nichos utilizados por los cetáceos les permite evitar la competencia inter e intra específica. Por ejemplo, los misticetos exhiben generalmente una separación de nicho, donde ballenas azules se alimentan de kril o eufausidos principalmente, ballenas fin y jorobadas de peces pequeños o eufausidos y ballenas francas o sei se alimentan de copépodos. En el caso de los odontocetos, estos

exhiben una especialización dietética entre la edad, el sexo y la clase reproductiva, dependiendo del requisito energético (Wursig et al., 2018).

La estructura y función de los ecosistemas se ven influenciadas por dos tipos de procesos: 1) De abajo hacia arriba o “bottom up”, donde los factores afectan a la producción primaria o la transferencia de energía desde la base de la cadena trófica o, 2) Desde arriba o “bottom down”, donde los predadores tope, tales como los mamíferos marinos, tienen un efecto regulador en sus presas (ie. peces, calamares) y se reconoce que los cetáceos son reguladores importantes en ambos sentidos. En el presente estudio, se observó que los grupos de delfines registrados son los principales arrieros de peces, en este caso de anchoveta, hacia la superficie, dejando disponible una gran cantidad de alimento para las aves marinas que no bucean y que, por lo tanto, no tendrían acceso fácil. En varias oportunidades, se observó a grupos de delfines oscuros, nariz de botella, delfines comunes y marsopas espinosas, arriando anchoveta a superficie y sobre ellos, grupos de aves tales como gaviotas garuma, gaviotín monja, gaviotas peruanas e incluso fardelas, capturando peces, ya que todas estas especies conforman un ensamble dentro del Ecosistema de la Corriente de Humboldt (Thiel et al., 2007).

Otra importancia de los cetáceos en el ecosistema, y que está siendo recientemente investigada es, por ejemplo, que la presencia de grandes ballenas o cetáceos que bucean a grandes profundidades (ie. cachalotes), a través de sus buceos verticales dentro de la columna de agua, movilizan una importante cantidad de materia desde las aguas profundas, donde se alimentan, a las zonas someras, favoreciendo el reciclaje de nutrientes, aumentando la productividad primaria en zonas pobres en nutrientes, además de que, al defecar, inyectan importantes cantidades de hierro y otros micronutrientes que de otra manera no serían parte del ecosistema (Aguilar et al., 2011; Wursig et al., 2018). También, las ballenas al morir y hundirse, proporcionan alimento a comunidades de bacterias y especies de aguas profundas (Wursig et al., 2018).

En el presente estudio se pudo observar el comportamiento descrito por diversos autores, como por ejemplo, grupos de delfines compuestos por individuos adultos, madres con cría e incluso de especies mixtas, con grupos numerosos formados por delfines oscuros y delfines comunes, capturando anchoveta de manera cooperativa. También se observó que las madres con cría, para el caso de delfines oscuros y nariz de botella o tursiones, presentaron un comportamiento de acercamiento a la red de pesca en el momento en que finalizaba la maniobra de pesca, posiblemente para capturar anchoveta moribunda, ya que sería de fácil acceso para individuos más jóvenes o con poca experiencia de caza.



Para el caso de los misticetos, las ballenas no mostraron una conducta de acercamiento o de interacción directa con los barcos, sino que eran avistadas en ruta de navegación y tuvieron un comportamiento evasivo ante la presencia del barco.

7. Consideraciones generales

- Se realizaron 4 vuelos, 24 embarques y 48 lances de pesca observados, de los cuales 13 lances (23%) registraron la presencia de cetáceos, principalmente delfines, en la zona durante la actividad de pesca.
- Se efectuaron 184 avistamientos, registrando un total de 10 especies de cetáceos, de las cuales 6 especies correspondieron al Orden odontocetos, representados por las Familias Delphinidae (delfín oscuro, delfín común, delfín nariz de botella y calderón gris); Phocoenidae (marsopa espinosa) y Physeteridae (cachalotes). El Orden mysticetos estuvo representado por la Familia Balaenopteridae registrando 3 (ballena fin, ballena azul, ballena jorobada y ballena minke). De estas especies, destacan el cachalote como “vulnerable” y las ballenas fin y azul como “en peligro”.
- Para los odontocetos, la especie más abundantes y más frecuente fue el delfín oscuro, seguido por el delfín común de rostro largo y el nariz de botella. Para los mysticetos, la especie más abundante y más frecuente fue la ballena fin y los rorcuales indeterminados.
- Se observó que la distribución de las especies registradas co-ocurre con la zona de pesca de anchoveta, entre las 3 y 37 mn, desde Isla Serrano (20°12' LS) hasta Punta Chucumata (20°30' LS) por el norte, principalmente con delfines oscuros y nariz de botella; desde Punta Falsa Chipana (21°20' LS), el Loa (20°30' LS) hasta Punta Paquica (21°55' LS), principalmente con delfines oscuros y, hacia el sur, desde Punta Grande (22°27' LS) hasta Caleta Hornos (22°51' LS), principalmente con delfín nariz de botella.
- Las zonas con mayor ocurrencia de cetáceos se ubicaron entre las 0 y 10 mn para delfines, marsopa espinosa y ballenas fin, jorobada y minke. Entre las 20 y 25 mn se registraron ballenas azules y entre las 30 y 35 mn cachalotes.
- Para mysticetos, la mayor frecuencia de avistamientos se registró durante otoño y primavera y la mayor abundancia se observó durante primavera y verano para ballena fin, otoño para rorcuales e invierno para avistamientos de ballenas jorobadas y azules.
- Para odontocetos, la mayor frecuencia de avistamiento se registró en otoño y primavera, con una abundancia mayor en invierno, seguido de otoño, para delfines oscuros y comunes.
- El comportamiento inicial observado en las especies registradas, correspondió al de desplazamiento dentro de la zona de estudio, alimentación y forrajeo para odontocetos y de desplazamiento (migración) en mysticetos.
- El comportamiento posterior a la presencia de embarcaciones fue de evasión ante la presencia del barco, con dispersión de los grupos y en algunas ocasiones, los delfines manifestaron indiferencia a la embarcación con sólo 2 casos de acercamiento al barco mientras se realizaba la faena de pesca.
- El acercamiento fue protagonizado por grupos de delfines oscuros y nariz de botella, donde se observaron madres con crías, cuando el cerco estaba cerrado y posterior al bombeo de la pesca, donde fueron observados alimentándose de anchoveta moribunda cercana al barco.

- El “momento de interacción” correspondió al inicio del calado, ya que los delfines se encontraban cazando al momento en que comenzaban a calar los barcos.
- El “tipo de interacción” correspondió a sin interacción, ya que los delfines no ingresan al cerco de manera voluntaria para capturar anchoveta, como lo hace un lobo marino, y no muestran un impacto para la actividad de pesca. Sin embargo, la pesca incidental podría suceder por una mala decisión del capitán sobre el lugar y momento en que decide calar si hay delfines presentes en el área o si los lances son muy costeros, ya que estas especies presentan una distribución y hábitos de vida muy costeros.
- Durante este estudio no se registró la pesca incidental de ningún cetáceo, pero de acuerdo a la literatura e informantes, sucede durante el calado de la red y cierre del copo, siendo grave para los delfines si no son liberados a tiempo, antes que el copo este atrincado al barco. Para los mysticetos, el riesgo es de colisión del barco, sobre todo durante la noche o a velocidades sobre los 10 nudos.
- Se determinó que los cetáceos permanecen en el área de pesca, asociados principalmente a la presencia de los cardúmenes de anchoveta, con un comportamiento de persecución y cumpliendo el rol de “arriero de peces”, aportando a la captura superficial para el ensamble de aves marinas (ie. gaviota garuma, gaviotín monja y fardelas).
- Dentro del área de estudio, se registró la presencia de madres con cría, con los mayores registros para delfines oscuros, delfines comunes y delfines nariz de botella.
- Para el norte de Chile, no existen estudios directos que relacionen ni la distribución, ni la abundancia, ni los requerimientos energéticos de las poblaciones de mamíferos marinos registrados en esta investigación, en relación con la biomasa extraída por la flota cerquera, por lo que se recomienda realizar estudios que permitan conocer los tamaños poblacionales y sus requerimientos energéticos.
- Otro punto a considerar es que las embarcaciones cerqueras recorren sólo la ruta para búsqueda de anchoveta, dejando fuera otras localidades donde podrían avistarse otras especies, además de que debido a la velocidad y ruido que emite la embarcación, los cetáceos tienden a alejarse, evadir la nave y cambiar de rumbo rápidamente, dificultando el encuentro o identificación de la especie.
- De acuerdo a lo registrado en esta investigación, se sugieren las siguientes medidas de mitigación, que debieran ser puestas a prueba a bordo de las embarcaciones cerqueras en el norte de Chile:
 - 1) Implementación de binoculares con visión nocturna para que los tripulantes puedan observar si hay presencia de cetáceos en la zona de pesca y tener certeza de realizar o no lances nocturnos para evitar calar la red y que no queden encerrados y de ser así, realizar la liberación a tiempo.
 - 2) Utilización de “banana pinguers”, dispositivos sonoros que emiten una frecuencia audible por los delfines, que lograría ahuyentarlos o alertarlos de la presencia de la red y evitar que ingresen al cerco durante el calado de la red.
 - 3) Fortalecer la comunicación por radio entre capitanes de las naves al momento en que avisten delfines o ballenas en la zona de pesca o en la ruta de navegación para que estén alerta y evitar colisión con ballenas.



- 4) Realizar capacitaciones a los capitanes y pilotos de las embarcaciones respecto de cómo actuar responsablemente al momento de calar la red de pesca en caso que avisten cetáceos en el área.
- 5) Efectuar capacitaciones respecto de cómo manipular y liberar delfines que pudieran quedar dentro del cerco o enredados en la red, implementando a bordo de las naves, camillas de liberación de delfines, con la finalidad de que sean devueltos al mar en condiciones que les permitan sobrevivir.

8. Literatura citada

- Aguayo A., Torres D. y Acevedo J. 1998a. Los mamíferos de Chile: I. Cetacea. INACH.
- Aguayo A., Cárdenas J., Yáñez J., Guerra C., Portflitt G., Luna G., Madariaga R., Cayo O. y Muñoz M. 1998b. Primer taller sobre Conservación y Manejo de Mamíferos Marinos chilenos, resúmenes. CODEFF- Chile, WWF y Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Aguilar de Soto N., Brito A., Arranz P., Fais A. y Escáñez A. 2011. Ecología Trófica de Cetáceos de buceo profundo en Canarias (ECOCET). Grupo de Investigación BIOECOMAC. Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias. 66 pp.
- Auger A. 2006. Presencia y distribución de cetáceos en la II Región de Antofagasta y Norte de Chile. Tesis de Grado. Universidad de Antofagasta. 47 pp.
- Bastida R., Rodríguez D., Secchi E. y Da Silva V. 2007. Mamíferos Acuáticos de Sudamérica y la Antártida. I Edición. Editorial Vázquez Mazzini Editores. 368 pp.
- Bearzi G., Agazzi S., Gonzalvo J., Costa M., Bonizzoni S., Politi E., Piroddi C., Randall R. y Reeves R. 2008. Overfishing and the disappearance of short-beaked common dolphins from western Greece. *Endangered Species Research*. Vol. 5: 1–12, 2008 doi: 10.3354/esr00103
- Bearzi G., Agazzi S., Gonzalvo J., Bonizzoni S., Costa M. y Petroselli A. 2010. Biomass removal by dolphins and fisheries in a Mediterranean Sea coastal area: do dolphins have an ecological impact on fisheries?. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst*. 20: 549–559.
- Barbieri M., Bravo M., Farías M., González A., Pizarro O. y Yáñez E. 1995. Fenómenos asociados a la estructura térmica superficial del mar observados a través de imágenes satelitales en la Zona Norte de Chile. *Estructura térmica superficial del mar en el norte de Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso*. 23: 99-122
- Barahona M. y Gallegos R. 2000. Surgencias en la costa norte de Chile durante las temporadas Niña 1996-1997 y Niño 1997-1998. *Revista de Geografía Norte Grande*, 27: 53-60.
- Camphuysen K. y Garthe S. 2004. Recording foraging seabirds at sea standardized recording and coding of foraging behaviour and multi-species foraging associations. *Atlantic Seabirds* (1).

- CPPS/PNUMA. 2012. Atlas sobre distribución, rutas migratorias, hábitats críticos y amenazas para grandes cetáceos en el Pacífico oriental. Comisión Permanente del Pacífico Sur - CPPS / Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA. Guayaquil, Ecuador. 75p.
- Guerra-Correa C., Van Waerebeek K., Portflitt G. y Luna G. 1987. Presencia de cetáceos frente a la Segunda Región de Chile. Estudios Oceanológicos 6: 87-96.
- Felix F., Calderón A., Vintimilla M. y Bayas-Rea R. 2016. Decreasing population trend in coastal bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst. 2017;1–11.
- Félix F., Centeno R., Romero J. Zavala M. y Vásquez O. 2017. Prevalence of scars of anthropogenic origin in coastal bottlenose dolphin in Ecuador. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, page 1 of 10. doi:10.1017/S0025315417000686
- Gonzalez-But y Sepulveda M. 2016. Incidental capture of the short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) in the industrial purse seine fishery in northern Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía Vol. 51, N°2: 429-433, agosto 2016. DOI 10.4067/S0718-19572016000200019
- Henrys P. 2005. Spatial distance sampling modeling of cetaceans observed from platforms of opportunity. Pp 52.
- Kingsley M.C.S y Reeves R.R. 1998. Aerial surveys of cetaceans in the Gulf of St. Lawrence in 1995 and 1996. Can. J. Zool. 76:1529-1550
- Thiel M, Macaya E, Acuña E, Arntz W, Bastias H, Brokordt K, Camus P, Castilla J.C, Castro L, Cortés M, Dumont C, Escribano R, Fernández M, Gajardo J, Gaymer C, Gomez I, González A, González H, Haye P, Illanes J.E, Lancellotti D, Luna-Jorquera G, Luxoro C, Manriquez P, Marín V, Muñoz P, Navarrete S, Pérez E, Poulin E, Sellanes J, Sepúlveda H, Stotz W, Tala F, Thomas A, Vargas C.A, Vasquez J.A y Alonso J.M. 2007. The Humboldt Current System of northern and central Chile. Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 195-344.
- Vega R. 2017. Estudio de la captura incidental, interacciones y avistamiento de aves, mamíferos y tortugas marinas en la pesquería de cerco. Manuscrito y protocolo preparado para su implementación en el Programa de Investigación del Descarte en Pesquerías de Cerco de Pequeños Pelágicos. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).



- Wursig B., Thewissen J. y Kovacs M. (editores). 2018. Encyclopedia of Marine Mammals. Libro, Tercera Edición. Elsevier Inc. 1190 pp.
- http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas13proceso/PDF_Fichas_FIN_13RCE/
Fichas Técnicas de especies.

9. Anexos

Tabla I. Tablas para codificación del comportamiento y Asociaciones de Alimentación Multiespecies (A.A.M) para aves y mamíferos marinos propuesta por Camphuysen & Garthe (2004). Se presentan sólo las tablas correspondientes a mamíferos marinos.

Nota: los códigos pueden combinar con otras categorías, denotado con el símbolo “#” i.e código #20 #41 #60.

Tabla 1		
Asociaciones		
10	asociado a cardumen	
11	a cetáceos	
12	a frentes	
13	a líneas en el mar	
14	madera flotante	
15	basura flotante	
16	alga flotante	
17	derrame hidrocarburo	
18	a otras embarcaciones	
19	a boyas	
20	a la embarcación	#41 #60
21	a costa (colonias)	
22	a bancos de arena	#10-16, 18

Tabla 1 continuación		
Código	Descripción	Categoría
B		mamíferos marinos
62	nado lento	
63	escapa de barcos	chapoteo
64	nado rápido, no escapa barco	no afectado
65	salto completo fuera del agua	
66	bowriding (montar a proa)	
67	arreando presa	
68	cría detrás de adulto	
69	cría con nado libre en grupo	
70	basking (flotar)	
71	spy hopping (investiga superficie)	
72	lob tailing (golpeteo cola afuera)	
73	golpe cola	
74	acercamiento a barco	
75	sólo el soplo	ballenas
76	sólo splash (chapoteo)	delfines
77	salto acrobático	#56
78	comportamiento sexual	
79	juego	con algas u objetos

Tabla 1 continuación

Código	Descripción	Categoría Asociación de Alimentación Multiespecie (A.A.M)
B		
81	participa en A.A.M	sin rol específico
82	participa en A.A.M, se unen otros	iniciador (se alimenta en superficie)
83	participa en A.A.M, se une a bandada	secundarios en unirse a bandada, no agresivo
84	participa en A.A.M "aprovechador"	secundarios en unirse a bandada, agresivo
85	participa en A.A.M, buzo solitario	aves, no bucea en acción concreta
86	participa en A.A.M, "avivador"	mam. marino arrea presa, aporta a aves con presa empujándola
87	participa en A.A.M, consumidor social	ave buceadora, arrea presa aporta a la captura superficial
88	A.A.M tipo II	participa en frenesí con presa escasa o en parches
89	A.A.M tipo III	participa en frenesí con presa escasa, predecible en parche en área grande
90	A.A.M conduciendo la caza	frenesí grande, ataca un sólo parche que no es arreado a superficie con movimientos continuos y reposición de predadores para un mejor ataque

Tabla II. Códigos para identificación de la interacción de aves y mamíferos marinos con embarcaciones pesqueras, propuestas por IFOP, modificado para este estudio.

Tabla 2	
Código	Momento interacción
1	inicio calado
2	calado
3	virado
4	conformación del copo
5	bombeo de la pesca
6	búsqueda
7	al final de la pesca
8	no aplica, no interactúa

Tabla 2 continuación	
Código	Tipo de interacción
AC	alimentación de la captura
AD	alimentación de desechos
CE	choque con embarcación
AS	alimento que sobra
CAP	colisión con arte de pesca
CAP	capturado por el arte
IB	izado a bordo
NA	no interactúa

Tabla 2 continuación	
Código	Impacto en la pesca
1	retardo del virado
2	descarte o liberación de captura
3	obstrucción de yoma
4	daño a tripulación
5	sin daño

Tabla 2 continuación	
Código	Cetáceos
1	alimentación
2	descanso
3	sociabilización
4	desplazamiento
5	muerto
6	reproducción
7	enmallado
8	forrajeo
9	evasión
10	indiferencia
11	otro