

**FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LOS PATRONES
COMPORTAMENTALES Y EL NÚMERO DE FOCAS COMUNES(*Phoca
vitulina richardii*) EN UN “HAUL-OUT” DE LA RESERVA MARINA
FITZGERALD, CALIFORNIA, USA**

BEATRÍZ SALOMÉ DUSSÁN DUQUE

APROBADO:

Jeffrey P. Jorgenson, Ph.D.
Director

Leif Nøttestad, Ph.D.
Codirector

Jairo Pérez Torres, M.Sc.
Jurado

Manuel Ruíz-García, Ph.D.
Jurado

RESUMEN

Estudios acerca de los efectos de las actividades humanas en mamíferos marinos son pobremente documentados. La forma más fácil de abordar este problema, es diseñar estudios a corto plazo con los cuales se pueda detectar respuestas comportamentales a las actividades humanas. Sin embargo, aún no ha sido resuelto si estos efectos a corto plazo tienen consecuencias reales en la sobrevivencia de los individuos o de las poblaciones. Aún no estamos seguros acerca de las consecuencias a escala poblacional de los efectos energéticos de la perturbación, pero podemos observar los cambios comportamentales que las especies expuestas a ésta muestran. Así mismo, si los individuos son desplazados de áreas óptimas para descansar, forrajear o reproducirse el adecuación de la población podría verse reducido como una consecuencia del gasto adicional de energía. Si se desea lograr un manejo efectivo de las actividades humanas, es necesario entender cómo la especie que está siendo afectada reacciona a este tipo de actividades y consecuentemente como se podría llegar a mitigar cualquier efecto negativo sobre la misma. Este estudio midió a través de métodos de observación estáticos, los efectos a corto plazo de las actividades humanas sobre los patrones comportamentales de las focas comunes en un área de haul-out. Esta área de haul-out fué escogida debido a que la mortalidad y el abandono de crías, se incrementó en un 98% entre el año 1994 y el año 2000. No se sabía, si el incremento en años anteriores de las actividades humanas tuvo o tiene un impacto negativo sobre la población de focas. Así, el comportamiento de las focas comunes fué observado cuando hubo presencia de actividades humanas en el área de haul-out. Dos principales fuentes de perturbación fueron identificadas: personas caminando alrededor del área de haul-out y aviones de bajo vuelo. Cuando se presentó la perturbación, se observó el comportamiento de las focas y se midió la distancia que había entre las focas y la fuente de disturbio. Adicionalmente, se efectuaron conteos de los animales cada hora y se midieron las variables ambientales, estado de la marea, altura de la marea, nubosidad y precipitación. Un análisis estadístico no paramétrico se usó para analizar los datos de perturbación humana y se creó un modelo estadístico (GLM) para cuantificar el número de focas comunes presentes en el área de haul-out y su relación con las variables ambientales. Los resultados indicaron que las focas comunes tienden a congregarse en ésta área de haul-out en marea baja y cuando la altura de la misma es menor de 0.72 m, hubo un cambio en el comportamiento de las focas como una respuesta a la perturbación y este cambio dependió significativamente de la fuente de disturbio y de la distancia de aproximación de la misma. De las dos fuentes de perturbación presentes, las personas causaron una mayor reacción en las focas que los aviones de bajo vuelo. Distancias menores de 50 m de las personas a las focas afectaron considerablemente la reacción comportamental de la manada. Las focas no reaccionaron de ningún modo a la presencia de aviones de bajo vuelo en el área, lo cual podría significar cierto grado de habituación, como ha sido sucedido en otras áreas de haul-out altamente perturbadas. Este trabajo demostró la importancia de los estudios comportamentales a corto plazo, con el fin de desarrollar pautas de manejo que logren disminuir el impacto de las actividades humanas sobre las focas comunes y su hábitat.

Palabras clave: Foca común, *Phoca vitulina richardii*, Distancia, Aviones de bajo vuelo, Personas, Marea baja, Altura de la marea, Nubosidad precipitación, California.

ABSTRACT

Studies of the effects of human activities on marine mammals are poorly documented. The easiest approach to this problem is to design studies to detect short-term behavioral responses. However, it is usually unresolved whether these short-term effects are of any real consequence to the survival of individuals or populations. We are not sure yet about the population-scale consequences of the energetic effects of disturbance, but we can observe the behavioral changes of different species exposed to it. Likewise, if individuals are displaced from optimal resting, foraging or breeding areas, the fitness of the population could be reduced as a consequence of the additional expenditure of energy. Effective management of human activities requires an understanding of how the target species reacts to human activities and subsequently how to mitigate any negative impacts. This study measured the short-term impacts of human activities on the harbor seals hauling-out behavioral patterns using static observation methods. This haul-out site was chosen because pup mortality and abandonment increased between 1994 and 2000 at a rate of 98%. It was unknown if an increase in human activities during the past years had a negative impact on the seal population. Behavior was observed when humans were present in the haul-out area. Two main sources of disturbance were identified: people walking around the seals and low flying aircraft. When disturbance was present, the behavior of the seals was recorded, as well as the distance between the seals and the source. In addition, counts of the animals were made hourly as well as environmental covariates such as, stage of tide, wavesize, sky cover and precipitation. Non- parametric statistical analysis was used to analyze the human disturbance data and a statistical model (GLM) was used to quantify the number of seals hauled out as a function of environmental covariates. The results indicated that comones seals tended to haul-out in this area during low tides when the wavesize was less than 2.5 feet, that there was a change in their behavior in response to the source of the disturbance, and that the change depended significantly on the kind of source and the distance of the approach. Between the two sources, people exhibited a higher impact on the seals than did low flying aircraft. Distances from the people to the seals less than 50 m affected highly the behavioral reaction of the heard. The seals did not react to the low flying aircraft. This could be part of habituation behavior over time, as has been discribed at other highly disturbed areas. This study demostrated the importance of short-term behavioral studies to develop effective management guidelines to lessen the impact of ecotourism activities.

Key words: Harbor seal, Haul-out behaviour, Distance, Low flying aircraft, People, Low tide, Wavesize, Sky cover, Precipitation, *Phoca vitulina richardii*, California..

1. INTRODUCCIÓN

La foca común (*Phoca vitulina richardii*) es una de las especies de pinípedos con mayor rango de distribución, ya que ha colonizado diversos hábitats en áreas de bajas temperaturas (Scheffer 1958, Allen *et al.* 1989, Orr & Helm 1989, Bonner 1990, Olesiuk *et al.* 1990, Thompson *et al.* 1991, Henriksen *et al.* 1997, Tollit *et al.* 1998).

La subespecie *Phoca vitulina richardii* también conocida como *Phoca vitulina richardsi* (Gray 1864), se encuentra distribuida en la costa este del Pacífico Norte desde Alaska hasta el Norte de Baja California (Rice 1998).

Este mamífero marino posee como característica una fuerte “dependencia” terrestre, ya que vive en aguas costeras profundas y se agrupa en tierra en áreas denominadas “haul-outs”. En estas áreas de importancia vital, la especie pasa un 50% de su ciclo de vida descansando, mudando su pelaje, protegiéndose de predadores, pariendo y cuidando de sus crías (Scheffer 1958, Payne 1983, Terhune & Almon 1983, Benjamin & Renouf 1987, Harvey 1987, Yochem *et al.* 1987, Orr & Helm 1989, Allen *et al.* 1989, Turnbull & Terhune 1989, Thompson 1989, Watts 1992 1996, Terhune & Brillant 1996, Grellier *et al.* 1996, Suryan & Harvey 1998, Tollit *et al.* 1998).

No se puede generalizar acerca del uso que las focas comunes hacen de su hábitat, ya que este varía dependiendo de las características bióticas y abióticas del área que habitan. Dentro de estas características pueden resaltarse como las más influyentes: (1) la perturbación humana, (2) las condiciones ambientales tales como, mareas, estación del año y clima, (3) batimetría y (4) topografía (Calambokidis 1979, Sullivan 1979, Harkonen 1987, Colbourne & Terhune 1991, Thompson *et al.* 1991, Watts

1992, Stewart & Yochem 1994, Henriksen & Kondakov 1997, Boren *et al.* 2001, Simpkins *et al.* 2001, Henriksen & Kondakov 1997).

Como una consecuencia de la creciente colonización humana en las zonas costeras, la perturbación en las áreas de haul-out se ha incrementado en las últimas décadas trayendo consigo efectos aún no bien conocidos sobre las focas comunes (Stewart 1981). Mediante estudios realizados en los últimos años se sabe que esta especie es altamente vulnerable a la perturbación humana, cambiando en muchos de los casos sus patrones de comportamiento y en casos extremos llegando a abandonar las áreas de haul-out (Allen 1984, Haaker *et al.* 1984, Allen 1991),

En la Reserva Marina Fitzgerald en la costa norte de California, habitan durante todo el año una población de focas comunes (D. Kopec & B. Breen *com. pers.*). Esta es un área altamente perturbada como consecuencia de las piscinas de marea que allí se forman y atraen miles de visitantes por año y la cercanía de esta área de haul-out al aeropuerto de Half Moon Bay.

Desde el año de 1994 hasta el 2000, la mortalidad y el abandono de crías se incremento a una tasa del 98%. Los investigadores de la Reserva, no sabían si esta situación se debía o no al incremento en la perturbación humana en el área de haul-out (S. Allen *com. pers.*).

Teniendo en cuenta que: 1) Las focas comunes son animales no migratorios (Bigg 1981) con un alto grado de fidelidad a su rango de hogar (Yochem *et al.* 1987, Olesiuk 1995), 2) Al aumentar la presión antropogénica sobre las áreas de “haul-out” puede haber un efecto negativo sobre la demografía de la población como consecuencia de una disminución en el adecuación o adaptación de la misma, 3) De seguir los altos niveles de perturbación las focas pueden abandonar el área de haul-out (Osborne 1985, Bonner 1986, Calambokidis & Jeffries 1991, Olson *et al.* 1992, Swift & Morgan 1993, Mortenson 1994, Lidgard 1995, Suryan 1995, Brasseur *et al.*

1996, D. Kopec, datos no publicados), 4) Se ha observado en La Reserva durante los años de 1994 al 2000 un incremento en el número de crías abandonadas y por ende un incremento en la mortalidad (D. Kopec y B. Breen *com. pers.*) y 5) Se desconocían todos los aspectos referentes al uso de hábitat de esta población de focas, se propuso a los dirigentes de la Reserva el desarrollo de este proyecto con el fin de encontrar soluciones de manejo.

El objetivo principal de este proyecto, fué caracterizar aspectos ecológicos y etológicos de las focas comunes en el contexto de la perturbación humana. A través de los resultados se espera poder sugerir a los dirigentes de La Reserva Marina Fitzgerald algunas pautas de manejo del área de haul-out de las focas comunes, teniendo en cuenta sus aspectos ecológicos y etológicos, con el fin de minimizar en lo posible las consecuencias a corto y largo plazo de la perturbación humana.

2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 SISTEMÁTICA Y DISTRIBUCIÓN DE *Phoca vitulina richardii*

Los pinípedos son mamíferos acuáticos pertenecientes al Orden Carnívora que comprende tres familias monofiléticas: Otariidae (focas con pinnae y leones marinos), Odobenidae (morsas) y Phocidae (focas sin pinnae o focas verdaderas) (Berta & Sumich 1999).

Dentro de Phocidae se encuentra el género *Phoca* que contiene dos especies hermanas. Las focas manchadas (*Phoca largha*) son pagofílicas, es decir que su hábitat es totalmente marino y sus áreas de haul-out se encuentran sobre capas de hielo oceánicas. Siempre se encuentra en parejas en el haul-out y allí se reproducen y cuidan de sus crías. Las focas comunes (*Phoca vitulina*) son pagofóbicas, es decir que viven en un hábitat mitad marino y mitad terrestre y sus áreas de haul-out se encuentran sobre playas o barreras rocosas sometidas al influjo de las mareas. Siempre forman grupos de más de dos individuos en las áreas de haul-out y allí cuidan de sus crías aunque su reproducción se lleva a cabo en el agua. Con la excepción de un posible híbrido, el total aislamiento genético de los dos taxa fue confirmado a través de un estudio genético de su mtDNA (Rice 1998).

La especie *Phoca vitulina* (Linnaeus 1758) es comúnmente denominada foca harbor, foca común, foca kuril o foca isleña. Esta comprende cinco subespecies reconocidas: *P. v. concolor* (DeKay 1842), *P. v. mellonae* (Doutt 1942), *P. v. stejnegeri* (Allen 1902), *P. v. vitulina* y *P. v. richardii* (Gray 1864) (Berta & Sumich 1999) Algunos autores han debatido acerca de la corrección del nombre de la última subespecie por *richardsi*. Sin embargo, ambos nombres son utilizados indistintivamente.

La *Phoca vitulina richardii* habita las costas del Pacífico noreste, desde las Islas Aleutianas, las Islas Pribilof y la Bahía Kuskokwim en Alaska hasta la parte norte de Baja California (Rice 1998). Se encuentra presente todo el año en el Lago Iliamna en Alaska. En ciertas temporadas la especie entra a algunos de los ríos de Alaska, British Columbia, Washington, Oregon y el norte de California, en busca de especies de presa (Rice 1998).

Las áreas de haul-out de las focas comunes en la costa norte de California se caracterizan principalmente por ser áreas de topografía rocosa y con un rápido acceso a canales de aguas profundas (Loughlin 1978, Fancher 1979, Risebrough *et al.* 1980, Stewart 1981, Allen & Ainley 1984, Allen *et al.* 1987, Stewart & Yochem 1994, Torok 1994, Sydeman 1999, Green *et al.* 1999).

2.2 CARACTERÍSTICAS Y ADAPTACIONES MORFOLÓGICAS

El dimorfismo sexual de las focas comunes no es fácil de apreciar a simple vista. Los machos tienden a ser más grandes que las hembras alcanzando a medir 1.5 a 1.8 m de largo y llegando a pesar un máximo de 60 a 75 Kg (Orr & Helm 1989).

Según Scheffer (1958) y Bonner (1990), tanto machos como hembras, tienen los genitales en posición interna inguinal por fuera de los músculos del abdomen pero adentro de las capas de piel. En los machos, el pene se encuentra entre el ombligo y el ano en una región de la piel que se abre al exterior formando una línea peneal externamente visible. En las hembras, la vulva y el ano se encuentran posicionados en un mismo pliegue o surco. Uno o dos pares de glándulas mamarias retráctiles, se encuentran a nivel del ombligo.

Para distinguir los machos de las hembras, se debe observar el abdomen de los individuos y notar la presencia o ausencia de la línea peneal o las glándulas mamarias (D. Kopec, *com. pers.*).

El color del pelaje es extremadamente variable en esta especie, pasando desde gris-plateado claro con manchas negras u oscuras hasta llegar a ser café oscuro sin manchas notorias (D. Kopec, *com. pers.*). Las clases de edad en las focas comunes pueden ser determinadas a simple vista por el tamaño corporal y la coloración del pelaje (Orr & Helm 1989).

Los neo-natos son de menos de 80 cm y su color es gris plateado muy claro con manchas poco visibles, pero sin la presencia de lanugo. Los juveniles, aunque tienen el mismo color que los ne-natos, tienen a su vez manchas más definidas y un mayor tamaño corporal alcanzando a medir hasta 1 m de largo. Al alcanzar la clase de edad adulta los individuos, en la mayoría de los casos, se vuelven más robustos y alcanzan a medir hasta 1.8 m, la coloración del pelaje es mucho más oscura y tienen manchas muy bien definidas y más oscuras (Orr & Helm 1989).

Las focas comunes son dimórficas en sus patrones de pelaje como consecuencia del cambio de pelo. Es decir, el pelaje presenta períodos en los cuales es claro y otros en los cuales es oscuro. El tiempo de cambio de pelaje para la especie varía geográficamente (Rice 1998). Este tiempo es mucho más largo que el período de cría y no es fácilmente definible ya que varía dependiendo del sexo y la clase de edad (Jemison & Kelly 2001). En la temporada de cambio de pelaje, las focas son altamente vulnerables a predadores ya que se lleva a cabo estando totalmente fuera del agua en las áreas de haul-out (Terhune 1985, Renouf & Lawson 1986).

Se sabe muy poco acerca de la reproducción de las focas comunes. Su ciclo de vida promedio es de 20 años. La madurez sexual ocurre en las hembras a los 3 o 4 años y en los machos a los 5 (Orr & Helm 1989). Se cree que la cópula se realiza en el agua (Allen 1985) y como consecuencia de esto, dentro del vasto grupo de los pinípedos esta es la especie que presenta el menor grado de poliginia (Berta & Sumich 1999).

El período de gestación dura de 8 a 9 meses (Berta & Sumich 1999) y según Bonner (1990) una sola cría nace por hembra pero como en el resto de los mamíferos marinos, se han reportado casos de gemelos. Las crías nacen en el área de California entre marzo y abril (Bonner 1990). Las hembras poseen la habilidad denominada “labor controlada” que les permite acelerar o demorar el parto de acuerdo a las condiciones ambientales. Este comportamiento está influido por la presencia de perturbación en la etapa final del parto, posiblemente minimizando así el riesgo de predación (Renouf 1989).

Las hembras retornan a las áreas de haul-out para parir y amamantar a sus crías (Lawson & Renouf 1985, Orr & Helm 1989). El período de lactancia y cría dura de 3 a 4 semanas y durante este las focas son especialmente sensibles a condiciones ambientales como mareas, predadores y perturbación. Aunque los neo-natos pueden nadar a las pocas horas de nacer, las madres necesitan asistirlos para que respiren y no se conviertan en presa fácil de predadores como los tiburones blancos (*Carcharodon carcharias*) o las orcas (*Orcinus orca*) (Bonner 1990).

Se creía que debido a la posibilidad de predación, las madres no se separaban de sus crías durante este período ni siquiera para alimentarse, por lo cual llegaban a pesar hasta un 33% menos de su masa corporal (Bowen *et al.* 1992). Estudios recientes realizados por Schulz & Bowen (2001) demostraron que las hembras sí abandonan el área de haul-out durante el periodo de cría, pero lo hacen únicamente por un par de horas por día.

Los ojos de las focas presentan adaptaciones para el medio acuático tanto como para el terrestre. Su buena visión al estar en tierra los ayuda a evadir predadores y en el agua los capacita para forrajear a grandes profundidades (Bonner 1990).

Las focas comunes pueden detectar sonidos hasta de 180 kHz de intensidad al encontrarse sumergidas en el agua (el rango de audición de los humanos se encuentra

entre 0.02 y 20 kHz) (Turnbull & Terhune 1990). Sin embargo, una vez en tierra no pueden detectar frecuencias entre 8-16 kHz (Terhune 1990). Aunque las ondas sonoras entran al oído a través de diferentes mecanismos en el agua y en la tierra, el radio crítico de audición en ambos medios es de 23dB para esta especie (Turnbull & Terhune 1991).

Otra de las adaptaciones evolutivas de esta especie es la modificación del hueso escamoso que les permite ubicar la fuente y dirección de la emisión de cualquier sonido (Renouf 1989). Una foca comunes estando en tierra puede distinguir entre sí dos fuentes de sonido distantes únicamente por tres grados (Bonner 1990, Berta & Sumich 1999).

Al encontrarse en el área de haul-out, las focas son más vulnerables a los ataques de predadores, por lo tanto como una estrategia anti-predatoria las focas siempre se mantienen alerta (Ainley *et al.* 1985, Torok 1994, Frost *et al.* 1999). Su buen oído en tierra junto con el avanzado desarrollo del aparato motor cortical, del cual dependen los movimientos de reflejo, hace que las focas comunes reaccionen rápidamente ante la presencia de predadores (Scheffer 1958).

2.3 HISTORIA NATURAL DE LAS FOCAS COMUNES

2.3.1 ¿Qué es un área de “haul-out”? Cuando se habla de un área de haul-out, no se habla simplemente de una zona rocosa o arenosa en la cual las focas se congregan. Se habla de algo mucho más complejo: de un hábitat tridimensional, no escogido por esta especie al azar y con características bióticas y abióticas propias que hacen de esta un área vital para la especie generación tras generación.

Las áreas de haul-out de las focas comunes, sin importar en que parte del mundo se encuentran, poseen en común las siguientes características básicas: Se encuentran en

áreas poco perturbadas, muy cercanas a la costa, rodeadas de canales de aguas profundas que permiten una rápida inmersión, con abundancia y diversidad de especies de presa y con un ciclo amplio en las mareas que permite cambios drásticos entre marea alta y marea baja (Terhune & Almon 1983, Terhune 1985, Gaspari 1995).

No se sabe con certeza el mecanismo por el cual las focas seleccionan las áreas de haul-out, pero una vez un área ha sido seleccionada por una población, ésta es usada durante varias generaciones consecutivas (Thompson 1989).

Según Yochem *et al.* (1987), las áreas de haul-out no son escogidas al azar. Aunque en el área geográfica haya más que suficiente espacio disponible con características ecológicas de un área “óptima” de haul-out, las focas comunes se congregan en unas cuantas áreas específicas dejando al resto despobladas. Normalmente, las áreas de haul-out no son usadas por más de 100 animales a la vez. Seguramente, hay muchas características específicas de cada área que quedan ocultas ante nuestros ojos casi bio-dimensionales.

Además de las características físicas mencionadas arriba ¿qué es en sí un área de haul-out? Se denomina área de haul-out el espacio geográfico terrestre en el cual las focas se agrupan para cumplir con la necesidad metabólica de estar fuera del agua al menos durante 4 horas diarias. Es así como se dice que ésta especie es “anfibia” ya que con el fin de disminuir su tasa metabólica requiere de estar fuera del agua al menos un 50% de su ciclo de vida (Schusterman 1975, Terhune 1985, Renouf & Lawson 1986, Harvey 1987).

Las focas comunes pueden verse en las áreas de haul-out durante todo el año agrupándose regularmente para descansar, mudar de pelaje, encontrar pareja, parir y amamantar a sus crías y como una estrategia anti-predatoria (Thompson *et al.* 1991, Watts 1991 1995, Grellier *et al.* 1996 y Tollit *et al.* 1998).

Con excepción de cortos y limitados desplazamientos estacionales entre las áreas de haul-out, que no sobrepasan los 100 Km de distancia, ésta es una especie no migratoria con un alto rango de fidelidad a las áreas de haul-out (Yochem *et al.* 1987, Bjorge *et al.* 1995, Tollit *et al.* 1998). Los desplazamientos estacionales que esta especie presenta ocurren dentro de la temporada de apareamiento y aquellos cortos y ocasionales se realizan como una forma de maximizar las estrategias de forrajeo (Thompson *et al.* 1991).

Las áreas de haul-out, así pues, son vitales para la supervivencia de la especie. Si una manada se ve desplazada de un área de haul-out debido a una constante y exponencial presión antropogénica, estas abandonan el área con muy pocos casos de re-colonización citados (Johnson 1977, Green *et al.* 1999 y Grigg *et al.* 1999). Esto ocasiona una reducción del hábitat que trae consecuencias demográficas negativas para las focas comunes.

2.3.2 Patrones comportamentales en las áreas de haul-out. Los animales usan su libertad para interactuar con el medio como una de las más importantes formas de adaptación a las condiciones ambientales. Esta adaptación toma diversas formas desde cómo encontrar especies de presa, cómo evitar ser presa, cómo encontrar un lugar para vivir, cómo encontrar pareja y reproducirse. Es decir, el comportarse de cierta forma, ayuda al individuo a sobrevivir y a dejar descendencia en su ambiente físico (Martin & Bateson 1986).

Según Tinbergen (1960), existen diversas formas de abordar el comportamiento animal. Una de estas es a través de la función del mismo. Es decir, ¿para qué le sirve al individuo o al grupo? Y ¿cuál es su uso o valor de supervivencia?. El que el animal

se comporte de cierta forma es un indicador de las condiciones ecológicas en las cuales se encuentra.

Pensando en los comportamientos como indicadores de las condiciones ecológicas, se puede decir que hay ciertos patrones comportamentales que nos indican si el individuo o el grupo se encuentran bajo estrés o si por el contrario se encuentran adaptados al sitio en que habitan.

Lo realmente importante de la etología sin embargo, no es definir qué hace o no hace el individuo en determinado momento, sino el tener la capacidad de dilucidar cómo ciertos comportamientos nos pueden dar pautas acerca de la adecuación (fitness en Inglés) tanto a nivel individual como grupal.

Todo comportamiento animal tiene dos momentos básicos: El primer momento comprende la estructura misma del comportamiento, es decir, es el momento en el cual se habla del patrón temporal que se describe en términos de la postura del individuo y su movimiento. El segundo momento, comprende los efectos a largo plazo del comportamiento del individuo que pueden ser sobre el ambiente, sobre sí mismo o sobre otros individuos (Martin & Bateson 1986).

En muchas áreas de haul-out la perturbación humana es un factor importante que afecta continuamente los patrones comportamentales de las focas comunes. Se define perturbación como cualquier actividad que altera el comportamiento normal de un individuo. En Estados Unidos la perturbación humana a mamíferos marinos está regulada por el Acta de Protección de los Mamíferos Marinos de 1972. En contraste con mamíferos marinos de mar abierto, los cambios en el comportamiento de los pinípedos relacionados con la perturbación, son mucho más fáciles de medir. Los efectos de la perturbación a largo plazo sobre los pinípedos, sin embargo, son más difíciles de interpretar (Suryan & Harvey 1998).

La reacción comportamental a la perturbación de los grupos de focas comunes, varía inclusive dentro de una misma área y de acuerdo con las fuentes de disturbio. Esta variabilidad puede ser atribuida a diferentes niveles de tolerancia entre los individuos dependiendo de su sexo, su edad y su estado reproductivo (Terhune & Almon 1983).

Estando en las áreas de haul-out, las focas comunes que se encuentran en presencia de perturbación humana presentan cuatro patrones comportamentales básicos, los cuales se incluyen dentro del primer momento del comportamiento mismo. Estos son en su orden magnitud de reacción: (1) Comportamiento de no reacción aparente (NAR), (2) comportamiento de alerta de cabeza o vigilancia (HA), (3) comportamiento de acercamiento al agua (AW) y (4) comportamiento de inmersión en el agua (F) (Johson 1977, Allen & Huber 1984, Suryan & Harvey 1998, Grigg *et al.* 1999, Mathews *et al.* 1999, Roletto *et al.* 1999).

Se pueden describir estos comportamientos como:

- **Comportamiento de No Reacción Aparente o No Apparent Reaction (NAR):**

Se dice que las focas comunes presentan el comportamiento de NAR cuando, en presencia de perturbación humana en el área de haul-out, estas no cambian su postura corporal de descanso o no presentan ningún tipo de movimiento abrupto que indique que se encuentran en alerta (Brasseur 1993).

Las focas pueden tener los ojos abiertos o cerrados; la cabeza puede estar un poco levantada del sustrato pero en posición relajada o esta puede estar descansada totalmente sobre el sustrato. La foca se encuentra totalmente inactiva con excepción de cuando se rasca, se estira o bosteza (Fig. 1).

Figura 1. Comportamiento de No Reacción Aparente o No Apparent Reaction (NAR) de las focas comunes.

- Comportamiento de Alerta de Cabeza, Vigilancia o Head Alert (HA):

El comportamiento de alerta de cabeza o vigilancia ha sido descrito para varias especies, incluidas las focas comunes (Terhune 1985). Se describe el comportamiento de vigilancia como cualquier movimiento que incremente el campo visual del individuo. Se dice que una foca comunes presenta alerta de cabeza cuando el individuo está con los ojos abiertos, la cabeza sostenida y alejada del sustrato y a la vez presenta rotación horizontal de su cabeza regresando después a la posición original o de descanso (Terhune 1985) (Fig. 2).

Figura 2. Comportamiento de Alerta de Cabeza, Vigilancia o Head Alert (HA) de las focas comunes.

Según Pulliam *et al.* 1982, la formación de grupos animales, es comúnmente atribuida en muchos de los casos a un comportamiento anti-predatorio. Es decir, aún especies que no son altamente sociales se agrupan en determinados momentos como un método de los individuos para maximizar el tiempo de forrajeo o el tiempo de descanso mientras se protegen de no ser depredados.

Modelos matemáticos acerca del comportamiento de vigilancia, predicen que la probabilidad del grupo de detectar la presencia de un predador con tiempo suficiente para escapar antes de ser depredado, aumenta a la vez que aumenta la vigilancia individual (Hart & Lendrem 1984).

Los individuos que conforman los grupos de focas comunes descansan en las áreas de haul-out presentando intervalos de vigilancia. Este comportamiento de vigilancia ha sido considerado homólogo al comportamiento de vigilancia que presentan las bandadas de aves al comer (Krieber & Barrette 1984). No hay evidencia de que las focas comunes coordinen sus actividades de vigilancia, ya que no son individuos sociales (Terhune & Brillant 1996).

Los individuos de esta especie gastan menos tiempo vigilando y más tiempo descansando a medida que el tamaño grupal y el tiempo en el área de haul-out aumentan, pero la vigilancia grupal se incrementa a la vez que el tamaño grupal (da Silva & Terhune 1988). Esto se debe a algo denominado “la asunción colectiva” que dice que todos los miembros del grupo pueden prevenir un ataque predatorio si este es detectado con anticipación al menos por un individuo del grupo (Lima 1995).

Al ser este un comportamiento anti-predatorio, puede presentarse en los individuos de dos formas:

La primera es como parte de la vigilancia grupal para evitar el ser tomados por sorpresa por el depredador. En este caso el depredador no está presente.

La segunda instancia del comportamiento es en la presencia de algún factor que indique “peligro” para el grupo. Un ejemplo de este comportamiento es cuando hay personas presentes en el área de haul-out.

Según da Silva y Terhune (1988) la cantidad de tiempo que las focas comunes dedican a la vigilancia y su reacción ante la perturbación humana podrían ser interpretados como un indicador de que la depredación terrestre ha sido una importante presión de selección en el comportamiento de esta especie.

- Comportamiento de Acercamiento al Agua o Approach to Water (AW):

Este comportamiento se presenta cuando el individuo se siente “amenazado” por la presencia de perturbación humana cerca del área de haul-out.

Sucede casi siempre después de prolongadas alertas de cabeza por parte de un gran porcentaje de los individuos que conforman el grupo.

Se presenta este comportamiento cuando la foca con movimientos ondulantes y sin perder de vista la causa de su reacción, se aproxima al área del haul-out que esta en contacto con el agua. Allí espera mientras observa al objeto que le indica “peligro”. Esta espera puede variar desde nanosegundos a minutos dependiendo de la intensidad del disturbio (Racz & Halliday 1997) (Fig. 3).

Las focas que se encuentran en la periferia de la manada vigilan más constantemente que las que se encuentran hacia el centro, por lo tanto estas son las primeras que presentan el comportamiento de AW el cual origina una reacción en cadena en el resto del grupo (Terhune & Brillant 1996). Se cree que la razón por la cual estos

individuos que se encuentran en la periferia reaccionan primero que el resto del grupo es debido a que para estos el riesgo de predación es más alto (Hamilton 1971).

Figura 3. Comportamiento de Acercamiento al Agua o Approach to Water (AW) de las focas comunes.

- Comportamiento de Flujo Rápido o Flush (F):

El comportamiento de flujo rápido se presenta cuando en un continuo y rápido movimiento la foca se acerca al agua y en menos de 5 segundos se encuentra totalmente en el agua (Racz & Halliday 1997). Una vez el individuo se encuentra en el agua, su regreso al área de haul-out depende de diferentes variables abióticas y bióticas (Fig. 4).

Figura 4. Comportamiento de Flujo Rápido o Flush (F) de las focas comunes.

- Comportamiento de Escape o Evasion (E):

En lugares con una alta perturbación humana el comportamiento F es precedido por el comportamiento AW en todos los casos. Es por esta razón que ciertos autores que trabajan en zonas altamente perturbadas han unido el comportamiento de AW y F en uno solo denominado Escape o Evasion (E).

El comportamiento E se presenta cuando un individuo después de ser perturbado, a través de movimientos rápidos y ondulantes de su cuerpo, se aproxima al agua (AW), se detiene por 1 segundo y finalmente salta (Suryan & Harvey 1998) (Fig. 5).

Figura 5. Comportamiento de Escape o Evasion (E) de las focas comunes.

2.3.3 Uso de hábitat. El uso de hábitat es una de las características evolutivas más importantes entre las diversas especies animales. A través del uso del hábitat los animales se adaptan a las diferentes condiciones ambientales del espacio que habitan.

No se puede generalizar acerca del uso que las focas comunes hacen de su hábitat, ya que este varía entre poblaciones dependiendo de las características bióticas y abióticas del lugar que habitan.

Como varios estudios realizados con esta especie han demostrado, su uso de hábitat depende de características bióticas tales como especies de presa y perturbación humana (Harkonen 1987, Colbourne & Terhune 1991, Thompson *et al.* 1991 1995). Entre las características abióticas más influyentes se encuentran las mareas (Stewart & Yochem 1994, Henriksen & Kondakov 1997), la batimetría y geografía (Calambokidis 1979, Sullivan 1979, Allen 1989), la temperatura y estacionalidad (Watts 1991 1992), la nubosidad y el viento (Terhune 1985, Rellier 1996).

Parece ser que las focas adaptan sus patrones de haul-out a condiciones ambientales locales. Así, se podría esperar un “máximo” número de focas en el área de haul-out durante la temporada de cambio de pelaje y durante condiciones ambientales “ideales”. Las condiciones ambientales ideales, pueden variar entre regiones geográficas (Simpkins *et al.* 2001). Según Terhune & Almon (1983), Schneider & Payne (1983), Watts (1996), Greiller *et al.* (1996), el número de focas comunes que se encuentran en determinado momento en un área de haul-out varía como una función de covariables ambientales tales como:

- **Estación del año:**

Las focas comunes se encuentran presentes durante todo el año en las áreas costeras de California. Aún así, su abundancia relativa en las áreas de haul-out varía de acuerdo a las estaciones del año, teniendo el mayor número de focas fuera del agua durante los períodos de cría y cambio de pelaje que durante las otras temporadas del año (Allen *et al.* 1989).

Según Brown & Mate (1983), las focas comunes se desplazan estacionalmente entre las áreas costeras de haul-out y las áreas estuarinas como una respuesta a la temporada reproductiva y a las diferentes migraciones de peces.

Cambios en la clase de edad de la foca podrían modificar estacional y anualmente los patrones de haul-out. Diferencias en el sexo y la edad de los animales influyen también en el tiempo del cambio de pelaje y es posible que esto tenga una influencia en los picos de abundancia relativa de cada clase de edad en las áreas de haul-out (Thompson 1987).

Los números de focas en el área de haul-out pueden aumentar también debido a una disminución de la perturbación humana en el área como resultado de las diferentes regulaciones de acuerdo a la estación del año en los parques y refugios naturales (Allen 1989).

- Estado de la marea:

Las plantas y animales que habitan la zona rocosa intermareal están adaptados a cambios constantes de las condiciones ambientales (Fig. 6). El más obvio de estos cambios es el cambio diario en la marea, el cual causa que los organismos estén cubiertos por el agua y después queden expuestos al aire.

Las áreas de haul-out se encuentran en las zonas intermareales, por lo tanto, la marea es el factor natural más importante relacionado con el momento en que las focas comunes llegan a las áreas de haul-out (Terhune & Almon 1983).

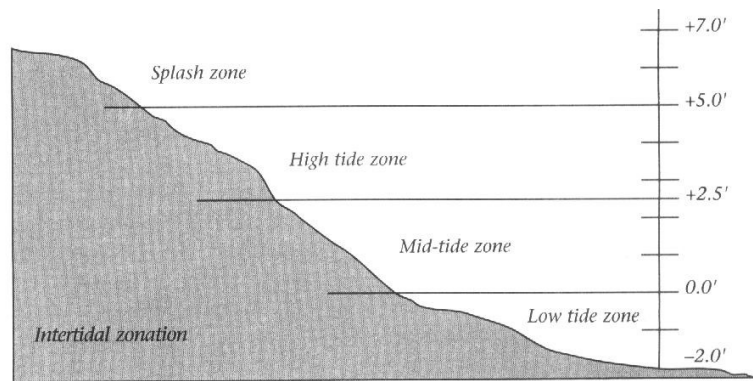


Figura 6. Zonación de la área intermareal.

Tomado de Conrandson, D. R. 1999. The Natural History of the Fitzgerald Marine Reserve. Published by the Friends of Fitzgerald Marine Life Refuge. Moss Beach, California.

Las zonas costeras experimentan diferentes clases de mareas (Garrison 1993). Algunas tienen dos mareas altas y bajas cada día, con ambas de las altas con la misma altura sucediendo lo mismo con las bajas. Otras áreas solamente tienen una marea alta y una marea baja por día y esto depende de los factores físicos que afectan las mareas (Ricketts & Calvin 1952).

En la Reserva Marina Fitzgerald, lo mismo que en toda la costa oeste de los Estados Unidos, se presentan dos mareas bajas y dos altas cada día aproximadamente cada 24 horas y 51 minutos (Ricketts & Calvin 1952). Por lo tanto, la marea alta y la consecuente marea baja ocurren aproximadamente cada 6.25 h. Como consecuencia de los factores físicos que afectan las mareas en California, una de las mareas altas es más alta que la otra y la correspondiente marea baja es más baja que la otra (patrón de mareas mixto), el máximo rango de marea en la Reserva es de 2.74 m (Conradson 1999).

Aunque la mayoría de los investigadores están de acuerdo con la hipótesis de que los números de focas comunes aumentan en las áreas de haul-out con mareas medias-bajas o bajas, algunos como Fanher (1979), afirman que hay áreas de haul-out que dependen de las mareas bajas y otras que dependen de las mareas altas. Esto se debe a

que en algunos sitios las focas necesitan de mareas altas para poder llegar hasta las áreas de haul-out.

La población de focas comunes de la Reserva Marina Fitzgerald parece preferir las áreas de haul-out en mareas bajas (D. Kopec, *com. pers.*).

- **Altura de la marea:**

La diferencia entre la altura de la marea alta y la marea baja se denomina el rango de la marea. Una marea de 0.0 m, no es la marea más baja posible. El punto 0 es el promedio de todas las mareas bajas más bajas en cierto período de tiempo. Por todos los factores que afectan las mareas, una marea baja puede bajar del punto 0 de referencia (Ricketts & Calvin 1952).

El máximo rango de la marea en la Reserva Marina Fitzgerald es de 2.74 m (9 pies). La marea alta más alta puede ser de 2.13 m (+ 7.0 pies) y la marea baja más baja puede llegar a ser de -0.60 m (- 2.0 pies). El rango de la marea varía con la configuración local del fondo océano y la forma que este adopta (Garrison 1993).

A medida que la altura de la marea cambia, la disponibilidad de espacio en las áreas de haul-out cambiará constantemente en una medida indirectamente proporcional (Terhune & Almon 1983).

Aunque la marea baja se aproxime en las áreas de haul-out, la altura de la marea es un factor predominante que determina el momento de llegar al área. Si la altura de la marea no desciende en determinado momento es imposible para las focas permanecer sobre las rocas ya que son arrastradas por las olas.

- **Nubosidad:**

Es ampliamente conocido el efecto de la nubosidad sobre las especies de mamíferos marinos.

Según Grellier *et al.* (1996), Schneider & Payne (1983), Terhune & Almon (1983), la nubosidad es una variable que se debe tener en cuenta dentro de los factores ambientales ya que ha demostrado tener una influencia significativa sobre los números de focas en el área de haul-out. Aunque esta relación no es muy clara, se cree que se puede estar relacionado con la cantidad de luz solar que llega al área en determinado momento (Pauli & Terhune 1987).

- **Precipitación:**

Una vez más hay muchas contradicciones acerca de la influencia de la precipitación sobre el número de focas que se encuentran en determinado momento en las áreas de haul-out. Lavigne & Schmitz (1990), Harwood & Grenfell (1990), atribuyen estas contradicciones a nuestro pobre entendimiento acerca de la influencia de las condiciones climáticas sobre el comportamiento de las focas comunes.

Así pues, Godsell (1988) no encontró una correlación significativa entre el número de focas comunes en el área de haul-out y la velocidad del viento, pero una correlación significativa con la precipitación.

En contraste Kovacs *et al.* (1990) encontraron una correlación significativa entre los números y la velocidad del viento, pero no con la precipitación.

Estudios realizados por Pauli & Terhune (1987), Harvey (1987), Godsell (1988), Olesiuk *et al.* (1990), demostraron que los números de focas comunes en el área de haul-out se encuentran correlacionados negativamente con la precipitación aunque ésta no actúa como un factor independiente de las otras variables ambientales. La precipitación se encuentra entre uno de los factores ambientales con mayor influencia al momento de determinar el número de focas comunes en el área de haul-out.

Se cree que el grado de influencia de las variables ambientales sobre el número de focas comunes en el área de haul-out depende de condiciones locales y por lo tanto será diferente entre regiones geográficas (Godsell 1988).

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Reserva Marina Fitzgerald se encuentra ubicada en una zona intermareal semi-protégida que forma parte del Santuario Nacional Marino del Golfo de Farallones, Condado de San Mateo, Estado de California, USA (1981).

Esta área fué declarada Reserva en 1969 gracias a la alta diversidad de organismos intermareales que posee. Más de 25 especies de invertebrados y plantas la constituyen como una de las áreas de mayor diversidad en el estado de California (Conradson 1999).

Según Oxley (1999), visitar las piscinas de marea de la Reserva Marina Fitzgerald constituye una de las atracciones más populares desde hace más de 50 años, teniendo un promedio de más de 130.000 visitantes por año.

El ecosistema formado por las piscinas de marea en la Reserva, se ha visto seriamente amenazado a causa de la presión humana (B. Breen, *com. pers.*). En 1992 se realizó un estudio ambiental el cual dio como resultado el decretar la Reserva como un ecosistema drásticamente afectado por el uso humano. A pesar de las regulaciones para su manejo, y de que algunas medidas han sido implementadas, la Reserva aún atraviesa por un momento crítico (B. Breen, *com. pers.*).

De las especies de mamíferos marinos que se pueden observar a través del año en la Reserva, únicamente una especie utiliza este hábitat como hábitat permanente: *Phoca vitulina richardii*. Las focas elefante del norte (*Mirounga angustirostris*), los

leones marinos californianos (*Zalophus californianus*), los leones marinos steller (*Eumetopias jubata*), las ballenas grises (*Eschrichtius robustus*) y las orcas (*Orcinus orca*) son visitantes estacionales de la Reserva (Niesen 1999).

Dentro de las regulaciones de la Reserva decretadas en 1992 no se incluyó ninguna regulación que protegiera a las focas comunes, porque la prioridad de conservación en ese momento era la diversidad de invertebrados marinos. Así, entre 1994 y el 2000 la tasa de mortalidad y el abandono de crías aumento en un 98% en esta población (Marine Mammal Center, *com. pers.*) poniendo en amenaza su estabilidad y sobrevivencia.

No se sabe si los individuos y por ende la población de focas comunes residentes de la Reserva se encuentran bajo estrés a consecuencia de la perturbación humana, pero se supone que sí.

3.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Afecta la presencia/ausencia de personas el comportamiento de las focas comunes en el área de haul-out?
- ¿Afecta la presencia/ausencia de aviones de bajo vuelo el comportamiento de las focas comunes en el área de haul-out?
- ¿Tiene la distancia de las fuentes de perturbación un efecto sobre el comportamiento de las focas comunes que se encuentran en el área de haul-out?
- ¿Afectan factores ambientales como el: estado de la marea, altura de la marea, nubosidad y precipitación, el número de focas comunes que se encuentran en el área de haul-out?

- ¿Es posible predecir, con base en dichas variables ambientales observadas el número de focas comunes que se encontrarían en el área de haul-out en un momento determinado?

3.3 HIPÓTESIS

- **H_i**: Existen diferencias significativas entre las frecuencias de los comportamientos NAR, HA y E de las focas comunes según la fuente de perturbación (personas/aviones).
- **H_o**: No Existen diferencias significativas entre las frecuencias de los comportamientos NAR, HA y E de las focas comunes según la fuente de perturbación (personas/aviones).

- **H_i**: Existen diferencias significativas entre la frecuencia de los comportamientos de NAR, HA y E en el grupo de focas comunes a diferentes distancias de las fuentes de perturbación (personas/aviones)
H_o: No existen diferencias significativas entre la frecuencia de los comportamientos de NAR, HA y E en el grupo de focas comunes a diferentes distancias de las fuentes de perturbación (personas/aviones).

- **H_i**: El número de focas comunes que se encuentran en el área de haul-out en determinado momento depende de las variables ambientales: estado de la marea, altura de la marea, nubosidad y precipitación.
H_o: El número de focas comunes que se encuentran en el área de haul-out en determinado momento no depende de las variables ambientales: estado de la marea, altura de la marea, nubosidad y precipitación.

3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En varias zonas geográficas y como una consecuencia del impacto humano, muchas poblaciones y especies tanto de plantas como de animales se han visto desplazados o extintos de sus hábitats de origen.

Según Barbault & Sastrapradja (1995) en los próximos cien años al menos un 25% de la biodiversidad del planeta desaparecerá. Esta extinción masiva entrará a formar parte dentro de las seis más grandes extinciones que ha afrontado la historia de la vida sobre el planeta.

El impacto humano sobre la Reserva Marina Fitzgerald y más específicamente sobre el ecosistema intermareal originó regulaciones sobre el manejo del área desde 1992. Conservacionistas y naturalistas se han dedicado desde entonces a proteger este frágil ecosistema. El por qué de las razones por las cuales se ignoró a las focas comunes dentro de estas medidas de manejo, es desconocida. La Reserva enfrenta en este momento la posible pérdida de la población de focas comunes que aquí habitan.

Aún no se sabe con claridad acerca del efecto a largo plazo de la perturbación humana sobre la mayoría de las especies. No sabemos si este pueda tener consecuencias reales sobre la sobrevivencia de los individuos o poblaciones. No estamos seguros aún acerca de las consecuencias a escala poblacional de los efectos energéticos de la perturbación.

Lo que sí conocemos son algunas de las consecuencias ecosistémicas del desplazamiento o pérdida de las especies consideradas “claves” dentro de la cadena alimenticia. Las focas comunes son consideradas una especie “clave” en este ecosistema, ya que sirven de alimento de depredadores como los tiburones blancos (*Carcharodon carcharias*) y las orcas (*Orcinus orca*) (Bonner 1990).

Si la población de focas comunes de la Reserva se encuentra continuamente presionada por la perturbación humana, el tiempo de descanso diario que las focas necesitan se verá interrumpido y la adecuación de la población podría ser reducida como una consecuencia del adicional gasto energético. Si hay crías presentes en el área, estas pueden ser abruptamente separadas de sus madres, causando la muerte de las crías en la mayoría de los casos. A largo plazo la perturbación humana puede causar una reducción en la tasa de nacimiento, un incremento en la tasa de mortalidad y los individuos pueden finalmente ser desplazados de su hábitat.

Conscientes de la necesidad de implementar normas adecuadas para proteger a las focas, las autoridades locales tomaron la decisión de limitar las actividades humanas en el área cercana al haul-out. No había claridad, sin embargo, acerca de cuáles actividades tienen mayor impacto negativo o cuáles son los aspectos que determinan el grado de impacto negativo de una actividad, por lo tanto era necesario conocer y entender cómo esta especie reacciona ante la presión de las actividades humanas y cómo se puede mitigar el impacto negativo de estas a corto y largo plazo.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Medir el impacto negativo a corto plazo de las variables ambientales (perturbación humana, estado de la marea, altura de la marea, nubosidad y precipitación) sobre los patrones comportamentales y el número de focas comunes en un área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald en California.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las fuentes de perturbación humana y su efecto a corto plazo sobre los patrones comportamentales de las focas comunes en el área de haul-out.
- Cuantificar el efecto de la distancia de las fuentes de perturbación sobre el comportamiento de las focas comunes en el área de haul-out.
- Determinar el rango de sensibilidad espacial de las focas comunes a la perturbación humana.
- Determinar el porcentaje y el tiempo de recuperación una vez que se produce el comportamiento de escape.
- Plantear un modelo estadístico que prediga, el número de focas en el área de haul-out en determinado momento dependiendo de las variables ambientales observadas de estado de la marea, altura de la marea, nubosidad y precipitación.

- Identificar a que clase de edad y sexo pertenecen los individuos que usan esta área de haul-out.
- Sugerir pautas de manejo para las actividades humanas en el área de haul-out con base en los resultados adquiridos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este es un estudio analítico observacional. A través de un diseño experimental se cuantificó en el campo la frecuencia de patrones comportamentales específicos de las focas comunes en el área de haul-out con relación a la presencia / ausencia de perturbación humana y la distancia de la misma. Se determinó con validez estadística la relación del número de focas presentes en el área con las variables abióticas: Estado de la marea, altura de la marea, nubosidad y precipitación.

5.1.1 Población de estudio y muestra. La Reserva Marina Fitzgerald se encuentra ubicada al norte de Half Moon Bay a los 37° 31" N y 122° 31" W en el Condado de San Mateo, California, USA. Esta es un área semiprotegida formada por un estrecho de playa arenosa y un área marina rocosa que constituye un hábitat intermareal (Fig. 7.).

El área intermareal de la Reserva ha sido dividida en subhábitats de acuerdo a: su exposición a la acción del oleaje y el tipo de sustrato que presentan (Fig. 8).

La población de focas comunes de la Reserva han hecho de las áreas de Crevice pools y Nye's Rocks sus áreas de haul-out. Las áreas conformadas por Crevice pools no tienen acceso inmediato a aguas profundas, mientras que las de Nye's Rocks se encuentran rodeadas por canales de aguas profundas. El número de focas comunes que se encuentran diariamente en el área de haul-out varían de cero hasta cincuenta y dos individuos.

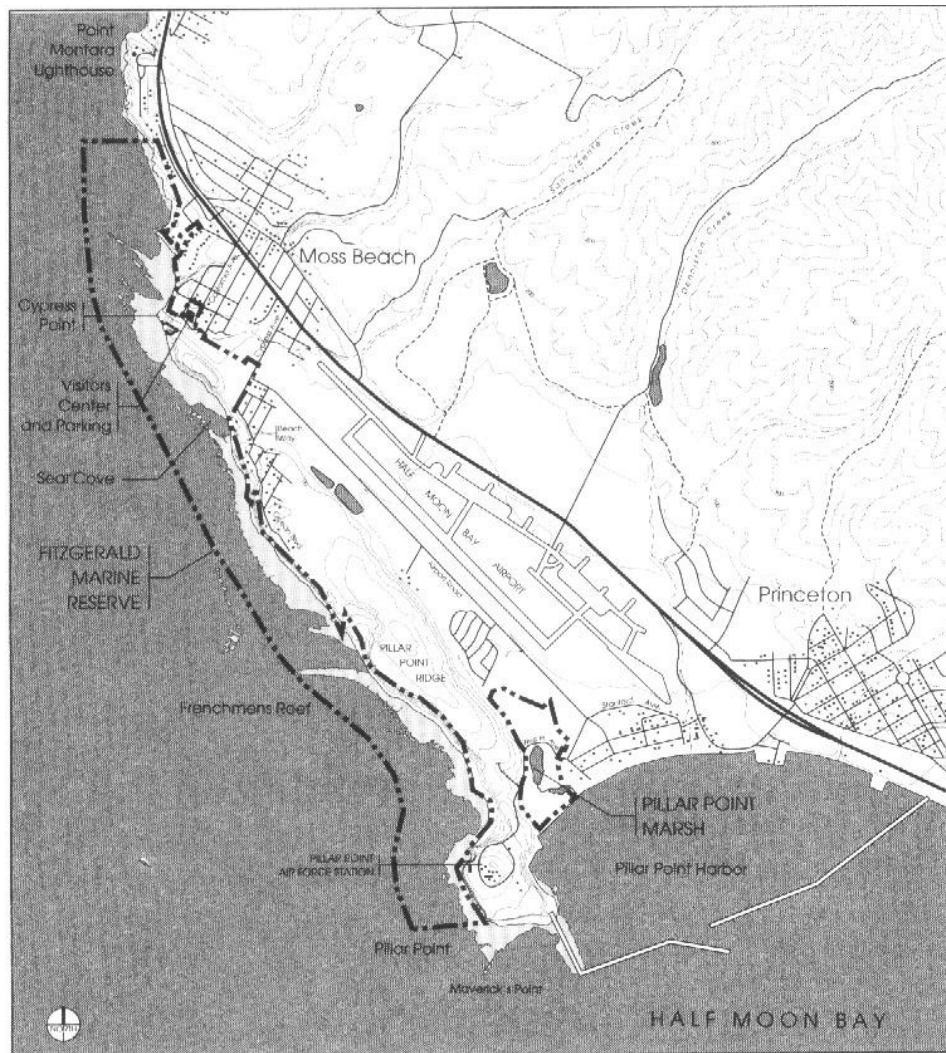


Figura 7. Mapa del área que comprende la Reserva Marina Fitzgerald

Tomado de Conrandson, D. R. 1999. The Natural History of the Fitzgerald Marine Reserve. Published by the Friends of Fitzgerald Marine Life Refuge. Moss Beach, California.

El área de haul-out está influida por estaciones moderadas sin presencia de nieve en la estación de invierno y con un verano corto y tardío entre los meses de septiembre y octubre.

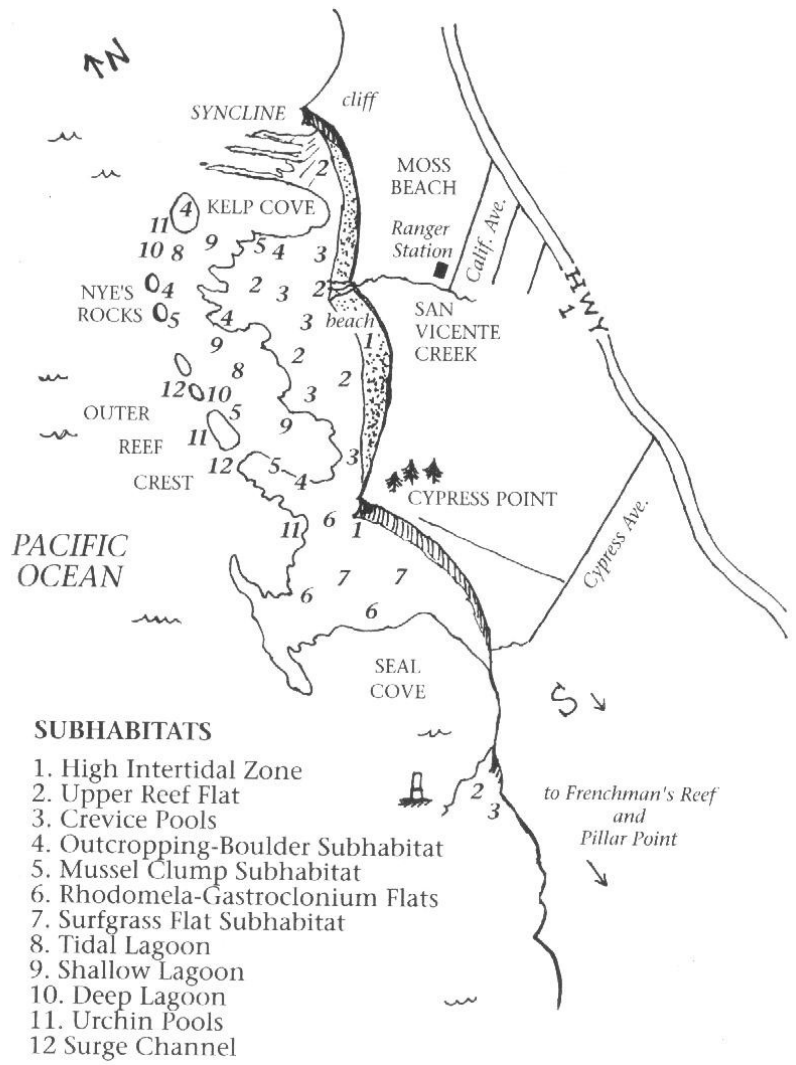


Figura 8. Sub-hábitats de la zona intermareal de la Reserva Marina Fitzgerald, California.

Tomado de Conrandson, D. R. 1999. The Natural History of the Fitzgerald Marine Reserve. Published by the Friends of Fitzgerald Marine Life Refuge. Moss Beach, California.

Dentro de los fenómenos físicos oceanográficos presentes en el área con una mayor influencia en la abundancia de pinípedos se encuentran las mareas, la corriente de California, las surgencias y el fenómeno climático de El Niño (Sydeman & Allen 1999).

Las mareas constituyen la clave climática para este hábitat, ya que la zona intermareal es el área localizada entre el rango de las mareas altas y las mareas bajas. La Reserva presenta un patrón mixto de mareas lo que significa que la marea que sigue a la marea más baja será una marea alta con una altura entre los rangos bajos. Luego se presentará una marea baja más alta que la primera y posteriormente una marea alta más alta que la anterior. El máximo rango de marea presente en la Reserva es de 2.74 m (9 pies) (Conrad 1999).

La Reserva se encuentra dentro del Golfo de Farallones (Santuario Nacional Marino), el cual pertenece al sistema de la Corriente de California (Sydeman & Allen 1999). La corriente de California es una corriente fría que aporta nutrientes a través de surgencia al ecosistema, aumentando la productividad del mismo. Este sistema es considerado como uno de los ecosistemas marinos más productivos del mundo (Sydeman & Allen 1999).

Otra de las características climáticas importantes es la presencia de periódica de surgencias (“upwelling” en Inglés, masas de agua fría que emergen de las profundidades a la superficie) (Ainley *et al.* 1993). El período de mayor intensidad es entre marzo y mayo/ junio, pero las surgencias que se presentan durante los meses de invierno son consideradas las de mayor importancia en el desarrollo de una cadena alimenticia estable (Ainley *et al.* 1993).

La influencia de El Niño para las surgencias cambiando así la cadena alimenticia y afectando en forma negativa la productividad primaria del área (Roemmich & McGowan 1995).

5.1.2 Variables de estudio

Tabla 1. Variables de estudio y descripción de las mismas, medidas en la temporada de invierno de 1998 y 1999 en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald, California.

Variables dependientes (cuantitativas)		
Nombre	Tipo	Descripción
Número de focas comunes en el área de haul-out	Variable discreta	Los conteos se hicieron a través de un monocular (spotting scope 20X) montado sobre un trípode. En condiciones de viento extremo se usaron binoculares (10x25) sin trípode.
Frecuencia de los comportamientos de NAR, HA y E en las focas que se encuentran en el área de haul-out	Variable discreta	Observación visual
Variables independientes (cuantitativas)		
Distancia del punto medio de la fuente de perturbación humana al punto medio del grupo de focas que se encuentran en el área de haul-out	Variable continua	Esta distancia fué hallada indirectamente a través de la Ley del Triángulo de Pitágoras y la Ley de los Cosenos. Cuando se presentó la fuente de disturbio, se midió la distancia del observador al punto medio de la manada y la distancia del observador al punto medio de la fuente de perturbación, utilizando un sistema de estimación láser (laser ranging system, velocidad de 400). A la vez se midió el ángulo del observador al centro de la manada y el ángulo del observador al centro de la fuente de perturbación con la ayuda de un compás.
Estado de la marea	Variable discreta	Se usaron las tablas de predicciones de las mareas para el área norte de California de NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) de los años 1998 y 1999, con las correcciones pertinentes para el área de la Reserva.
Altura de la marea (m)	Variable continua	Se usaron las predicciones de las tablas de marea de NOAA (Nacional Oceanic & Atmospheric Administration) de 1998 y 1999 y se hicieron las correcciones pertinentes después de las fases de campo con la Estación Metereológica del Golfo de Farallones.
Nubosidad (%)	Variable discreta	Estimada por porcentaje de cobertura
Precipitación	Variable discreta	Presencia / ausencia de lluvia e intensidad observada de la misma.

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Observaciones del área de haul-out. Muestreos observacionales focales del área de haul-out fueron conducidos en la Reserva Marina Fitzgerald en invierno desde el 12 nov 1998 hasta el 12 de mar 1999. Se escogió la estación de invierno ya que es la temporada *a priori* al nacimiento de las crías y al no haber neo-natos en el área de haul-out la abundancia relativa no aumenta como un efecto de la presencia continua de hembras con sus crías (Thompson 1988, Watts 1995).

Se hicieron muestreos en todos los días en los cuales las mareas bajas fueron después del amanecer y antes del anochecer y con una altura menor o igual a 0.82 m (2.7 pies).

Según la metodología propuesta por Calambokidis *et al.* (1987), las focas comunes deben ser observadas desde arriba debido a que estas pueden percibir la presencia del observador a nivel horizontal. El área escogida para hacer las observaciones se encuentra ubicada sobre un precipicio de 5.83 m de altura que da a la playa, 60 m al Sur de San Vicente Creek y al frente y a una distancia de 156 m de Crevice Pools y a 168 m de Nye's Rocks (Fig. 8). En esta área se marcó un lugar exacto sobre el cual se montó el monocular (spotting scope) en cada uno de los días de observación. El área de haul-out y la playa al frente de esta tienen una longitud de 48 m desde San Vicente Creek hasta Cypress Point.

Las observaciones del área de haul-out se comenzaron 2 h antes de marea baja y terminaron 1 h después de la misma, es decir se hicieron observaciones durante un período de 4 h diarias. Se logró un esfuerzo total de 281 horas de observaciones directas del área de haul-out.

Cada día de observación se llevó a cabo la siguiente metodología en este orden:

5.2.2 Método para categorizar el estado de la marea. Al comienzo de cada hora de muestreo se anotó en el Formato de Campo No. 1 (Anexo A) el estado de la marea según la información dada en las tablas de mareas de NOAA para el área del norte de California y siguiendo la metodología propuesta por Racz & Halliday (1997) para la observación de focas comunes en el Golfo de Farallones. Se hicieron las correcciones de tiempo correspondientes al área de la Reserva. El estado de la marea se categorizó de la siguiente forma:

+2 = 2 h antes de marea baja

+1 = 1 h antes de marea baja

0 = Marea baja

-1 = 1 hora después de marea baja

5.2.3 Método para medir la altura de la marea. La altura de la marea fué anotada en el Formato de Campo No. 1 al principio de cada hora de muestreo. Esta no fué medida directamente, se usaron las alturas en pies registradas en las tablas de mareas y al finalizar las secciones de campo se contactó a la estación metereológica del Golfo de Farallones para hacer las correcciones en caso de cambios imprevistos en el clima. Posteriormente las alturas en pies fuéron convertidas al sistema métrico decimal.

5.2.4 Método para la estimación de la nubosidad. El porcentaje de nubosidad fué estimado al principio de cada hora de muestreo y anotado en le Formato de Campo No. 1. La nubosidad fué estimada y categorizada de la siguiente forma:

0 = 0%

1 = 1-25%

2 = 25-50%

3 = 50-75%

4 = 75-100%

5.2.5 Método para medir la precipitación. La presencia/ausencia de precipitación fué anotada al principio de cada hora de muestreo en el Formato de Campo No. 1. Se categorizó de la siguiente manera:

0 = Precipitación ausente

1 = Llovizna

2 = Granizo

3 = Lluvia intensa

5.2.6 Método para realizar el conteo de las focas en el área de haul-out. El número de focas comunes en el área de haul-out puede ser obtenido a través de gran variedad de métodos (Terhune 1985). El conteo de las focas se hizo al principio de cada hora de muestreo usando un monocular (20X) montado sobre un trípode. Durante los casos de condiciones ambientales difíciles los conteos se hicieron a través de binoculares (10x25) sin trípode. Solo se contaron los individuos que se encontraban totalmente fuera del agua, debido el principal objetivo era observar el comportamiento en el área de haul-out, y su número se anotó en el Formato de Campo No. 1.

5.2.7 Método para la determinación de la clase de edad y el sexo de los individuos. El sexo (macho, hembra e indeterminado) la clase de edad (juveniles y adultos) de los individuos en el haul-out fueron determinados al principio de cada hora de muestreo a través del monocular y su número se anotó en el Formato de Campo No. 1. El sexo de los individuos fué determinado por la localización de los genitales cuando el área abdominal estuvo expuesta (Fig. 9). En los casos en los cuales no se pudo observar el área abdominal los individuos se reportaron como indeterminados. No hubo casos en los cuales no se pudo distinguir entre juveniles y adultos.

La clase de edad fué dividida en juveniles y adultos ya que el muestreo se hizo fuera de la temporada de cría. Los juveniles se pueden diferenciar fácilmente de los adultos por su tamaño y coloración (D. Kopec, *com. pers.*).

Figura 9. Diferenciación sexual de las focas comunes a partir de la exposición del área abdominal.

Las categorías y sus abreviaturas asignadas fueron las siguientes:

Machos adultos (am)

Hembras adultas (af)

Machos juveniles (jm)

Hembras juveniles (jf)

Indeterminados (i)

5.2.8 Método para medir la distancia desde el punto medio de la fuente de perturbación hasta el punto medio del grupo de focas comunes en el área de haul-out. Durante las 4 h diarias de muestreo y después de llenar el Formato de Campo No. 1. se prosiguió con el monitoreo de la perturbación humana según la metodología propuesta por Racz & Halliday (1997).

Los datos fueron tomados cada vez que una fuente de perturbación potencial se aproximó al área de haul-out. Las fuentes de perturbación humana fueron divididas en dos categorías: Personas y aviones de bajo vuelo. Cada vez que la fuente de perturbación humana se presentó se tomaron y anotaron los siguientes datos en el Formato de Campo No. 2 (Anexo B):

Estado de la marea

Actividad (Fuente de perturbación)

Hora

Distancia del observador al punto medio de la fuente de perturbación

Distancia del observador al punto medio del grupo de focas en el área de haul-out

Angulo del observador al punto medio de la fuente de perturbación

Angulo del observador al punto medio del grupo de focas en el área de haul-out

Tipo de comportamiento presente: NAR, AW, E

La actividad fué determinada por observación visual. Las distancias fuéron medidas a través de un sistema de estimación láser (velocidad 400) y los ángulos fuéron medidos a través de un compás estático ubicado en el punto del observador. La distancia real entre el punto medio del grupo de focas y la fuente de perturbación fué calculada usando la Ley del triángulo de Pitágoras y la Ley de los Cosenos así (Fig.10.):

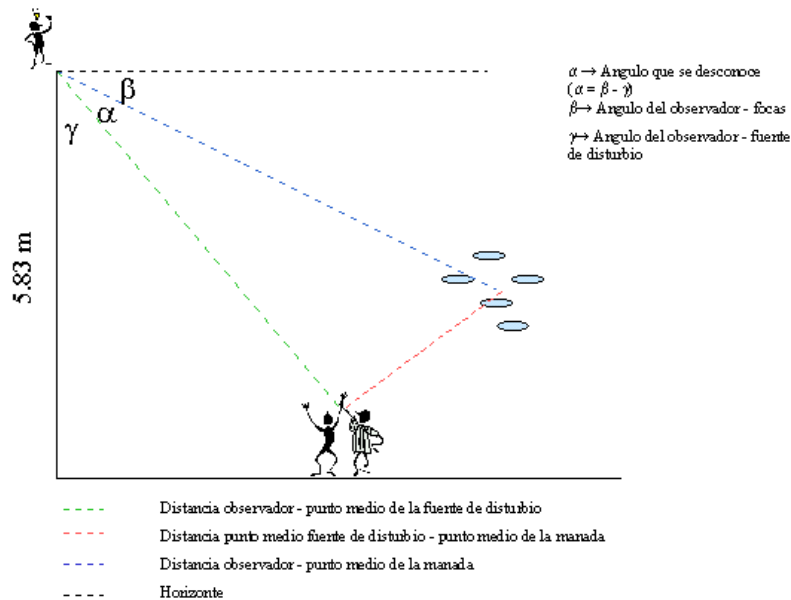


Figura 10. Método indirecto usado para hallar las distancias entre las focas comunes y la fuente de perturbación en la Reserva Marina Fitzgerald, 1998-1999.

Paso 1: Se hallaron las distancias a nivel del mar por el método del Triángulo de Pitágoras (Fig. 11.).

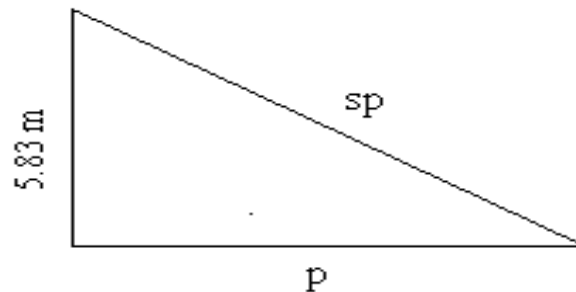


Figura 11. Método del Triángulo de Pitágoras usado para hallar distancias a nivel del mar.

$$p^2 + 5.83^2 = sp^2$$

$$p^2 = (sp)^2 - 5.83^2$$

$$p = \sqrt{[(sp)^2 - 5.83^2]}$$

$$s = \sqrt{[(ss)^2 - 5.83^2]}$$

Paso 2: Se hallaron las distancias reales del punto medio de la fuente de perturbación al punto medio del grupo de focas en el haul-out por medio de la Ley de los Cosenos (Fig. 12.).

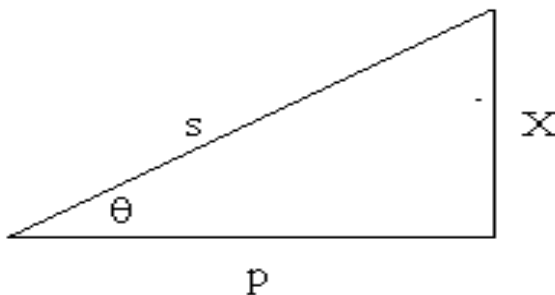


Figura 12. Método de la Ley de los Cosenos usado para hallar las distancias del punto medio de la fuente de perturbación al punto medio de la manada en la Reserva Marina Fitzgerald, 1998-1999.

Ley de los Cosenos

$$x^2 = p^2 + s^2 - 2ps \cos \theta$$

$$x = \sqrt{[p^2 + s^2 - 2ps \cos \theta]}$$

5.2.9 Método para cuantificar la frecuencia de los comportamientos de NAR, HA y E en las focas que se encuentran en el área de haul-out. Cada vez que una perturbación humana se presentó en el área de haul-out y después de medir las distancias, visualmente se observó el tipo de comportamiento que las focas presentaron y se anotó en el Formato de Campo No. 2. De acuerdo con la metodología propuesta da Silva & Terhune (1988) y Suryan & Harvey (1999), con el fin de eliminar el efecto del tamaño grupal sobre el comportamiento de los individual, no se contaron el número de animales que presentaron el comportamiento después del disturbio sino que solo se anotó la presencia del mismo.

5.2.10 Método para cuantificar el porcentaje y el tiempo de recuperación después de producirse el escape (E). Con base en el número de animales que se encontraban en el área de haul-out antes de que ocurriera una perturbación que ocasionara el comportamiento de (E) en la manada, cada vez que esto sucedió se contaron cada 10 minutos (hasta iniciar la siguiente hora de muestreo) el número de animales que regresaron al área del haul-out y se anotó en el Formato de Campo No. 2. Como los individuos no fueron identificados en forma individual no se supo si eran los mismos animales que habían escapado y regresaban o si eran animales nuevos.

La recuperación de las focas que escaparon del área de haul-out después de darse el disturbio fué categorizada así:

- Recuperación total: cuando 100% de los animales que escaparon, regresaron después de cierto tiempo al área de haul-out.
- Recuperación parcial: cuando algunos de los animales que escaparon regresaron al área de haul-out, pero no el 100% de estos.

- No recuperación: cuando 0% de los animales regresaron al área de haul-out después de producirse su escape.

5.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de información se hizo en campo a través de la observación y el monitoreo del área de haul-out durante 281 horas. Los datos observados se organizaron en los Formatos de Campo No. 1 y No. 2 (Ver anexos A y B).

5.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los resultados de los análisis estadísticos fueron considerados significativos a $\alpha = 0.05$.

Para probar la relación entre la distancia de las personas y la frecuencia de los comportamientos de NAR, HA Y E en la manada de focas comunes, se utilizó la prueba no paramétrica Chi-cuadrado (Zar 1984). Las distancias de aproximación de las personas a las focas fueron divididas en cuatro categorías: 0-25 m, 25-50 m, 50-75 m y 75-100m y las distancias de los aviones a las focas en tres categorías: 40-80 m, 80-120 m y 120-160.

La transformación $\log_{10}(Y)$ fue la más apropiada para las frecuencias de los comportamientos de NAR, HA y E.

Para predecir el número de focas comunes en el área de haul-out como una función de las covariables ambientales (estado de la marea, altura de la marea, nubosidad y precipitación), se creó un Modelo General Lineal estadístico (GLM). Se utilizó el programa estadístico (SYSTAT 7.0).

Los modelos lineales son modelos basados en superficies lineales tales como líneas, planos e hiperplanos. Los modelos lineales son ampliamente usados, ya que líneas y planos frecuentemente describen las relaciones entre las variables medidas en un mundo real (SYSTAT 7.0).

La ecuación de un modelo estadístico lineal es la ecuación de una recta de la forma:

$$Y = a + bx$$

6. RESULTADOS

6.1 FUÉNTES DE PERTURBACIÓN

Se identificaron dos fuentes de perturbación humana sobre el área de haul-out: personas y aviones de bajo vuelo (distancia ≤ 100 m).

En las 281 horas de observación, se dieron $n = 2168$ casos de perturbación humana sobre las focas comunes que se encontraban en el área de haul-out. De estos, ($n = 2114$) (97.5%) casos fueron causados por personas y $n = 54$ (2.5%) fueron causados por aviones de bajo vuelo.

Un promedio de 7.7 perturbaciones causadas por humanos se presentaron cada hora sobre las focas comunes en el área de haul-out.

6.2 DISTANCIAS DE LAS FUÉNTES DE PERTURBACIÓN A LAS FOCAS EN EL ÁREA DE HAUL-OUT Y SU EFECTO SOBRE LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO

6.2.1 Personas en el área de haul-out. Las distancias de aproximación de las personas a las focas comunes que se encuentran en el área de haul-out varían desde 0 a 100 m (Tabla 2).

Tabla 2. Distancia (en m) de las personas a las focas comunes en el área de haul-out y frecuencias de los diferentes comportamientos de las focas. Reserva Marina Fitzgerald, California.

Distancia Personas– focas (m)	Comportamiento ¹				
	Frecuencia BNAR	Frecuencia BHA	Frecuencia BE	TOTAL	%
0-25	0	1166	81	1247	58.98
25-50	0	735	4	739	34.95
50-75	0	84	4	88	4.11
75-100	0	40	0	40	1.89
Total	0	2025	89	2114	
%	0	97.5	4.2	100	100
¹ Comportamientos: BNAR = 0 (0 %) BHA = 2025 (95.7 %) BE = 89 (4.2 %)					

De los 2114 casos de perturbación causados por personas en el área de haul-out, ninguno originó el comportamiento de No Reacción Aparente (BNAR) en las focas. Es decir, que cuando las personas en el área de haul-out fueron la fuente de perturbación siempre hubo reacción por parte de las focas comunes a distancias desde 0-100 m.

Cuando las personas se encontraban en el área de haul-out a distancias de 0-100 m, las focas comunes siempre reaccionaron con los comportamientos de Alerta de Cabeza (BHA) o Escape (BE).

De 2114 comportamientos presentes $n=2025$ (95.7%) fueron reacciones de Alerta de Cabeza (BHA) y $n=89$ (4.2%) fueron reacciones de Escape.

Cuando las personas fueron la fuente de perturbación el comportamiento de BNAR no fue incluido en la prueba estadística de Chi-cuadrado, ya que sus valores fueron cero.

Tabla 3. Distancias (en m) de las personas a las focas comunes en el área de haul-out y frecuencias de los diferentes comportamientos presentes, usados para la prueba estadística Chi-cuadrado. Reserva Marina Fitzgerald, California. $X^2 = 42.60012$ con 3 *gl* y $p < 0.05$.

Distancia Persona-foca(m)	Frecuencia BHA	Frecuencia BE	Total
0-25	1166	81	1247
25-50	735	4	739
50-75	84	4	88
75-100	40	0	40
Total	2025	89	2114

De acuerdo a los resultados de datos por X^2 con 3 *gl* y $p < 0.05$ hubo una diferencia significativa entre la frecuencia de los comportamientos de BHA y BE presentes en la manada de focas dependiendo de la distancia de aproximación de las personas.

El comportamiento de BHA se presentó en la manada de focas cuando hubo personas en el área de haul-out a distancias entre 0-100 m. La distancia crítica para que este comportamiento se dispare fué de 50 m (94% de observaciones de BHA), como se puede deducir por el cambio en las frecuencias entre las categorías de 25-50 m y 50-75 m.

El comportamiento de BE se presentó en la manada de focas comunes cuando hubo personas a distancias entre 0-75 m. La distancia crítica de aproximación de las personas que presentó la mayor frecuencia fué la categoría de 0-25 m (91% de observaciones de BE).

Cuando las personas fuéron la fuente de perturbación en el área de haul-out el comportamiento de BHA se presentó primero que el comportamiento de BE. Se puede decir, que cuando las personas se encontraban a más de 50 m de distancia, las focas se encontraban en estado de alerta permanente. Si las personas se aproximaban 1 m más, el comportamiento de BE se disparaba originando que las focas comenzaran

su movimiento hacia el agua. Si la persona o personas seguían avanzando, a una distancia menor de 25 m, las focas saltaban al agua (Fig.13).

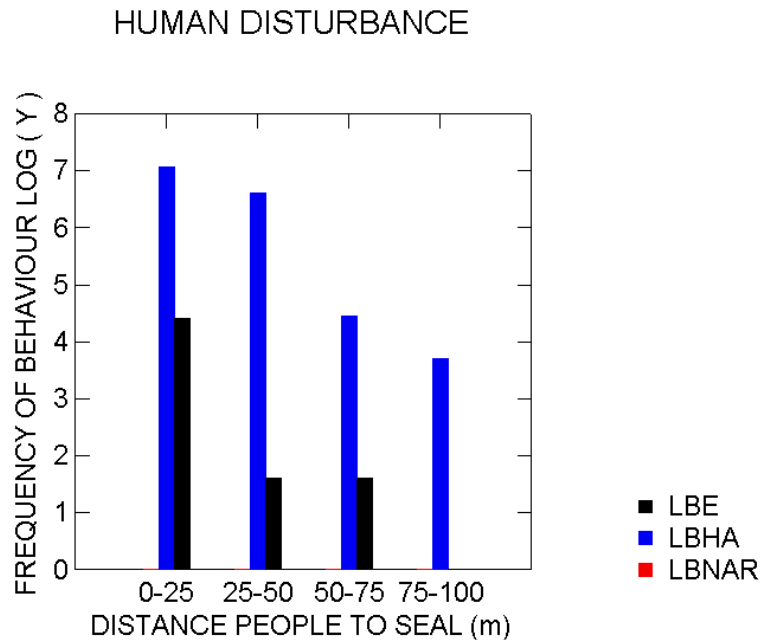


Figura 13. Log (Y) de las frecuencias de los comportamientos BNAR, BHA y BE vs. las distancias (en m) de aproximación de las personas en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald, California.

A 50 m de distancia, las personas que se encontraban en el área, ocasionaron un estado de alerta permanente en la manada, pero no causaron que las focas saltaran al agua. Es decir, que cuando las personas se encontraban a esta distancia las focas se encontraban en estado de “espera” a ver qué sucedía.

6.2.2 Aviones de bajo vuelo sobre el área de haul-out

Tabla 4. Distancias (en m) de los aviones de bajo vuelo a las focas comunes en el área de haul-out y frecuencias de los diferentes comportamientos. Reserva Marina Fitzgerald, California.

Distancias Aviones de bajo vuelo (m)	Frecuencia BNAR	Frecuencia BHA	Frecuencia BE	TOTAL	%
0-40	0	0	0	0	0
40-80	39	0	0	39	72.22
80-120	11	0	0	1	20.37
120-160	4	0	0	4	7.40
Total	54	0	0	54	
%	100	0	0	100	100

Las distancias de aproximación de los aviones sobrevolando bajo sobre el área de haul-out variaron desde 40 a 160 m.

Se presentaron 54 casos de perturbación en el área de haul-out causados por aviones de bajo vuelo provenientes del aeropuerto de Half Moon Bay. De $n= 54$ casos, ninguno originó los comportamientos de BHA o BE. Es decir, que cuando los aviones de bajo vuelo sobre el área de haul-out se aproximaron a distancias entre 40 y 160 m, el único comportamiento que se presentó en la manada fué BNAR.

El comportamiento BNAR solo se dio en las focas comunes en el área de haul-out cuando la fuente de perturbación fueron aviones de bajo vuelo. Aunque el 72% de los casos de aviones de bajo vuelo se dieron a distancias de 40-80 m, la cercanía de estos no pareció perturbar al menos aparente y momentáneamente el comportamiento de las focas comunes (Fig.14).

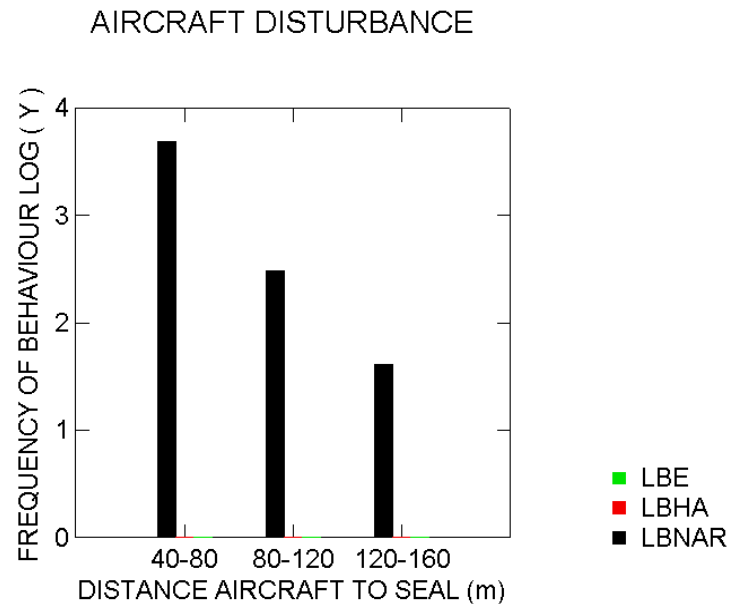


Figura 14. Log (Y) de las frecuencias de los comportamientos BNAR, BHA y BE vs. las distancias (en m) de los aviones volando bajo sobre el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald, California.

6.1 PORCENTAJES Y TIEMPOS DE RECUPERACIÓN EN LA MANADA DESPUÉS DEL ESCAPE (BE)

Se presentaron $n = 34$ casos de BE en la manada durante el tiempo de muestreo ocasionados por personas en el área de haul-out.

Se observó que el comportamiento de Escape se presentó en la manada como una reacción en cadena. Se necesitó que tan solo un individuo de los que se encontraban en los extremos del grupo comenzara a escapar, para que el resto de la manada lo siguieran.

De $n = 34$ casos presentes, en $n = 21$ (62%) las focas comunes no regresaron al área de haul-out después de haber sido perturbadas por la presencia de personas causando

su Escape, $n = 12$ (35%) las focas regresaron a otras rocas más distantes de la playa y $n = 1$ (3 %) las focas regresaron a las mismas rocas en las que se encontraban antes de la perturbación (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de recuperación total, parcial y nulo de las focas que presentaron el comportamiento BE después de perturbación causada por personas en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald, California.

Tipo de recuperación	% de focas que regresaron $n = 34$
Total	3
Parcial	35
Nulo	62
Total	100

Únicamente en un 3% de los casos en los cuales se presentó BE, el número de focas que regresaron después de la perturbación fué equivalente al número existente antes que se presentara la perturbación (Tabla 6). En un 35% de los casos hubo recuperación parcial de los números existentes, es decir, algunos individuos regresaron al área pero su número no fué equivalente al presente antes de la perturbación. En un 62% de los casos presentes las focas no regresaron al área de haul-out.

Tabla 6. Porcentaje de las focas que regresaron cada 10 minutos, después de haber ocurrido el comportamiento BE en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald, California.

Minutos	% de focas que regresaron
10	3
20	6
30	25
40	38
50	28
Total	100

El mayor porcentaje de retorno de las focas al área de haul-out (91%) ocurrió después de 30 minutos de haberse originado la perturbación (Tabla 6).

6.4 CONDICIONES AMBIENTALES Y NÚMERO DE FOCAS EN EL ÁREA DE HAUL-OUT

Entre el 31 de enero y el 22 de febrero de 1999, fuertes lluvias y cambios ecosistémicos fueron ocasionados en el área de la Reserva por el fenómeno de El Niño. Durante todo este período no se observaron focas comunes en el área de haul-out durante las horas de marea baja. Vientos fuertes de más 20 mph causaron el cierre de la Reserva al público en general.

Durante El Niño, las variables ambientales fueron medidas cada hora durante cuatro horas en marea baja, pero al no haber focas ni fuentes de perturbación no se hicieron los conteos ni se tomaron datos de disturbio. La altura de la marea durante este tiempo varió entre un rango de 1.2 m a 2.0 m de altura, la nubosidad fue de 75%-100% y hubo precipitación permanente.

En la semana del 15 de febrero al 20 de febrero fueron encontradas un total de 9 focas comunes: 7 hembras adultas y 2 crías (1 macho y 1 hembra), en las playas cercanas al área de haul-out. Los animales presentaban un severo grado de desnutrición y fueron trasladados al Centro de Mamíferos Marinos (Marine Mammal Center, Sausalito, California).

Debido a que las condiciones ambientales dentro del período comprendido entre el 31 de enero de 1999 al 22 de febrero del mismo año fueron totalmente diferentes a las dadas en los otros meses de muestreo, este período fue excluido de los datos para el modelo estadístico y sus efectos sobre las focas comunes fueron discutidos independientemente (Fig. 15).

PROMEDIO DE NÚMERO DE FOCAS POR MES

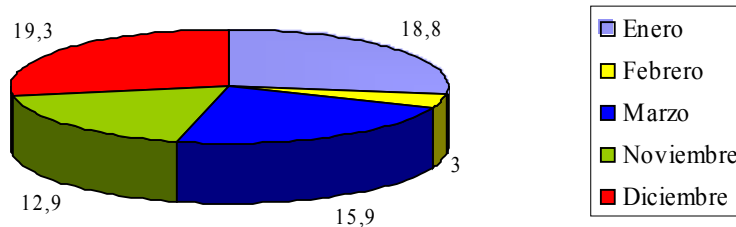


Figura 15. Promedio del número de focas presentes en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald por mes de muestreo. Temporada de invierno, 1998-1999.

- Modelo estadístico General Lineal (GLM)

Para la explicación de Modelo estadístico General Lineal remitirse al anexo C.

La precipitación fué descartada para el análisis de las variables independientes del modelo estadístico, debido a que solo hubo precipitación en el área durante los días correspondientes a El Niño y este valor estaba afectando los otros meses de muestreo.

El valor esperado para este modelo fué basado en el modelo obtenido por el cruce de las variables: Estado de la marea, altura de la marea y nubosidad.

Los parámetros utilizados para el modelo fueron: (Tabla 7).

Tabla 7. Parámetros utilizados en el Modelo estadístico General Lineal, para determinar la influencia de las variables ambientales (estado de la marea, altura de la marea y nubosidad), en el número de focas comunes esperado en el área de haul-out.

Número de observaciones : 280						
Var Dep: Focas N:280 R Múltiple: 0.683 Cuadrado R múltiple R: 0.467						
Ajuste cuadrado R múltiple: 0.453 Error estándar de estimación : 11.283						
Efecto	Coficiente	Error Std	Coef Std	Tolerancia	t	p(2 tail)
CONSTANTE	36.987	2.488	0.0	---	14.865	0.000
ALTURAMAREA	-34.882	4.831	-1.259	0.064	-7.220	0.000
ESTADOMAREA	5.659	3.087	0.415	0.038	1.833	0.068
NUBOSIDAD	-4.532	0.817	-0.377	0.425	-5.545	0.000
ESTADMAR*ALTUMAR	-8.771	4.348	-0.598	0.022	-2.017	0.045
NUBO * ALTUM	5.382	1.345	0.775	0.052	4.003	0.000
NUBO *ESTADMAR	-1.149	0.948	-0.274	0.038	-1.212	0.226
ESTADMAR*NUBO *ALTUMAR	2.248	1.212	0.558	0.022	1.855	0.065
Análisis de Varianza						
Fuente	Sum de Cuadra	df	Cuadra-Medio	F-radio	p	
Regresión	30342.597	7	4334.657	34.047	0.000	
Residual	34628.988	272	127.312			

El punto de intersección en Y es (36.987) y este a su vez fué la constante. Los coeficientes restantes en la columna de los coeficientes son los valores estimados correspondientes a las pendientes de β .

El error estándar de la intersección de Y o la constante de regresión para este modelo fué (2.488). Los errores estándar de las pendientes de las variables independientes fueron los siguientes: Altura de la marea (4.831), estado de la marea (3.087), nubosidad (0.817), estado de la marea * altura de la marea (4.348), nubosidad * altura de la marea (1.345), nubosidad * estado de la marea (0.948), estado de la marea * nubosidad * altura de la marea (1.212).

Las variables para las cuales se rechazó la hipótesis nula (valor de la pendiente igual a cero) de acuerdo con el estadístico t fueron: altura de la marea (-7.220), nubosidad (-5.545), estado de la marea * altura de la marea (-2.017) y nubosidad * altura de la marea (4.003).

La tabla del análisis de varianza mostró los resultados de la prueba χ^2 aplicada a todo el modelo. La hipótesis nula que corresponde al valor del F-radio para este modelo fué de (34.047) y su valor asociado de p fué el que indicó que el coeficiente a las variables es igual a cero.

El valor de la correlación múltiple para este modelo fué de (0.467), lo cual significa que aproximadamente el 47% de la variación en el número de focas puede estar dada por una variación lineal de las variables independientes. El resto de la variación según este modelo fué error aleatorio.

La ecuación del modelo fué dada para un plano en un espacio tridimensional y su forma común es:

$$Y = A + BX + CZ \quad \text{donde,}$$

Y es la variable dependiente

A es el punto de intersección o valor de Y cuando X y Z son cero

X y Z son las variables independientes

B es la pendiente del plano en la dimensión X

C es la pendiente del plano en la dimensión Z

La anotación de la ecuación del modelo es de la siguiente forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$$

donde ε es el error parámetro o aleatorio

La ecuación # 1 del modelo fué:

Número de focas en el área de haul-out = 36.987 (constante) – 34.882 (altura de la marea) + 5.659 (estado de la marea) – 4.532 (nubosidad) – 8.771 (estado de la marea*)

altura de la marea) + 5.382 (nubosidad*altura de la marea) – 1.149 (nubosidad*estado de la marea) + 2.248 (estado de la marea*nubosidad*altura de la marea) + ε

En la ecuación # 2 del modelo se descartaron los coeficientes con valores que no fueron importantes numéricamente.

Las variables sacadas de la ecuación final del modelo fueron:

+ 5.659 (estado de la marea)

- 1.149 (nubosidad*estado de la marea)

+ 2.248 (estado de la marea*nubosidad*altura de la marea)

Esto significa que la variable estado de la marea y sus respectivos cruces con las otras variables independientes, excepto por el cruce de esta con la variable altura de la marea, no tuvieron influencia numérica en el modelo.

La ecuación # 2 del modelo fue:

Número de focas esperado en le área de haul-out = 36.987 (constante) – 34.882 (altura de la marea) – 4.532 (nubosidad) – 8.771 (estado de la marea*altura de la marea) + 5.382 (nubosidad*altura de la marea)

La ecuación final del modelo fue:

$$Fe = 36.987 C - 34.882 Am - 4.532 N - 8.771 Em * Am + \varepsilon$$

Donde

Fe = Mayor número de focas esperado

C = Constante

Am = Altura de la marea

N = Nubosidad

Em = Estado de la marea

La variable que presentó un mayor coeficiente fué altura de la marea (– 34.882), seguida por estado de la marea * altura de la marea (– 8.771).

6.5 ESTRUCTURA (CLASE DE EDAD Y SEXO) DEL GRUPO DE FOCAS COMUNES QUE USAN EL ÁREA DE HAUL-OUT DE LA RESERVA MARINA FITZGERALD

Un máximo de 51 individuos se encontraron descansando en el área de haul-out al mismo tiempo durante la temporada de muestreo. Como en este estudio no se marcaron individuos, no se sabe si los mismos animales usan el área de haul-out día tras día.

De los individuos que usan esta área de haul-out se puede deducir que:

Un 38% fueron hembras adultas, un 44% fueron machos adultos, un 4% fueron hembras juveniles y un 6% fueron machos juveniles. Un 8% de los individuos no fueron determinados debido a que su área abdominal no estaba expuesta en el momento del muestreo y no se pudo determinar si eran machos o hembras. (Fig. 16)

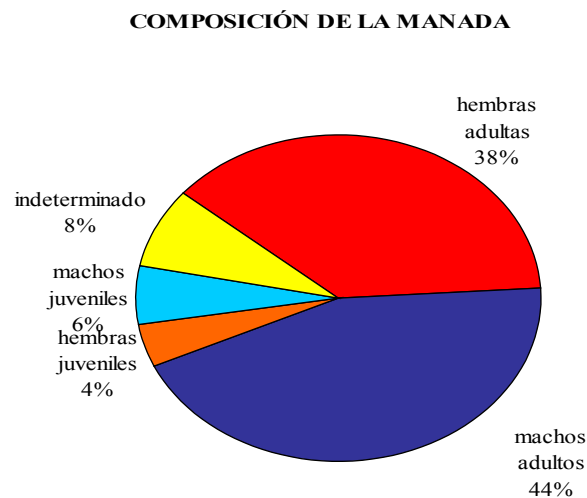


Fig. 16. Composición de la manada de focas comunes que habitan en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald.

7. DISCUSIÓN

7.1 FUÉNTES DE PERTURBACIÓN

La Reserva Marina Fitzgerald tiene una historia de más de 50 años de perturbación humana, ya que por la biodiversidad de especies marinas que posee, es uno de los parques más visitados en el Estado de California (Conrandson 1999).

Más de 130.000 personas visitan esta Reserva cada año (Conrandson 1999), causando un promedio de 7.7 perturbaciones / hora en esta área de haul-out de las focas comunes. El 98% ($n = 2114$) de las perturbaciones fueron causados por personas sobre el área de haul-out y el 2% ($n = 54$) fueron causados por aviones de bajo vuelo (distancias ≤ 100 m) provenientes del aeropuerto de Half Moon Bay que queda a 1.2 Km de distancia de la Reserva.

En áreas de haul-out conocidas como moderadamente perturbadas por humanos, el promedio de perturbaciones / hora varía entre 0.11 y 1.33 (Roletto *et al.* 1999). La diferencia en el promedio de perturbaciones / hora en esta área de haul-out en comparación con otras áreas, indica que la población de focas comunes que aquí habita se encuentra bajo el efecto de una alta presión antropogénica.

Los efectos de la perturbación humana sobre las focas comunes varían, dependiendo de su grado de intensidad desde moderados hasta críticos (Terhune & Almon 1983, Suryan & Harvey 1999). Cuando la presión antropogénica es moderada, solo se afectan los patrones comportamentales de las focas por corto plazo sin que haya una repercusión en el adecuación de los individuos y de la población. Si los niveles de perturbación humana son críticos, los efectos de esta se harán visibles a corto y largo

plazo teniendo consecuencias negativas en la adecuación de los individuos y de la población (Matheus 1999).

Al hablar de la adecuación de los individuos, se habla de su capacidad de sobrevivir y dejar descendencia en su ambiente físico (Martin & Bateson 1986), por lo tanto un cambio en las tasas de mortalidad y natalidad de la población podrían indicar presión ambiental (Hoover 1985). El incremento de un 98% en la tasa de abandono y mortalidad de crías entre 1994 y el 2000 (Marine Mammal Center, California, com. pers.) podría ser una indicación de los efectos a largo plazo de la perturbación humana en esta área de haul-out.

Si el nivel de 7.7 perturbaciones / hora en el área de haul-out continúa en la Reserva, es posible que las focas comunes abandonen el área como ha sucedido en otras sitios (Osborne 1985, Bonner 1986, Allen 1991, Calambokidis & Jeffries 1991, Olson *et al.* 1992, Swift & Morgan 1993, Mortenson 1994, Lidgard 1995, Suryan 1995, Brasseur *et al.* 1996).

Una vez las focas comunes abandonan el área de haul-out como consecuencia de la degradación de su hábitat por perturbación humana, no se da la re-colonización del mismo (Johnson 1997, Green *et al.* 1999, Grigg *et al.* 1999).

7.2 DISTANCIAS DE LAS PERSONAS A LAS FOCAS EN EL ÁREA DE HAUL-OUT Y SU EFECTO SOBRE LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO

Durante los meses de muestreo un 98% de los casos de perturbación fueron causados por personas caminando en el área de haul-out a distancias entre 0-100 m. En la totalidad ($n = 2114$) de los casos hubo reacción comportamental por parte de las focas. Según Martin & Bateson (1986) el comportarse de cierta forma ayuda al

individuo a sobrevivir y a dejar descendencia en su ambiente físico y a su vez nos indica si el individuo o el grupo se encuentran bajo estrés.

Para las focas comunes los humanos somos los únicos depredadores en la superficie terrestre (Terhune & Brillant 1996). Hemos sido cazadores de focas comunes al menos desde la Edad de Piedra (Clark 1946) y su cacería aún persiste en muchas áreas, constituyéndose como una de las causas de la declinación en los números de la especie (1978, Boulva & McLaren 1979). Por lo tanto no es ilógico pensar que para las focas comunes, los humanos somos depredadores potenciales (Terhune & Brillant 1996).

En el área de haul-out de la Reserva las focas comunes presentaron BHA (comportamiento de Alerta de Cabeza o vigilancia) en un 96% ($n = 2025$) de los casos, ante la presencia de personas. Las focas comunes se agrupan en las área de haul-out como parte de la evolución de un comportamiento anti-depredatorio (da Silva & Terhune 1988) y ante la presencia de un depredador potencial mantienen un continuo comportamiento de vigilancia (Ainly *et al.* 1985, Torok 1994, Frost *et al.* 1999).

El comportamiento de BHA o vigilancia presenta una alta frecuencia en las focas comunes que habitan el área de haul-out de la Reserva. Según Calambokidis *et al.* (1991) y Taylor *et al.* (1998), la frecuencia con la cual se presenta el comportamiento de vigilancia en los animales de esta especie, depende del efecto que sobre estos tiene la fuente que lo origina.

Si hay un incremento en la frecuencia de la vigilancia individual o grupal se disminuye el tiempo de “descanso” de las focas en el área de haul-out, lo que implica un mayor gasto energético y un incremento en la tasa metabólica de los individuos (Schusterman *et al.* 1999, Terhune 1985 (b), Renouf & Lawson 1986, Harvey 1987 (a)). Una respuesta individual y grupal de esta magnitud por parte de las focas

desencadenará efectos sobre la adecuación de la población alterando las tasas de natalidad y mortalidad (Terhune & Almon 1983, Matheus 1999).

En esta área de haul-out, el grado de reacción de las focas está fuertemente relacionado con la distancia de aproximación de las personas. Distancias de las personas a las focas entre 0 y 100 m originaron diferentes frecuencias en las reacciones comportamentales de BHA y BE. La visión (Schusterman 1968, Renouf 1989, Renouf & Gaborko 1989) y el oído (Renouf 1989, Bonner 1990, Berta & Sumich 1999) son los principales sentidos de las focas comunes en tierra, lo cual hace posible que estas detecten la presencia de “depredadores” a distancias mayores de 300 m (Mortenson 1996). Teniendo en cuenta que las focas pueden detectar sensorialmente la presencia de humanos, es lógico pensar que la reacción comportamental de los individuos y el grupo variará de acuerdo con la distancia de aproximación de las personas.

Las focas que habitan en la Reserva reaccionaron con BHA o comportamiento de vigilancia cuando las personas se encontraban a distancias \leq de 100 m. En otras áreas de haul-out las focas reaccionan con BHA ante la presencia de personas a distancias en el rango de \geq 150-500 m (Roletto *et al.* 1999). Según Allen *et al.* (1984), las focas reaccionan más a perturbaciones causadas a distancias \leq 100 m que a las causadas a distancias entre 200 y 300 m.

Las diferencias en la reacción comportamental de las focas en diferentes áreas de haul-out se debe principalmente a: el estado reproductivo de los individuos y el grupo, la variación en los niveles de perturbación o a la habituación (Grigg *et al.* 1999). Teniendo en cuenta que esta área de haul-out se encuentra bajo una alta presión antropogénica y que la manada no se encontraba en estado reproductivo o de cría, es posible deducir que aquí los niveles de tolerancia individual y grupal a la perturbación humana son mayores que en otras áreas debido posiblemente a la habituación de los individuos.

La distancia crítica de aproximación de las personas a las focas en esta área de haul-out para que se dispare la frecuencia del comportamiento de BHA es de 50 m. Esta distancia es mucho menor que en otras áreas de haul-out (Allen *et al.* 1984, Roletto *et al.* 1999) y podría significar que las focas están más habituadas (Grigg *et al.* 1999) a la cercanía de las personas lo cual las hace mucho más tolerantes que en otras áreas con menor grado de perturbación.

El comportamiento de BE se presentó en la manada de focas en un 4% ($n = 89$) de los casos en los cuales habían personas presentes en el área de haul-out. El comportamiento de Escape es un comportamiento extremo ya que causa la interrupción abrupta de los períodos de descanso incrementando así el gasto energético en los individuos (Terhune & Almon 1983). Según (Taylor *et al.* 1998) energéticamente hablando el comportamiento de Escape es tres veces más intenso que el comportamiento de Alerta de Cabeza.

En esta área de haul-out, cuando las personas se encontraban a distancias menores de 75 m las focas comunes reaccionaron presentando el comportamiento de Escape (BE) en un 4% ($n = 89$) de los casos. El porcentaje de los casos en los cuales los animales presentaron el comportamiento de Escape fué bajo en comparación con el porcentaje que presentaron el comportamiento de Alerta de Cabeza (96%). Teniendo en cuenta que ésta es un área de haul-out con un alto grado de perturbación humana, las focas comunes no cuentan con el privilegio energético de escapar al agua cada vez que se presenta un disturbio. Según Allen (1991) los individuos no escapan a menos que el “peligro” sea inminentemente.

Aunque las focas presentaron el comportamiento de Escape a distancias entre 0 y 75 m la distancia crítica de las personas a estas que hace que se dispare el comportamiento es de 25 m. En otras áreas de haul-out, este comportamiento se dispara en los individuos y en la manada a distancias entre 70 y 140 m (Suryan & Harvey 1998). El que las focas comunes en esta área de haul-out toleren la

aproximación de las personas a 25 m antes de que presente el comportamiento de Escape, puede ser debido a la habituación a la perturbación humana que hace que las focas sean mucho más selectivas con la clase de disturbios que las hacen escapar al agua.

Según Grigg *et al.* (1999) se puede hablar de habituación a la perturbación humana en las focas comunes, cuando estas presentan una reducida tendencia al escape. En áreas de haul-out con perturbaciones humanas esporádicas las focas comunes abandonan el área de haul-out tan pronto como las personas aparecen (Taylor *et al.* 1998).

Es importante tener en cuenta que el comportamiento de Escape en hembras con crías es diferente ya que éste se dispara a distancias mucho mayores, lo que causará el abandono de la cría por parte de la madre y muy probablemente su muerte (Taylor *et al.* 1998).

El patrón comportamiento de las focas comunes en ésta área de haul-out, cuando hubo personas presentes fué el siguiente: Cuando las personas se encontraban a distancias ≤ 50 m, el comportamiento de Alerta de Cabeza (BHA) se disparó ocasionando una vigilancia permanente en los individuos. Si las personas seguían aproximándose el comportamiento de BHA se mantenía en el grupo hasta que la distancia de las personas a estas era ≤ 25 m. En este momento, el comportamiento de Escape se disparaba y las focas abandonaban momentáneamente el área de haul-out.

7.3 DISTANCIAS DE LOS AVIONES DE BAJO VUELO SOBREVOLANDO EL ÁREA DE HAUL-OUT Y SU EFECTO SOBRE LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE LAS FOCAS

Durante los meses de muestreo se presentaron 54 casos de aviones de bajo vuelo (a menos de 160 m) en el área de haul-out de la Reserva. Estos son aviones privados que utilizan el aeropuerto de Half Moon Bay el cual colinda con la Reserva.

Aunque los aviones sobrevolaron el área de haul-out a distancias entre los 40 y 160 m el único comportamiento presente en la manada de focas comunes fué el de No Reacción Aparente (NAR), es decir, no hubo ningún tipo de reacción visible a través de cambios en el comportamiento.

Estos resultados contrastan con los estudios realizados por Johnson (1977), Terhune & Almon (1983) y Olesiuk *et al.* (1990) que determinaron que en algunas áreas de haul-out, las focas comunes se asustan fácilmente con el acercamiento de aviones de bajo vuelo a menos de 100 m de distancia. Esto resulta, en la mayoría de los casos, en el escape forzado de las focas hacia el agua.

En la Isla de Año Nuevo, en California, un estudio realizado con leones marinos Steller (*Eumetopias jubata*) concluyó que el tráfico aéreo causa un incremento en el comportamiento de vigilancia y que esto podría ser la causa de la declinación en un 80% en los números poblacionales de esta especie desde 1960 (Ono 1995).

Las razones por las cuales las focas comunes no presentaron el comportamiento típico dado en otras áreas de haul-out ante la presencia de aviones de bajo vuelo podrían ser las siguientes:

- Debido al alto nivel de perturbación causada por personas caminando cerca del área de haul-out, las focas reaccionaron con prioridad a este disturbio ya que su presión fué mucho mayor que la causada por la otra fuente. Según da Silva & Terhune (1988), la reacción de las focas comunes a la perturbación puede variar entre regiones y aún intragrupalmente de acuerdo a diferentes niveles de tolerancia a las fuentes de perturbación.
- Debido a la proximidad del área de haul-out al aeropuerto de Half Moon Bay, las focas que habitan en la Reserva se encontraban habituadas a la presencia continua de diferentes tipos de aviones. Según Suryan & Harvey (1999), la reacción por

parte de las focas comunes a diferentes fuentes de perturbación puede variar de acuerdo al nivel de exposición a las mismas, resultando eventualmente en un mayor rechazo o una mayor tolerancia a ciertas fuentes en particular.

Aunque la reacción por parte de las focas a esta fuente de perturbación en el área de haul-out de la Reserva no fué comportamental y por lo tanto visible a corto plazo, no se deben ignorar los efectos que puede tener a largo plazo en la adecuación de los individuos y la población.

Estudios realizados por Mc Arthur *et al.* (1982) y Moen *et al.* (1982) con poblaciones de borregos cimarrón (*Ovis canadensis*) y de el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que estaban expuestas a tráfico aéreo y presentaban un incremento en la tasa de mortalidad, demostraron que había un incremento en la frecuencia cardiaca de los individuos aunque no se presentaba un cambio aparente en el comportamiento de los mismos.

Tal vez los niveles de reacción a esta fuente de perturbación sean diferentes durante la temporada de cría. En Alaska, aviones de bajo vuelo cercanos a el área de haul-out se cree pudieron ser la causa de la mortalidad de más de 200 neo-natos de focas comunes en la temporada de cría del año de 1977 (Johnson 1977).

7.4 PORCENTAJES Y TIEMPOS DE RECUPERACIÓN EN LA MANADA DESPUÉS DEL ESCAPE (BE)

De los 34 casos en los cuales se produjo el escape al agua de las focas comunes en esta área de haul-out en un 62% ($n = 21$) las focas no regresaron al área de haul-out, en un 35% ($n = 12$) algunas de las focas regresaron a otra zona diferente y en un 3% ($n = 1$) todas las focas regresaron a la misma zona en la cual se encontraban antes del escape.

El porcentaje de no recuperación después de que se dio el disturbio fué muy alto si se tiene en cuenta que las focas necesitan estar fuera del agua al menos durante cuatro horas por día (Scheffer 1958, Payne 1983, Terhune & Almon 1983, Benjamin & Renouf 1987, Harvey 1987, Yochem *et al.* 1987).

El hecho de no regresar al área de haul-out podría estar incrementado el gasto energético en los individuos lo cual tiene consecuencias sobre la adecuación de la población (Orr & Helm 1989, Allen *et al.* 1989, Turnbull & Terhune 1989, Thompson 1989, Watts 1992 1996, Terhune & Brillant 1996, Grellier *et al.* 1996, Suryan & Harvey 1998, Tollit *et al.* 1998).

Según Allen *et al.* (1984) y Suryan & Harvey (1998) cuando el grado de perturbación humana es alto, las focas comunes que escapan no regresan al área de haul-out hasta que la fuente que produjo el disturbio abandona el área. Si la fuente de disturbio continúa en el área, las focas no regresan hasta cuando el área queda sola.

Tal vez la presencia continua de personas en esta área de haul-out influyó en que en un 62% de los casos las focas no regresaran al área después del escape. El que las focas comunes no puedan regresar al área de haul-out después de que han sido perturbadas podría a largo plazo causar el desplazamiento de la población debido a pérdida del hábitat (Johnson 1977, Green *et al.* 1999 y Grigg *et al.* 1999).

En un 35% de los casos después de presentarse la perturbación, hubo recuperación parcial del número de focas que se encontraban en el área de haul-out antes del disturbio. Como en este estudio no se marcaron individuos, no se sabe si los individuos que regresaron fueron los mismos que escaparon o nuevos. Es interesante observar que las focas que regresaron, lo hicieron a una zona diferente a la que se encontraban antes del disturbio y que esta zona se encuentra más alejada de la playa.

Según Allen *et al.* (1984) el número de focas que regresan al área de haul-out después

del disturbio es siempre menor que el número original, pero las focas regresan a la misma zona en la cual se encontraban. En un estudio realizado por Murphy & Hoover (1981) se concluyó que las focas comunes siempre buscan una nueva zona en el área de haul-out después de ser perturbadas y allí se congregan hasta que la marea sube.

El que las focas comunes de la Reserva siempre se ubiquen en una zona diferente después de ser perturbadas, puede deberse a las características topográficas del lugar ya que la nueva zona (Nye's Rocks) se encuentra más distante de la playa y está más protegida.

Solo se dio un caso en el cual el número de focas que escaparon fué equivalente al número de focas que regresaron al área de haul-out después del disturbio. Este también fué el único caso que se dio en el cual las focas regresaron a la misma zona en la cual se encontraban antes de que se diera la perturbación. Este porcentaje de recuperación total es muy bajo si se compara con un estudio realizado por Suryan & Harvey (1998), en el cual se dio recuperación total en un 39% de los casos después de efectuarse el escape.

Era necesario esperar que pasaran aproximadamente 30 minutos para que las focas de este haul-out regresaran una vez producido el escape. En un estudio realizado por Allen *et al.* (1984), el tiempo promedio de regreso fueron aproximadamente 20 minutos. Si las focas en la Reserva tardan 30 minutos en regresar al área de haul-out, si es que regresan, puede ser debido a que el flujo de personas es constante, por lo tanto la fuente de disturbio no “abandona” el área de haul-out.

7.5 CONDICIONES AMBIENTALES Y NÚMERO DE FOCAS EN EL ÁREA DE HAUL-OUT.

- El fenómeno climático de El Niño

Las condiciones ambientales en el área de haul-out cambiaron debido al fenómeno

climático del El Niño durante el período comprendido entre el 31 de Enero y el 22 de Febrero de 1999 (NOAA). La marea osciló entre 1.2 - 2.0 m de altura, los vientos fueron de más de 20 mph, la nubosidad fue de 75% - 100% y se dieron fuertes lluvias permanentes.

Las rocas que comprenden el área de haul-out de las focas comunes en la Reserva, estuvieron permanentemente cubiertas por agua y las focas aunque se encontraban nadando alrededor del área no tuvieron un sitio para descansar durante todo este período. Nueve focas comunes fueron encontradas en la playa y estas presentaban un grado crónico de desnutrición.

Al menos cinco ecosistemas diferentes, incluyendo la Corriente de California, fueron afectados por el evento del cambio climático a mediados de los años setenta. Cambios a esta escala se superponen a las fluctuaciones de alta frecuencia asociadas con El Niño (Haywar 1997). El Niño, es un patrón de clima que ocurre periódicamente y que envuelve cambios en la dirección del viento, en la temperatura de la superficie del mar (SST) y en las corrientes oceánicas. Cuando el evento de El Niño ocurre, la temperatura barométrica decrece, los vientos del este cambian de dirección, la termoclina cambia de profundidad y la temperatura oceánica se incrementa (Barber & Chavez 1983). En el Golfo de Farallones, El Niño influye en el fenómeno de surgencia de la Corriente de California, causando un decrecimiento en la producción primaria del ecosistema (Haywar 1997). Debido a que la temperatura, la productividad y la comida se encuentran íntimamente ligadas en los ecosistemas de surgencia, peces, aves y mamíferos marinos han evolucionado adaptativamente para usar estos factores como las claves ambientales que les ayudan a encontrar las áreas marinas con alta productividad primaria (Sydeman & Allen 1999). Esta adaptación evolutiva se ve afectada con la presencia del fenómeno de El Niño y esto se ve reflejado en una reducción en el tamaño de las poblaciones de mamíferos marinos y especialmente en las poblaciones de pinípedos en California (Sydeman & Allen 1999).

Según (Sydeman & Allen 1999), El Niño afecta las poblaciones de pinípedos de muchas maneras:

Primero, el calentamiento del agua desplaza las especies de presa a profundidades o a distancias mayores de las áreas tradicionales de forrajeo. Este desplazamiento ocasiona que los animales gasten más energía forrajeando.

Segundo, hay supresión de las corrientes de surgencia lo cual afecta toda la cadena alimenticia y causa un déficit en la producción primaria.

Tercero, debido al fuerte oleaje y a los vientos las áreas de haul-out quedan cubiertas y los animales no pueden hacer uso de ellas. Los patrones de reproducción y cría pueden llegar a ser alterados bajo estas circunstancias. Cuando se hace más difícil encontrar comida, las madres gastan más tiempo forrajeando que amamantando a sus crías, por lo tanto las crías pueden nacer prematuras, ser abortadas o abandonadas. Si El Niño ocurre durante el período de gestación, las crías se verán seriamente afectadas a causa de la desnutrición de las madres. Si la cría sobrevive será casi imposible que encuentre comida debido a su incapacidad de forrajear a las mismas profundidades que los adultos.

En el área de California, la temporada de cría de las focas comunes es entre marzo y abril (Allen *et al.* 1987). En la temporada de cría de 1999, después de que se diera el fenómeno de El Niño, muchas crías prematuras con pesos corporales por debajo de lo normal (aproximadamente 6 Kg) y con presencia de lanugo fueron encontradas a principios de Febrero del mismo año en diversas áreas de haul-out de California (Marine Mammal Center, California, *com. pers.*). Al final de la temporada de cría del mismo año fueron rescatadas por el Marine Mammal Center un total de 108 crías, lo cual excedió en un 50% el número de crías rescatadas en 1998 (Marine Mammal Center, California, *com. pers.*). Únicamente 14 crías de las 108 que fueron rescatadas sobrevivieron (E. Blackwood, *com. pers.*).

Si sobre la población de las focas comunes habitantes de la Reserva Marina Fitzgerald, se conjugan la presión causada por la perturbación humana y la causada por el fenómeno natural del El Niño, las consecuencias negativas futuras sobre la demografía de esta población podrían ser devastadoras. Esto ya ha sucedido en otras áreas de haul-out de California afectadas por los mismos factores bióticos y abióticos (Sydeman & Allen 1999).

- **Estado de la marea, altura de la marea, precipitación y nubosidad**

Debido a que solo hubo precipitación presente en el área de haul-out durante el mes que se presentó el fenómeno de El Niño y que durante este tiempo no hubo focas presentes en el área, la precipitación fué descartada del modelo estadístico ya que estaba influyendo sobre los otros meses de muestreo.

Estudios realizados por Pauli & Terhune (1987), Harvey (1987), Godsell (1988), Olesiuk *et al.* (1990), Thompson P. M. & H. M. Corpe (1995), Grellier *et al.* (1996) y Jemison *et al.* (1999) demostraron que los números de focas comunes en el área de haul-out se encuentran correlacionados negativamente con la precipitación aunque ésta no actúa como un factor independiente de las otras variables ambientales. La precipitación se encuentra entre uno de los factores ambientales con mayor influencia al momento de determinar el número de focas comunes en el área de haul-out.

La altura de la marea se cree es el factor más importante que determina los números de focas comunes en el área de haul-out, debido a las diferencias geográficas y topográficas de las diferentes zonas (Harvey 1987, Olesiuk *et al.* 1990). Así, el número de focas comunes decrece cuando la altura de la marea se incrementa, con el mayor número de focas presentes en el área de haul-out cuando la altura de la marea es ≤ 0.69 m (2 pies) (Roen & Bjørge 1995, Thompson & Corpe 1995, Green *et al.* 1999). En el área de haul-out de la Reserva de acuerdo con el modelo estadístico el

mayor número de focas se encontraron en el área cuando la altura de la marea fué \leq 0.76 m (2.5 pies).

Según el modelo estadístico, la nubosidad juega un papel importante en el número de focas comunes que se encuentran en el haul-out de la Reserva en determinado momento. Esto no coincide con los estudios realizados por Harvey (1987), Thompson & Corpe (1995), Jemison *et al.* (1999) y Barlas *et al.* (1999), en los que se concluye que la nubosidad no influye en el número de focas en el área de haul-out.

Tal vez esta diferencia en los resultados se deba a que el muestreo se hizo en la Reserva únicamente durante la temporada de invierno, por lo tanto los porcentajes de nubosidad durante toda la temporada de muestreo fueron más altos que los porcentajes presentes durante las otras estaciones del año. Un estudio realizado por Grellier *et al.* (1996), demostró que hay una relación negativa no muy fuerte entre la nubosidad y el número de focas comunes en el área de haul-out.

La variable independiente estado de la marea y sus cruces con las otras variables (excepto por estado de la marea * altura de la marea) fueron descartadas por SYSTAT del Modelo estadístico General Lineal. Este resultado puede deberse a que todos los muestreos se hicieron en el área de haul-out de la Reserva durante 4 h correspondientes al ciclo de marea baja y por lo tanto el cambio en el estado de la marea no es tan notorio sobre el número de focas comunes como cuando los muestreos se realizan durante las horas de marea alta y marea baja.

Estudios anteriores a este realizados en la Reserva, probaron que el área de haul-out se encuentra expuesta únicamente durante marea baja por lo tanto es durante estas horas que las focas comunes usan el área de haul-out (D. Kopec & B. Breen *com. pers.*).

Según Terhune & Almon (1983), Terhune (1985), Pauli & Terhune (1987), Harvey (1987), Olesiuk *et al.* (1990), Bjørge *et al.* (1994), Withrow, D. & T. R. Loughlin

(1995), Jansen *et al.* (1999) y Olesiuk, P. (1999), la disponibilidad de áreas de haul-out está altamente determinada por el estado de la marea ya que las áreas generalmente quedan expuestas durante la marea baja, sin que el espacio este disponible durante marea moderadamente alta o alta.

Sí el estado de la marea y la altura de la marea son los factores ambientales más importantes que influyen en el número de focas en el área de haul-out, no es una sorpresa encontrar que para el modelo estadístico de la Reserva este coeficiente tuvo un valor importante.

Según el modelo estadístico únicamente el 47% de la variación en el número de focas se explica por la variación lineal de las variables independientes. Estudios realizados por Godsell J. (1988), Thompson & Corpe (1995) sugieren que no existe una relación fuerte entre el número de focas en el área de haul-out y los factores ambientales, es decir que en algunas áreas de haul-out esta relación no es tan importante como en otras. Tal vez esto se deba a las condiciones específicas del hábitat (Harvey 1987, Pauli & Terhune 1987, Olesiuk 1999).

Estudios observacionales sugieren que las focas comunes se caracteriza por ser una especie relativamente plástica capaz de adaptar sus actividades diarias a las condiciones locales (Olesiuk 1999). Los modelos que definen el número de focas comunes en las áreas de haul-out en términos de factores ambientales, han sido hasta cierto grado significativos pero no han sido contundentes. Ha sido sugerido por Watts (1996) incluir el foto-período en los modelos climáticos, ya que se cree que su influencia es mucho mayor que la de las otras variables ambientales en el número de focas comunes en las áreas de haul-out.

7.6 ESTRUCTURA (CLASE DE EDAD Y SEXO) DE LA MANADA

Se encontró que ésta área de haul-out es usada durante la temporada de invierno tanto

por machos como por hembras en estado juvenil y adulto, es decir que tiene un patrón mixto de agregación. Según Allen *et al.* (1988) cuando el espacio en el área de haul-out es reducido, los patrones de agregación de las manadas de focas comunes son mixtos, aunque esto puede variar según la temporada y estación del año. Así, si una manada está igualmente constituida por machos y hembras de diferentes clases de edad, en la temporada de cría estará constituida principalmente por hembras adultas con crías y juveniles.

Es importante tener en cuenta que si el haul-out de la Reserva fué usado igualmente tanto por hembras como por machos, será de importancia vital para la sobrevivencia de las hembras con neo-natos durante la temporada de cría. Esto hará del área de haul-out una zona altamente vulnerable a la perturbación humana (Taylor *et al.* 1998).

8. CONCLUSIONES

Aproximadamente 51 individuos de la especie (*Phoca vitulina richardii*) comúnmente denominada focas comunes, utilizaron diariamente durante la temporada de invierno el área de haul-out perteneciente a la Reserva Marina Fitzgerald. Esta área de haul-out presentó un patrón mixto de agregación, es decir fué utilizada tanto por machos como por hembras en estado juvenil y adulto, lo cuál indica que es un área usada en época de cría.

Un promedio de 7.7 perturbaciones humanas / hora ocurrieron sobre el área de haul-out que las focas comunes utilizan para descansar. Este promedio indicó un alto grado de perturbación humana actuando sobre esta población.

De las fuentes de perturbación humana identificadas en el área de haul-out, las personas caminando sobre las rocas causaron reacciones comportamentales fuertes por parte de las focas, mientras que los aviones provenientes del aeropuerto de Half Moon Bay no parecieron incomodarlas. Esto indicó que: es posible cierto grado de habituación de las focas a los aviones o que estas presentan un mayor rechazo al disturbio causado por las personas que al causado por los aviones.

En esta área de haul-out el grado de reacción de las focas estuvo altamente relacionado con la distancia de aproximación de las personas. La distancia crítica hallada de aproximación de las personas a las focas, la cual desencadenó la frecuencia del comportamiento de vigilancia en los individuos fué de 50 m. El comportamiento de vigilancia se presentó en un 96 % de los casos en los que personas se hallaban en el área de haul-out. La distancia crítica de las personas que hizo que se disparara el comportamiento de escape en la manada fué de 25 m. El comportamiento de escape

solo se dio en un 4% de los casos. Estas distancias de reacción de 50 y 25 m son mucho menores que en otras áreas de haul-out, lo cual podría indicar habituación en esta población.

Cuando hubo personas presentes en el área de haul-out el patrón comportamental de las focas comunes fué el siguiente: Si las personas se encontraban a distancias ≤ 50 m el comportamiento de Alerta de Cabeza se disparaba ocasionando una vigilancia permanente de los individuos y el grupo. Si las personas se seguían aproximando, el comportamiento de BHA se mantenía en el grupo hasta que la distancia de aproximación de las personas era ≤ 25 m. Entonces el comportamiento de escape se disparaba y las focas abandonaban momentáneamente el área de haul-out.

Una vez se produjo el escape en un 62% de los casos las focas no regresaron al área de haul-out y únicamente en un 3% de los casos hubo recuperación total del número de focas presentes antes del escape. Se necesitó que pasaran aproximadamente 30 minutos para que algunos animales regresaran. El porcentaje de no recuperación después de que se presentó el disturbio fué muy alto sí se tiene en cuenta que las focas son consideradas una especie “anfibia”, la cual pasa el 50% de su ciclo de vida en las áreas de haul-out.

Aunque las variables altura de la marea, estado de la marea y nubosidad influyeron en el número de focas presentes en el área de haul-out esta relación fué de aproximadamente el 47%, lo cual indica que existen otras variables que influyen en este número y que tal vez no se tuvieron en cuenta.

Según el modelo la variable altura de la marea tiene gran influencia sobre el número de focas en el área de haul-out. La altura máxima de la marea a la cual las focas usaron ésta área de haul-out fué de 0.762 m (25 pies).

Si al estrés causado por la perturbación humana se le suma el estrés causado por el fenómeno natural de El Niño, la demografía de esta población de focas comunes podría verse seriamente afectada en el futuro.

9. RECOMENDACIONES

Después de concluir este estudio en marzo de 1999, se entregó un informe a los dirigentes de la Reserva Marina Fitzgerald con los resultados preliminares, con especial énfasis en la observación hecha acerca de las distancias de aproximación de las personas a las focas en el área de haul-out y los comportamientos de reacción.

En este informe se recomendó continuar con el monitoreo del área de haul-out utilizando la misma metodología propuesta en este estudio, con el fin de lograr un seguimiento más extenso de la perturbación humana y sus efectos sobre el comportamiento de las focas comunes en esta área de haul-out durante las diferentes estaciones del año. Estos monitoreos comenzaron en la primavera y al mismo tiempo temporada de cría del año 1999.

En verano del mismo año los investigadores de la Reserva Marina Fitzgerald propusimos al Santuario Marino del Golfo de Farallones constituir el programa SEALS (Sanctuary Education Awareness and Long-Term Stewardship) (Ver Anexo D) el cual tiene como objetivo principal monitorear las actividades humanas y el comportamiento de las focas comunes en todas las áreas de haul-out pertenecientes al Santuario. Esta propuesta fué aprobada y se organizó un grupo de voluntarios para hacer los monitoreos en todas las áreas incluyendo la Reserva Marina Fitzgerald. Este programa aún continua vigente y se espera poder obtener resultados acerca de los efectos a largo plazo de la perturbación humana sobre las focas comunes y su hábitat.

Junto con los monitoreos, se propuso comenzar un programa de educación dirigido a los visitantes de la Reserva, con el fin de hacerlos partícipes de los programas de conservación y manejo.

A finales del año 2001, la Reserva Marina legalizó la propuesta de al menos una distancia mínima de 50 m entre las personas en el área de haul-out y las focas comunes. Se pusieron cordones y señales de no paso a 50 m a la redonda del área de haul-out. (Ver Anexo E).

Junto con la señalización actualmente se distribuye en la Reserva un material educativo acerca de como observar las focas comunes sin perturbarlas y el por qué de éstas medidas.

Se recomendó a los dirigentes prestar especial atención a la reacción de las focas comunes a la perturbación humana durante las temporadas de cría, ya que las focas son altamente vulnerables y tal vez sea necesario incrementar la distancia entre las personas y las focas durante este tiempo para evitar los efectos negativos sobre la demografía de la población.

Los modelos estadísticos basados en variables climáticas son especialmente necesarios cuando se desea hacer una estimación de la abundancia de la población. Hasta ahora, los modelos que se han realizado en ésta y otras áreas de haul-out, no han sido muy claros respecto a la influencia de las variables ambientales sobre el número de focas comunes.

Se recomienda para estudios futuros tener en cuenta el foto-período ya que estudios recientes han dado resultados más significativos cuando este se incluye como una de las variables de los modelos climáticos.

Se espera que en el futuro podamos entender un poco más acerca de nuestra influencia sobre las poblaciones silvestres y sus hábitats para poder desarrollar medidas de manejo de las mismas que contrarresten los efectos negativos que tenemos sobre ellas como especie.

BIBLIOGRAFÍA

Ainly, D. G., R. P. Henderson, H. R. Huber, R. J. Boeklheide, S. G. Allen & T. McElroy. 1985. Dynamics of white shark/pinniped interaction in the Gulf of Farallones. *Memoirs of the Southern California Academy of Sciences* 9:109-122.

Allen, S. G. 1985. Mating behavior in the comunes seal. *Marine Mammal Science* 1(1): 84-87.

Allen, S. G. 1991. Comunes seal habitat restoration at Strawberry Spit, San Francisco Bay. U. S. Marine Mammal Commission Report No. MM2910890-9, Washington, DC, 44 pp.

Allen, S. 2000. Marine Mammal Center. California. *Conversación personal*.

Allen, S. G. & H. R. Huber. 1984. Assessment of pinniped/human interactions on Point Reyes, California 1983-1984. Final Report to U. S. Department of Commerce, Sanctuary Programs Office, National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington, DC, 26 pp.

Allen, S. G. & M. E. King. 1992. Tomales Bay comunes seals: a colony at risk. Proceedings of the 3rd Biennial Conference Tomales Bay . Tomales Bay, California. 7pp.

Allen, S. G., & D. G. Ainley & G. W. Page. 1984. Haulout patterns of comunes seals in Bolinas Lagoon, California. *Fish. Bull.* 82(3):493-499.

Allen, S. G., J. F. Penniman & D. G. Ainley. 1987. Movement and activity patterns of comunes seals at Drakes Estero, California, 1986-1987. Annual Report to the Marine Estuarine Division, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Washington, DC, 19 pp.

Allen, S. G., C. A. Ribic & J. E. Kjelson. 1988. Herd segregation in comunes seals at Point Reyes, California. *California Fish and Game* 74(1):55-59.

Allen, S. G., D. G. Ainley, G. W. Page & C. A. Ribic. 1984. The effect of disturbance on comunes seals haul-out patterns at Bolinas Lagoon, California. *Fish. Bull.* 82(3):493-500.

Allen, S. G., H. R. Huber, C. A. Ribic & D. A. Ainley. 1989. Population dynamics of comunes seals in the Gulf of Farallones, California. *California Fish and Game* 75(4):224-232.

Altman, J. 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour* 49: 227-267.

Arias Schreiber, M. E. & A. J. Halliday. 1999. Effects of the 1997/98 "El Niño" on the abundance and distribution of South American fur seals in Perú. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec.3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Barbault, R. & S. Sastrapradja. 1995. Generation, Maintenance and Loss of Biodiversity. Sección 4 en: V. H. Heywood & R. T. Watson (eds.). *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge University Press, Cambridge.

Barber, R. T. & F. P. Chavez. 1983. Biological consequences of El Niño. *Science* 222: 1203-1210.

Barlas, M., W. Gordon & E. Greg. 1999. The distribution and abundance of comunes seals and gray seals in southern New England. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Benjamin, M. & D. Renouf. 1987. Social behaviour of comunes seals, *Phoca vitulina*, on haulout grounds at Miquelon. *The Canadian Field Naturalist* 101(1):224-228.

Berta, A. & J. L. Sumich. 1999. *Marine Mammals. Evolutionary Biology*. Academic Press. San Diego, California, 482 pp.

Bertram, B. C. R. 1978. Living in groups: predators and prey. Págs. 64-96 en: J. R. Krebs & N. B. Davies (eds.). *Behavioural Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 220 pp.

Bigg, M. A. 1969. The comunes seal in British Columbia. *Fisheries Research Board of Canada Bulletin* 172:33.

Bigg, M. A. 1981. Comunes seal: *Phoca vitulina* and *P. largha*. Págs. 1-27 en: S. H. Ridgway & R. J. Harrison (eds.). *Handbook of Marine Mammals*. Vol. 2. London: Academic Press.

Bjørge, A., T. Bekkby & E. B. Bryant. 1999. Comunes seal summer homerange and ecology as explored by a combined GIS and population energetics model. Abstract.

13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Bjørge, A., H. Steen & N. C. Stenseth. 1994. The effect of stochasticity in birth and survival on small populations of the comunes seal *Phoca vitulina* L. *Sarsia* 79 (2): 151-155.

Bjørge, A., D. Thompson, P. Hammond, M. Fedak, E. Bryant, H. Aarefjord, R. Roen & M. Olsen. 1995. Habitat use and diving behavior of comunes seals in a coastal archipelago in Norway. Págs. 53-57 en: A. S. Blix, L. Walloe & O. Ulltnag (eds.). Whales, seals, fish and man. University of Oslo Press, Norway.

Blackwood, E. 1999. Marine Mammal Center. California. *Conversación personal*.

Boal, J. 1980. Pacific comunes seal (*Phoca vitulina richardii*). Haul-out impact on the rocky midtidal zone. *Marine Ecology Progress Service* 2:265-269.

Boness, D. J., D. Bowen, S. J. Iverson & O. T. Oftedal. 1992. Influence of storms and maternal size on mother-pup separations and fostering in the comunes seal, *Phoca vitulina*. *Canadian Journal of Zoology* 70(8):1640-1644.

Bonner, N. W. 1990. The Natural History of Seals. Facts on File. New York, NY. 196 pp.

Bonner, W. N. 1982. Seals and man: a study of interactions. First edition. Seattle: University of Washington Press, Washington. 432 pp.

Bonner, W. N. 1986. Seals in the human environment. *Ambio* 15: 73-176.

Boulva, J. & I. A. McLaren. 1979. Biology of the comunes seal, *Phoca vitulina*, in eastern Canada. *Fisheries Research Board of Canada Bulletin* 200:1-24.

Bradford, A. L., D. W. Weller & B. Wursig. 1999. Larga seal haul-out patterns in a coastal lagoon on Sakhalin Island, Russia. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Brasseur, S. J. Creuwels, B. v/d Werf & P. Reijnders. 1996. Deprivation indicates necessity for haulout in comunes seal. *Marine Mammal Science* 12(4):619-624.

Brasseur, S. M. J. M. 1993. Tolerance of comunes seals to human related disturbance sources during haulout. Abstract. 10th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Galveston, Texas, USA.

Brown, C.R. & M. B. Brown. 1987. Group living in cliff swallows as an advantage in avoiding predators. *Behavior, Ecology and Sociobiology* 21:97-107.

- Brown, R. F. & B. R. Mate. 1982. Abundance, movements, and feeding habits of comunes seals, *Phoca vitulina*, at Netarts and Tillamook Bays, Oregon. Fishery Bulletin 81:291-301.
- Burger, J. & M. Gochfeld. 1992. Effect of group size on vigilance while drinking in the coati, *Nasua narica* in Costa Rica. Animal Behaviour 44:1053-1057.
- Calambokidis, J. & S. J. Jeffries. 1991. Census and disturbances of comunes seals at Woodart Bay and recommendations for protection. Final Report for the Washington Department of Natural Resources, Olympia, WA. 147 pp.
- Calambokidis J., S. Carter & J. Cabbage. 1979. Comunes seal haul-out habitat and differences in haul-out patterns in the inland waters of Washington State. Abstract. 3rd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Seattle, WA. USA.
- Calambokidis, J. A., R. D. Everit, J. C. Cabbage & S. D. Carter. 1979. Comunes seal census for the inland waters of Washington, 1977-1978. Murrelet 60:110-112.
- Clark, J. G. D. 1946. Seal hunting in the Stone Age of northwestern Europe: a study in economic prehistory. Protocol of Prehistoric Society 12:12-48.
- Colgan, P. W. 1978. Quantitative Ethology. John Wiley and Sons, Inc., New York, N. Y. 523 pp.
- Conrandson, D. 1999. The Natural History of the Fitzgerald Marine Reserve. Friends of Fitzgerald Marine Life Refuge, Moss Beach, CA. 157 pp.
- Coulbourne, P. L. & J. M. Terhune. 1991. Comunes seals (*Phoca vitulina*) do not follow herring movements in the Bay of Fundy, Canada. Ophelia 33:105-112.
- Crognale, M. A., D. Levenson, P.J. Ponganis, J. F. Deegan & G. H. Jacobs. 1998. Cone spectral sensitivity in the comunes seal (*Phoca vitulina*) and implications for color vision. Canadian Journal of Zoology 76:2114-2118.
- Davis, M. D. & D. Renouf. 1987. Social behaviour of comunes seals, *Phoca vitulina*, on haul-out grounds at Miquelon. Canadian Field Naturalist 101:1-5.
- Eberhardt, L. L. & J. M. Thomas. 1991. Designing environmental field studies. Ecological Monographs 61:53-73.
- Elgar, M. E. 1989. Predator vigilance and group size in mammals and birds: a critical review of the empirical evidence. Biology Review 64:13-33.
- Emery, W. J. & K. Hamilton. 1985. Atmospheric forcing of interannual variability in the northeast Pacific Ocean: Connections with El Niño. Journal of Geophysical Research 90:857-868.

- Engelhard, G. H., A. N. J. Baarspul, M. Broekman, J. van den Hoff & P. J. H. Reijnders. 1999. Human activity and lactating elephant seal activity. Poster. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.
- Fancher, L. E. 1979. The distribution, population dynamics and behavior of the comunes seal (*Phoca vitulina richardsi*) in South San Francisco Bay, California. M. Sc. Thesis. California State University. Hayward. 104 pp.
- Feltz, E. T. & F. H. Fay. 1966. Thermal requirements in vitro of epidermal cells from seals. *Cryobiology* 3:261-264.
- Ferland, A. 1999. Feeding habits of comunes seals *Phoca vitulina concolor* overwintering in Cape Cod, Massachussets. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.
- Fisher, H. D. 1952. The status of the comunes seal in British Columbia, with particular reference to the Skeena River. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 93:1-58.
- Fowler, G. M. & W. T. Stobo. 1999. Sources of variability in aerial survey counts of comunes seals on haul-out sites in the Bay of Fundy. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.
- Frost, K. J., L. F. Lowry & J. M. ver Hoef. 1999. Monitoring the trend of comunes seals in Prince William Sound, Alaska, after the Exxon Valdez oil spill. *Marine Mammal Science* 15(2):494-506.
- Frost, K. J., L. F. Lowry & M. A. Simpkins. 1999. Effort, focus, and preferred depth of diving for comunes seals in Prince William Sound, Alaska, 1993. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.
- Frost, K. J., J. Ver Hoef & L. F. Lowry. 1995. Monitoring the recovery of comunes seals after the Exxon Valdez oil spill in Prince William Sound, Alaska. Abstract. 11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec. 14-18, 1995, Orlando, Florida, USA.
- Gaspari, S. 1995. Haul-out behavior, site fidelity and vigilance on common seals (*Phoca vitulina*) and gray seals (*Halichoerus grypus*) in the Tees Estuary, U. K. Abstract. 11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec. 14-18, 1995, Orlando, Florida, USA.

Godin, J. J. 1990. Diet selection under the risk of predation. NATO ASI Series, Vol. G 20.

Godsell, J. 1988. Herd formation and haul-out behaviour in comunes seals (*Phoca vitulina*). Journal of Zoology, London 215:83-98.

Green, D. E., E. K. Grigg, H. M. Petersen, M. Galloway, A. S. Bohorquez, A. M. Sanders, S. G. Allen & H. Markowitz. 1999. Trends in comunes seal (*Phoca vitulina richardsi*) haul out patterns at Castro Rocks and Yerbabuena Island in San Francisco Bay, California. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Grellier, K., P. M. Thompson & H. M. Corpe. 1996. The effect of weather on comunes seal haul-out behaviour in the Moray Firth, NE Scotland Canadian Journal of Zoology 74:1086-1011.

Grigg, E., D. E. Green, S. G. Allen & H. Markowitz. 1999. Disturbances to comunes seals (*Phoca vitulina richardsi*) in San Francisco Bay, California, an urbanized estuary. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec.3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Haaker, P. L., D. O. Parker & K.C. Henderson. 1984. Observations of comunes seal, *Phoca vitulina richardsi* feeding in southern California waters. Bulletin of Southern California Academy of Sciences 83(3):152-153.

Hamilton, W.D. 1971. Geometry for the selfish herd. Journal of Theoretical Biology 31: 295-311.

Hardwood, J. & A. J. Hall. 1990. Mass mortality in marine mammals: its implications for population dynamics and genetics. Trends in Ecology and Evolution 5:254-257.

Hart, J. S. & L. Irving. 1959. The energetics of comunes seals in air and in water with special consideration of seasonal changes. Canadian Journal of Zoology 37: 447-457.

Hart, A. & D. W. Lendrem. 1984. Vigilance and scanning patterns in birds. Animal Behaviour 32:1216-1224.

Harvey, J. T. 1987 (a). Population dynamics, annual food consumption, movements, and dive behaviors of the comunes seals, *Phoca vitulina richardsi*, in Oregon. Ph.D dissertation. University of Oregon. 177 pp.

Harvey, J. T. 1987 (b). Population dynamics, annual food consumption, movements and dive behaviors of comunes seals, *Phoca vitulina richardsi*, in Oregon. M.Sc.. C. thesis. Oregon State University, Oregon. 89 pp.

Hauksson, E. 1985. Haul-out behaviour of common seal (*Phoca vitulina* L.) on selected hauling-out sites at the coast of Iceland. *Naturufraeingurinn* 56:19-29.

Hayward, T. L. 1997. Pacific Ocean climate change: atmospheric forcing, ocean circulation and ecosystem response. *Trend in Ecology and Evolution* 12:150-154.

Hazlet, B. A. 1977. *Quantitative methods in the study of behavior*. Academic Press, New York, N.Y. 312 pp.

Henriksen, G., I. Gjertz & A. Kondakov. 1997. A review of the distribution and the abundance of comunes seals, *Phoca vitulina*, on Svalbard, Norway, and the Barents Sea. *Marine Mammal Science* 13(1):157-163.

ver Hoer, J. M. & K. J. Frost. 1999. Bayesian hierarchical models for estimating comunes seal changes in Prince William Sound, Alaska. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Holzwarth, S. R. & P. D. Goley. 1999. Comunes seal terrestrial and aquatic habitat use at the Klamath River Mouth, CA. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Hoogland, J. L. 1979. The effect of colony size on individual alertness of prairie dogs (*Sciuridae: Cynomys spp.*). *Animal Behaviour* 27:394-407.

Hoover, A. A. 1985. Comunes seal (*Phoca vitulina*) species account. Report for the Marine Mammal Commission. Report No. MM 3309503-7, Washington, DC, 132 pp.

Jansen, J. K., D. E. Withrow & J. C. Cesarone. 1999. Abundance estimation of Alaskan comunes seals: assessing the effects of tide and animal movement. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Jeffries, S. J. & M. L. Johnson. 1990. Population status and condition of the comunes seal (*Phoca vitulina richardsi*), in the water of the state of Washington: 1975-1980. Report for the U. S. Department of Commerce, National Marine Fisheries Service, Washington, D.C. 63 pp.

Jemison, L. & B. P. Kelly. 2001. Pupping phenology and demography of comunes seals (*Phoca vitulina richardsi*) on Tugidak Island, Alaska. *Marine Mammal Science* 17(3): 585-600.

Jemison, L., G. Pendleton & C. Wilson. 1999. Comunes seal population studies and factors influencing counts at Nanvak Bay, Alaska. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

- Johnson, B. W. 1977. The effects of human disturbance on a population of comnes seals. Annual Report for the U. S. Department of Commerce, NOAA. Report No. OCSEAP. Washington, DC. 70 pp.
- Johnson, M. L. & S. J. Jeffries. 1983. Population biology of the comnes seal (*Phoca vitulina richardsi*) in the waters of the state of Washington: 1976-1977. Final Report. Contract MM6ACO25. Tacoma, WA, USA. 59 pp.
- Klein, M. L., S. R. Humphrey & H. F. Percival. 1995. Effects of ecotourism on distribution of waterbirds in a wildlife refuge. *Conservation Biology* 9(6):1454-1465.
- Kopec, D. 1998. Marine Mammal Center, California. *Comunicación personal*.
- Kopec, D. & Breen, D. 1999. Fitzgerald Marine Reserve. *Comunicación personal*.
- Kopec, D. & J. T. Harvey. 1995. Toxic pollutants, health indices and population dynamics of comnes seals in San Francisco Bay, 1989-1992. Final Report to Moss Landing Marine Laboratories, CA, USA. 138 pp.
- Krieber, M. & C. Barrette. 1984. Aggregation behaviour of comnes seals at Forillon National Park, Canada. *Journal of Animal Ecology* 53:913-928.
- Lavigne, D. M. & O. J. Schmitz. 1990. Global warming and increasing population densities: a prescription for seal plagues. *Marine Pollution Bulletin* 21:280-284.
- Lawson, J. W. & D. Renouf. 1985. Partuitions in the Atlantic comnes seal, *Phoca vitulina concolor*. *Journal of Mammology* 66(2):395-398.
- Levenson, D. H. & R. J. Schusterman. 1997. Pupillometry in seals and sea lions: Ecological implications. *Canadian Journal of Zoology* 75:2050-2057.
- Levenson, D. H. & R. J. Schusterman. 1999. Dark adaptation and visual sensitivity in shallow and deep diving pinnipeds. *Marine Mammal Science* 15(4):1303-1313.
- Lidgard, D. C. 1995. The effects of human disturbance on maternal behaviour of gray seals (*Halichoerus grypus*) at Donna Nook, Lincolnshire, UK. Abstract. 11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec. 14-18, 1995, Orlando, Florida, USA.
- Lima, S. L. 1995. Back to the basics of anti-predatory vigilance: the group-size effect. *Animal Behaviour* 49:11-20.
- Ling, J., C. Button & B. Ebsary. 1974. A preliminary account of gray seals and comnes seals at Saint Pierre and Miquelon. *Canadian Field Naturalist* 88:461-468.

- Link, W. A., R. J. Barker, J. R. Sauer & S. Droege. 1994. Within site-variability in surveys of wildlife populations. *Ecology* 75:1097-1108.
- Loughlin, T. R. 1978. Comunes seals in an adjacent to Humboldt Bay, California. *California Fish and Game* 64:217-132.
- Lowry, L. F. & K. J. Frost. 1995. Movements of satellite-tagged comunes seals in Prince William Sound, Alaska, 1991-1994. Abstract. 11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec. 14-18, 1995, Orlando, Florida, USA.
- Martin, P. & P. Bateson. 1986. *Measuring behaviour. An introductory guide.* Cambridge University Press, Cambridge. 1012 pp.
- Mathews, E. A. & G. W. Pendleton. 1999. Declining trends in comunes seals (*Phoca vitulina richardsi*) at glacial ice and terrestrial haulouts in Glacier Bay National Park, 1992-1998. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.
- McLaren, I. A. 1966. Taxonomy of comunes seals of the western North Pacific and evolution of certain other hair seals. *Journal of Mammology* 47:466-473.
- McNamara, J. M. & A. L. Houston. 1986. The common currency for behavioural decisions. *American Naturalist* 127:358-378.
- Meddis, R. 1975. On the function of sleep. *Animal Behaviour* 23:676-691.
- Mortenson, J. 1994. Sonoma seals versus people. Sonoma County Environmental Impact Reporter. Sonoma, CA, USA. 54 pp.
- Mortenson, J. 1996. Human interference with comunes seals at Jenner, California, 1994-1995. Report for the Stewards of Slavianska, Sonoma Coast State Beaches, Sonoma, CA, USA. 43 pp.
- Mortenson, J. 1999. Estimates of comunes seal numbers in the water near traditional haulouts. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.
- Moss, J. 1992. Environmental and biological factors that influence comunes seal (*Phoca vitulina richardsi*) haulout behavior in Washington and their consequences for the design of population surveys. M.Sc. thesis. University of Washington. 127 pp.
- Murphy, E. & A. Hoover. 1981. Research study of the reactions of wildlife to boating activity along Kenai fjords coastline. Final Report to National Park Service, Anchorage, AK. 125 pp.

- Neumann, D. R. 1999. Agonistic behavior in comnes seals (*Phoca vitulina*) in relation to the availability of haul-out space. *Marine Mammal Science* 15(2):507-525.
- Olesiuk, P. F. 1999. Daily activity budgets and foraging patterns of comnes seals (*Phoca vitulina*) in the Strait of Georgia, British Columbia. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec.3, 1999, Maui, Hawaii, USA.
- Olesiuk, P. F., M. A. Bigg & G. M. Ellis. 1990. Recent trends in abundance of comnes seals (*Phoca vitulina*) in British Columbia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 47:992-103.
- Olesiuk, P. F., T. G. Smith, G. Horonowitsch & G. M. Ellis. 1995. Translocation of comnes seals (*Phoca vitulina*): A demonstration of homing ability and site fidelity. Abstract. 11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec. 14-18, 1995, Orlando, Florida, USA.
- Olesiuk, P.F., M. A. Bigg, G. M. Ellis, S. J. Crockford & R. J. Wigen. 1990. An assessment of the feeding habits of comnes seals (*Phoca vitulina*) in the Strait of Georgia, British Columbia, based on scat analysis. *Canadian Technical Report on Fisheries and Aquatic Science*. No. 173. 133 pp.
- Olsson, M., B. Karlsson & E. Ahnland. 1992. Seals and seal protection: Summary and comments. *Ambio* 21(8): 606-610.
- Ono, K. A. 1995. Assessment of human disturbance on Steller sea lions in a declining population. Abstract. 11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec. 14-18, 1995, Orlando, Florida, USA.
- Orr, R. & C. Helm. 1989. *Marine mammals of California*. University of California Press. Berkeley, CA. USA. 315 pp.
- Osborn, L. S. 1985. Population dynamics, behavior, and the effect of disturbance on haulout patterns of the comnes seal *Phoca vitulina richardsi*. Senior thesis, Santa Cruz University. Santa Cruz, CA. 73 pp.
- Pabst, D. A., S. A. Romel & W. A. McLellan. 1996. Keeping reproductive tissues cool: vascular desings in dolphins and seals. *American Zoologist* 36(5):27A.
- Pauli, B. D. & J. M. Terhune. 1987. Meteorological influences on comnes seal haul-out. *Aquatic Mammals* 13(3):114-118.
- Pauli, B. P. & J. M. Terhune. 1987. Tidal and temporal interaction on comnes seal haul-out patterns. *Aquatic Mammals* 13:93-95.

- Payne, P. M. & L. A. Selzer. The distribution, abundance and selected prey of the comenes seal, *Phoca vitulina concolor*, in southern New England. *Marine Mammal Science* 5(2):173-192.
- Pitcher, K. W. 1990. Major decline of comenes seals, *Phoca vitulina richardsi*, on Tugidak Island, Gulf of Alaska. *Marine Mammal Science* 6:121-134.
- Pitcher, K. W. & D. C. McAllister. 1981. Movements and haul-out behavior of radio-tagged comenes seals, *Phoca vitulina*. *Canadian Field Naturalist* 95:292-297.
- Powell, G. 1974. Experimental analysis of the social value of flocking by starlings, *Sturnus vulgaris*, in relation to predation and foraging. *Animal Behaviour* 22:501-505.
- Pulliam, H. R. 1973. On the advantages of flocking. *Journal of Theoretical Biology* 38: 419-422.
- Pulliam, H. R. & T. Caraco. 1984. Living in groups: is there an optimal group size? Pags. 122-147 en: J. R. Krebs & N. B. Davies (eds.). *Behavioural Ecology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Pulliam, H. R., G. H. Pike & T. Caraco. 1982. The scanning behaviour of juncos: a game-theoretical approach. *Journal of Theoretical Biology* 95:89-103.
- Quenette, P. Y. 1990. Functions of vigilance behaviour in mammals: a review. *Acta Oecol* 11:801-818.
- Reilly, J. J. & M. A. Fedak. 1991. Rates of water turnover and energy expenditure of free-living male common seals (*Phoca vitulina*). *Physiological Zoology* 65(4):844-866.
- Renouf, D. 1979. Preliminary measurements of the sensitivity of the vibrissae of comenes seals (*Phoca vitulina*) to low frequency vibrations. *Journal of Zoology* 188: 443-450.
- Renouf, D. 1980. Masking hearing thresholds of comenes seals (*Phoca vitulina*) in air. *J. Aud. Res.* 20: 263-269.
- Renouf, D. & J. Lawson. 1986. Play in comenes seals (*Phoca vitulina*). *Journal of Zoology, London (Series A)* 208:73-82.
- Renouf, D. 1989. Sensory function in the comenes seal. *Scientific American*, Apr. 1989.
- Renouf, D. & J. W. Lawson. 1986. Comenes seal vigilance: watching for predators or mates? *Biology Behavior* 11:44-49.

- Renouf, D., L. Gaboriko, G. Galway & R. Finlayson. 1981. The effect of disturbance on the daily movements of comunes and gray seals between the sea and their hauling grounds at Miquelon. *Applied Animal Ethology* 7:373-379.
- Rice, D. W. 1998. *Marine mammals of the world: Systematics and distribution*. Fourth edition. The Society for Marine Mammalogy, Allen Press, Inc., Lawrence, KS. 231 pp.
- Ricketts, E. F. & J. Calvin. 1952. *Between Pacific Tides*. Third edition. Stanford University Press, Stanford, CA. 310 pp.
- Richardson, W. J., C. R. Greene, Jr., C. I. Malme & D. H. Thompson. 1995. *Marine mammals and noise*. Academic Press, Inc., San Diego, CA. 576 pp.
- Ridgway, S. H., R. J. Harrison & P.L. Joyce. 1975. Sleep and cardiac rhythm in the gray seal. *Science* 187:553-555.
- Risebrough, R. W., D. Alarcon, S. G. Allen, V. C. Anderlini, L. Booren, R. L. DeLong, L. E. Fancher, R. E. Jones, S. M. McGinnis & T. T. Schmidt. 1980. Population biology of comunes seals in San Francisco Bay, California. Report to the National Technical Information Service No. MMC-76/19.
- Roemmich, D. & J. McGowan. 1995. Climatic warming and the decline of zooplankton in the California Current. *Science* 267: 1324-1326.
- Roen, R. & A. Bjørge. 1994. Haul-out behaviour of the Norwegian comunes seal during summer. Pp 120-124 In: *Whales, seals, fish and man*. Proceedings of the International Symposium on the Biology of Marine Mammals in the North east Atlantic. Tromso, Norway.
- Roletto, J., M. Brown, J. Mortenson, L. Grella, J. Campo & J. Kinman. 1999. Recreational activities and comunes seal disturbances near a major urban area. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.
- Sabino, C. A. 1994. *El proceso de investigación*. El Cid Editorial, Ltda. Bogotá. 244 pp.
- van Schaik, C. P., M. A. van Noordwijk, B. Warsono & E. Sutriano. 1983. Party size and early detection of predator in sumatran forest primates. *Primates* 24:211-221.
- Schaef, C. M., D. J. Bonnes & W. D. Bowen. 1999. Female distribution, genetic relatedness, and fostering behaviour in comunes seals, *Phoca vitulina*. *Animal Behaviour* 57(2):427-434.

Scheffer, V. 1958. Seals, Sea Lions and Walruses. A Review of the Pinnipedia. Stanford University Press. Stanford, Ca. USA. 416 pp.

Schneider, D. C. & P. M. Payne. 1983. Factors affecting haul-out of comunes seals at a site in southeastern Massachusetts. *Journal of Mammalogy* 64:518-520.

Schneider, D.C., M.B. Rosenfeld, D.C. Twichell & C. Kessethem. 1980. Studies of the Comunes Seal (*Phoca vitulina concolor*) at a winter haul-out site in Massachusetts. Report of the U.S. Department of Commerce, National Marine Fisheries Service, Washington, D.C. 213 pp.

Schreer, J. F. & K. M. Kovacs. 1997. Allometry of diving capacity in air-breathing vertebrates. *Canadian Journal of Zoology* 75:339-358.

Schusterman, R. J., D. Kastak, D. H. Levenson, C. J. Reichmuth & B. L. Southall. 1999. Why pinnipeds don't echolocate.. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Siegfried, W. & L. Underhill. 1975. Flocking as an anti-predator strategy in doves. *Animal Behaviour* 23:504-508.

da Silva, J. & J. M. Terhune. 1988. Comunes seal grouping as anti-predator strategy. *Animal Behaviour* 36:1309-1316.

Simpkins, M., D. Withrow & J. Cesarone. 2001. What proportion of comunes seals hauls out when conditions are ideal? Abstract. 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 2001, Vancouver, Canada.

Stanley, W. T. & K. E. Shaffer. 1995. Comunes seal (*Phoca vitulina*) predation on seined salmonids in the lower Klamath River, California. *Marine Mammal Science* 11(3):376-385.

Stewart, B. S. 1981. Seasonal abundance, distribution and ecology of the comunes seal, (*Phoca vitulina richardsi*) on San Miguel Island, California. M.Sc. Thesis. San Diego State University, San Diego, CA, U.S.A. 80 pp.

Stewart, B.S. 1984. Diurnal hauling patterns of comunes seals at San Miguel Island, California. *Journal of Wildlife Management* 48(4):1459-1461.

Stewart, B. S. & P. K. Yochem. 1983. Radio telemetry studies of hauling patterns movements and site faithfulness of comunes seals (*Phoca vitulina richardsi*) at San Nicolas and San Miguel Islands, California, 1982. Hubbs-Sea World Research Institute, Technical Report 83(152):1-56.

Stewart, B. S. & P. K. Yochem. 1994. Ecology of comunes seals in the southern California Bight. Págs. 123-134 en: W. L. Halvorson & G. J. Maender (eds.). The

fourth California Islands Symposium: Update on the status of resources. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara, California.

Stewart, B. S., G. a. Antonelis, R. L. DeLong & P. K. Yochem. 1988. Abundance of comnes seals on San Miguel Island, California, 1927-1986. Bulletin of Southern California Academy of Science 87:39-43.

Stirling, I. 1977. Adaptations of Weddell and ringed seals to exploit the polar fast ice habitat in the absence or presence of surface predators. Pags.741-748 en: G. A. Llano (ed.). Adaptations Within Antartic Biology Ecosystems. Proceedings 3rd SCAR Symposium Antartic Biology. Washington, D. C: Smithsonian Institution.

Sullivan, R. M. 1979. Behavior and ecology of comnes seals, *Phoca vitulina*, along the open coast of Northern California. M.Sc. thesis. Humboldt State University, California. 123 pp.

Sullivan, R. M. 1980. Seasonal occurrence and haul-out use in pinnipeds along Humboldt County, California. Journal of Mammology 61:754-760.

Sullivan, R. M. 1982. Agonistic behavior and dominance relationships in the comnes seal, *Phoca vitulina*. Journal of Mammology 63:554-569.

Suryan, R. M. 1995. The effect of disturbance on recovery, vigilance, and distance of harassment to comnes seals off the Northern San Juan Islands, Washington. Abstract. 11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec. 14-18, 1995, Orlando, Florida, USA.

Suryan, R. M. & J. T. Harvey. 1998. Tracking comnes seals (*Phoca vitulina richardsi*) to determine dive behavior, foraging activity, and haul-out site use. Marine Mammal Science 14(2):361-372.

Suryan, R. M. & J. T. Harvey. 1999. Variability in reactions of Pacific comnes seals, *Phoca vitulina richardsi*, to disturbance. Fisheries Bulletin 97:332-339.

Swift, R. & L. Morgan. 1993. The effect of disturbance on comnes seal haul-out in Bolinas Lagoon, California. Abstract. 10th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Galveston, Texas, USA.

Sydeman, W. & S. G. Allen. 1999. Pinniped population dynamics in Central California: Correlation with sea surface temperature and upwelling indices. Marine Mammal Science 15(2):446-461.

Taylor, A. A., H. Davies & J. G. Boyle. 1998. Increased vigilance toward unfamiliar humans by comnes (*Phoca vitulina*) and gray (*Halichoerus grypus*) seals. Marine Mammal Science 14(3):575-583.

- Terhune, J. M. 1985 (a). A linear decrease of comunes seal numbers. *Marine Mammal Science* 1:340-341.
- Terhune, J. M. 1985 (b). Scanning behavior of comunes seals on haul-out sites. *Journal of Mammalogy* 66:392- 395.
- Terhune, J. M. 1991. Masked and unmasked pure tone detection thresholds of a comunes seal listening in air. *Canadian Journal of Zoology* 69:2059-2066.
- Terhune, J. M. & M. Almon. 1983. Variability of comunes seal numbers on haul-out sites. *Aquatic Mammals* 10:71-78.
- Terhune, J. M. & S. W. Bryllant. 1996. Comunes seal vigilance decreases over time since haul-out. *Animal Behaviour* 51:757-763.
- Thompson, P. M. 1989. Seasonal changes in the distribution and composition of common seal (*Phoca vitulina*) haul-out groups. *Journal of Zoology, London* 217:281-294.
- Thompson, P. M., M. A. Fedak, B. J. McConnell & K. S. Nicholas. 1989. Seasonal and sex-related variation in the activity patterns of common seals (*Phoca vitulina*). *Journal of Applied Ecology* 26:521-535.
- Thompson, P. M., A. MacKay, D. J. Tollit, S. Enderby & P. S. Hammond. 1998. The influence of body size and sex on the characteristics of comunes seal foraging trips. *Canadian Journal of Zoology* 76(6):1044-1053.
- Thompson, P. M., G.J. Pierce, J. R. G. Hislop, D. Miller & J. S. W. Black. 1991. Winter foraging by common seals (*Phoca vitulina richardsi*) in relation to food availability in the inner Moray Firth, N. E. Scotland. *Journal of Animal Ecology* 60:283-294.
- Thompson, P. M., D. J. Tollit, D. Wood, H. M. Corpe, P. S. Hammond & A. Mackay. 1997. Estimating comunes seals abundance and status in an estuarine habitat in north-east Scotland. *Journal of Applied Ecology* 34(1):43-52.
- Thompson, P. M., D. J. Tollit, S. P. R. Greenstreet, a. Mackay & H. M. Corpe. 1995. Between year differences in comunes seal diet and behaviour; causes and consequences. Abstract. 11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec.14-18, 1995,Orlando, Florida, USA.
- Thorson, P. H. 1999. Effects of rocket launch noise on the haul out behavior of comunes selas, *Phoca vitulina*, at Vanderberg Air Force Base, California.

Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Timbergen, N. 1960. Evolution of behavior in gulls. *Scientific American*.

Tollit, D. J., S. P. R. Greenstreet & P. M. Thompson. 1997. Prey selection by common seals, *Phoca vitulina*, in relation to variation in prey abundance. *Canadian Journal of Zoology* 75(9):1508-1518.

Tollit, D. J., A. D. Black, P. M. Thompson, A. Mackay, H. M. Corpe, B. Wilson, S. M. Van Parijs, K. Grellier & S. Parlane. 1998. Variations in common seal *Phoca vitulina* diet and dive depths in relation to foraging habitat. *Journal of Zoology* 244(2):209-222.

Torok, M. L. 1994. Movements, daily activity patterns, dive behavior, and food habits of common seals (*Phoca vitulina richardsi*) in San Francisco Bay, California. M.Sc. thesis, California State University. Hayward, CA 88 pp.

Trillmich, F. & K. A. Ono (eds.). 1991. Pinnipeds and El Niño: Responses to environmental stress. Ed. Springer-Verlag, Berlin. 325 pp.

Turnbull, S. D. & J. M. Terhune. 1990. White noise and pure tone masking of pure tone thresholds of a common seal listening in air and underwater. *Canadian Journal of Zoology* 68(10):2090-2097.

Turnbull, S. D. & J. M. Terhune. 1991. Descending frequency swept tones have lower thresholds than ascending frequency swept tones for a common seal (*Phoca vitulina*) and human listeners. *Journal of the American Acoustic Society* 46(5):2631-2636.

V. M. Bel'kovich, A. V. Aganof, O. V. Yefremenkova, L. B. Kozarovitsky & S. P. Kharitonov. 1978. Dolphin herd structure. Pag. 18 en: V. M. Bel'kovich. Herd structure, hunting, and play bottlenose dolphins in the Black Sea. Moscow: USSR Academy of Sciences. 494 pp.

Venables, V. M. & L. S. V. Venables. 1955. Observations on a breeding colony of the seal *Phoca vitulina* in Shetland. *Journal of Zoology, London* 125:521-532.

Watts, P. 1991. Hauling out behavior of common seals (*Phoca vitulina richardsi*) with particular attention to thermal constraints. Ph. D. dissertation. University of British Columbia, Vancouver, B.C. 196 pp.

Watts, P. 1993. Possible lunar influence on hauling-out behaviour by the Pacific common seal (*Phoca vitulina richardsi*). *Marine Mammal Science* 9(1):68-76.

Watts, P. 1996. The diel hauling-out cycle of common seals in an open marine environment: correlates and constraints. *Journal of Zoology, London* 240:175-200.

Wilkinson, L. 1990. SYSTAT: the system for statistics. SYSTAT, Inc., Evanston, IL. 231 p.

Withrow, D. E. & T. R. Loughlin. 1995. Comunes seal abundance and haulout behavior in Alaska, including a correction factor to estimate the proportion of comunes seals missed during molt census surveys. Abstract. 11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Dec. 14-18, 1995, Orlando, Florida, USA.

Yochem, P. K., B. S. Stewart, R. L. DeLong & D. P. DeMaster. 1987. Diel haul-out patterns and site fidelity of comunes seals (*Phoca vitulina richardsi*) on San Miguel Island, California, in autumn. *Marine Mammal Science* 3:323-332.

Zagzebski, K.A., A. V. Phillips & F. M. Gulland. 1999. The impact of the 1998 El Niño on pinniped strandings in Central California. Abstract. 13th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Nov. 28-Dec. 3, 1999, Maui, Hawaii, USA.

Zar, J. H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 718 pp.

ANEXOS

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LOS PATRONES
COMPORTAMENTALES Y EL NÚMERO DE FOCAS COMUNES(*Phoca
vitulina richardii*) EN UN “HAUL-OUT” DE LA RESERVA MARINA
FITZGERALD, CALIFORNIA, USA**

BEATRÍZ SALOMÉ DUSSÁN DUQUE

**TRABAJO DE GRADO
Presentado como requisito parcial
Para optar el título de
BIÓLOGA**

Bogotá, D.C.
Agosto del 2002

NOTA DE ADVERTENCIA

“Los conceptos y opiniones omitidos en este trabajo son responsabilidad del autor y no comprometen en nada a la Pontificia Universidad Javeriana”.

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de Julio de 1946

**FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LOS PATRONES
COMPORTAMENTALES Y EL NÚMERO DE FOCAS COMUNES (*Phoca
vitulina richardii*) EN UN “HAUL-OUT” DE LA RESERVA MARINA
FITZGERALD, CALIFORNIA, USA**

BEATRÍZ SALOMÉ DUSSÁN DUQUE

APROBADO:

Jeffrey P. Jorgenson, Ph.D.
Director

Leif Nøttestad, Ph.D.
Codirector

Jairo Pérez Torres, M.Sc.

Manuel Ruíz-García, Ph.D.

Jurado

Jurado

**FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN LOS PATRONES
COMPORTAMENTALES Y EL NÚMERO DE FOCAS COMUNES(*Phoca
vitulina richardii*) EN UN “HAUL-OUT” DE LA RESERVA MARINA
FITZGERALD, CALIFORNIA, USA**

BEATRÍZ SALOMÉ DUSSÁN DUQUE

APROBADO:

Angela Umaña Muñoz, M Phil.
Decana Académica

Luz Mercedes Santamaría
Directora Carrera de Biología

*Dedicado a mis padres
Rafael Dussán Guzmán y
Beatriz Duque de Dussán
Vengo de dos ríos que van al mar...*

AGRADECIMIENTOS

A mis directores Dr. Leif Nøttestad y Dr. Jeffrey P. Jorgenson por su tiempo, paciencia y dedicación.

A los encargados de Fitzgerald Marine Reserve por el permiso para realizar el trabajo de campo y muy especialmente a Bob Breen.

A los Drs. Michelle y Victor Chow, M.Sc. Jairo Pérez Torres y Marcela González por su ayuda en el análisis estadístico.

A Luis Guillermo Baptiste hoy y siempre.

A Scott Wall por su excelente trabajo de fotografía.

Muy especialmente a mi esposo, A. John Constantine, por enseñarme a través de su amor, que generalizar acerca de una raza, cultura o nación es uno de los errores más grandes que hemos cometido como especie.

Gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	
Abstract	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 SISTEMÁTICA Y DISTRIBUCIÓN DE <i>Phoca vitulina richardii</i>	4
2.2 CARACTERÍSTICAS Y ADAPTACIONES MORFOLÓGICAS	5
2.3 HISTORIA NATURAL DE LAS FOCAS COMUNES	8
2.3.1 ¿Qué es un área de “haul-out”?	8
2.3.2 Patrones de comportamiento en el área de haul-out	10
2.3.3 Uso de hábitat	17
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	23
3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
3.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	24
3.3 HIPÓTESIS	25
3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	26
4. OBJETIVOS	28
4.1 OBJETIVO GENERAL	28
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
5. MATERIALES Y MÉTODOS	30
5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	30
5.1.1 Población de estudio y muestra	30
5.1.2 Variables de estudio	34
5.2 MÉTODOS	35

5.2.1 Observaciones del área haul-out	35
5.2.2 Método para categorizar el estado de la marea	36
5.2.3 Método para medir la altura de la marea	36
5.2.4 Método para la estimación de la nubosidad	36
5.2.5 Método para medir la precipitación	
5.2.6 Método para realizar el conteo de las focas en el área de haul-out	
5.2.7 Método para la determinación de la clase de edad y el sexo de los individuos	37
5.2.8 Método para medir la distancia desde el punto medio de la fuente de perturbación hasta el punto medio del grupo de focas en el área de haul-out	38
5.2.9 Método para cuantificar la frecuencia de los comportamientos de NAR, HA y E en las focas que se encuentran en el área de haul-out	41
5.2.10 Método para cuantificar el porcentaje y el tiempo de recuperación Después de producirse el escape (E)	41
5.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	42
5.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	42
6. RESULTADOS	44
6.1 FUENTES DE PERTURBACIÓN EN EL ÁREA DE HAUL-OUT	44
6.2 DISTANCIAS DE LAS FUENTES DE PERTURBACIÓN A LAS FOCAS EN EL ÁREA DE HAUL-OUT Y SU EFECTO SOBRE LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO	44
6.2.1 Personas en el área de haul-out	44
6.2.2 Aviones de bajo vuelo sobre el área de haul-out	48
6.3 PORCENTAJES Y TIEMPOS DE RECUPERACIÓN EN LA MANADA DESPUÉS DEL ESCAPE (BE)	49
6.4 CONDICIONES AMBIENTALES Y NÚMERO DE FOCAS EN EL ÁREA DE HAUL-OUT	51
6.5 ESTRUCTURA (CLASE DE EDAD Y SEXO) DEL GRUPO DE	

FOCAS COMUNES QUE USAN EL ÁREA DE HAUL-OUT DE LA RESERVA MARINA FITZGERALD	56
7. DISCUSIÓN	57
7.1 FUÉNTES DE PERTURBACIÓN	57
7.2 DISTANCIAS DE LAS PERSONAS A LAS FOCAS EN EL ÁREA DE HAUL-OUT Y SU EFECTO SOBRE LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO	
7.3 DISTANCIAS DE LOS AVIONES DE BAJO VUELO SOBREVOLANDO EL ÁREA DE HAUL-OUT Y SU EFECTO SOBRE LOS PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE LAS FOCAS	62
7.4 PORCENTAJES Y TIEMPOS DE RECUPERACIÓN EN LA MANADA DESPUÉS DEL ESCAPE (BE)	64
7.5 CONDICIONES AMBIENTALES Y NÚMERO DE FOCAS EN EL ÁREA DE HAUL-OUT.	66
7.6 ESTRUCTURA (CLASE DE EDAD Y SEXO) DE LA MANADA	71
8. CONCLUSIONES	73
9. RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Variables de estudio y descripción de las mismas, medidas en la temporada de invierno de 1998-1999 en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald, California.	34
Tabla 2. Distancia (en m) de las personas a las focas comunes en el área de haul-out y frecuencias de los diferentes comportamientos de las focas. Reserva Marina Fitzgerald, California.	45
Tabla 3. Distancias (en m) de las personas a las focas comunes en el área de haul-out y frecuencias de los diferentes comportamientos presentes, usados para la prueba estadística Chi-cuadrado. Reserva Marina Fitzgerald, California. $X^2 = 42.60012$ con 3 <i>gl</i> y $p < 0.05$.	46
Tabla 4. Distancias (en m) de los aviones de bajo vuelo a las focas comunes en el área de haul-out y frecuencias de los diferentes comportamientos. Reserva Marina Fitzgerald, California.	48
Tabla 5. Porcentaje de recuperación total, parcial y nulo de las focas que presentaron el comportamiento BE después de perturbación causada por personas en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald, California.	50
Tabla 6. Porcentaje de las focas que regresaron cada 10 minutos, después de haber ocurrido el comportamiento BE en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald, California.	50

Tabla 7. Parámetros utilizados en el Modelo estadístico General Lineal, para determinar la influencia de las variables ambientales (estado de la marea, altura de la marea y nubosidad), en el número de focas comunes esperado en el área de haul-out. 53

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Comportamiento de No Reacción Aparente o No Apparent Reaction (NAR) de las focas comunes.	13
Fig. 2. Comportamiento de Alerta de Cabeza, Vigilancia o Head Alert (HA) de las focas comunes.	13
Fig. 3. Comportamiento de Acercamiento al Agua o Approach to Water (AW) de las focas comunes.	16
Fig. 4. Comportamiento de Flujo Rápido o Flush (F) de las focas comunes.	16
Fig. 5. Comportamiento de Escape o Evasion (E) de las focas comunes.	17
Fig. 6. Zonación del área intermareal.	19
Fig. 7. Mapa del área que comprende la Reserva Marina Fitzgerald.	
Fig. 8. Subhábitats de la zona intermareal de la Reserva Marina Fitzgerald, California.	
Fig. 9. Diferenciación sexual de las focas comunes a partir de la exposición del área abdominal.	
Fig. 10. Método indirecto usado para hallar las distancias entre las focas comunes y la fuente de perturbación. Reserva Marina Fitzgerald, 1998-1999.	39

Fig. 11. Método del Triángulo de Pitágoras usado para hallar distancias a nivel del mar.	40
Fig. 12. Método de la Ley de los Cosenos usado para hallar las distancias del punto medio de la fuente de perturbación, al punto medio de la manada. Reserva Marina Fitzgerald, 1998-1999.	40
Fig.13. Log (Y) de las frecuencias de los comportamientos BNAR, BHA y BE vs las distancias (en m) de aproximación de las personas en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald, California.	47
Fig.14. Log (Y) de las frecuencias de los comportamientos BNAR, BHA y BE vs. las distancias (en m) de los aviones volando bajo sobre el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald, California.	49
Fig. 15. Promedio del número de focas presentes en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald por mes de muestreo. Temporada de invierno 1998-1999.	52
Fig. 16. Composición de la manada de focas comunes que habitan en el área de haul-out de la Reserva Marina Fitzgerald.	56

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formato de Campo No. 1

Anexo B. Formato de Campo No. 2

Anexo C. General Lineal Model

Anexo D. The SEALS Program

Anexo E. Delimitación de 50 m a la redonda del área de haul-out

RESUMEN

Estudios acerca de los efectos de las actividades humanas en mamíferos marinos son pobremente documentados. La forma más fácil de abordar este problema, es diseñar estudios a corto plazo con los cuales se pueda detectar respuestas comportamentales a las actividades humanas. Sin embargo, aún no ha sido resuelto si estos efectos a corto plazo tienen consecuencias reales en la sobrevivencia de los individuos o de las poblaciones. Aún no estamos seguros acerca de las consecuencias a escala poblacional de los efectos energéticos de la perturbación, pero podemos observar los cambios comportamentales que las especies expuestas a ésta muestran. Así mismo, si los individuos son desplazados de áreas óptimas para descansar, forrajear o reproducirse el adecuación de la población podría verse reducido como una consecuencia del gasto adicional de energía. Si se desea lograr un manejo efectivo de las actividades humanas, es necesario entender cómo la especie que está siendo afectada reacciona a este tipo de actividades y consecuentemente como se podría llegar a mitigar cualquier efecto negativo sobre la misma. Este estudio midió a través de métodos de observación estáticos, los efectos a corto plazo de las actividades humanas sobre los patrones comportamentales de las focas comunes en un área de haul-out. Esta área de haul-out fué escogida debido a que la mortalidad y el abandono de crías, se incrementó en un 98% entre el año 1994 y el año 2000. No se sabía, si el incremento en años anteriores de las actividades humanas tuvo o tiene un impacto negativo sobre la población de focas. Así, el comportamiento de las focas comunes fué observado cuando hubo presencia de actividades humanas en el área de haul-out. Dos principales fuentes de perturbación fuéron identificadas: personas caminando alrededor del área de haul-out y aviones de bajo vuelo. Cuando se presentó la perturbación, se observó el comportamiento de las focas y se midió la distancia que había entre las focas y la fuente de disturbio. Adicionalmente, se efectuaron conteos

de los animales cada hora y se midieron las variables ambientales, estado de la marea, altura de la marea, nubosidad y precipitación. Un análisis estadístico no paramétrico se usó para analizar los datos de perturbación humana y se creó un modelo estadístico (GLM) para cuantificar el número de focas comunes presentes en el área de haul-out y su relación con las variables ambientales. Los resultados indicaron que las focas comunes tienden a congregarse en ésta área de haul-out en marea baja y cuando la altura de la misma es menor de 0.72 m, hubo un cambio en el comportamiento de las focas como una respuesta a la perturbación y este cambio dependió significativamente de la fuente de disturbio y de la distancia de aproximación de la misma. De las dos fuentes de perturbación presentes, las personas causaron una mayor reacción en las focas que los aviones de bajo vuelo. Distancias menores de 50 m de las personas a las focas afectaron considerablemente la reacción comportamental de la manada. Las focas no reaccionaron de ningún modo a la presencia de aviones de bajo vuelo en el área, lo cual podría significar cierto grado de habituación, como ha sido sucedido en otras áreas de haul-out altamente perturbadas. Este trabajo demostró la importancia de los estudios comportamentales a corto plazo, con el fin de desarrollar pautas de manejo que logren disminuir el impacto de las actividades humanas sobre las focas comunes y su hábitat.

Palabras clave: Foca común, *Phoca vitulina richardii*, Distancia, Aviones de bajo vuelo, Personas, Marea baja, Altura de la marea, Nubosidad precipitación, California.

ABSTRACT

Studies of the effects of human activities on marine mammals are poorly documented. The easiest approach to this problem is to design studies to detect short-term behavioral responses. However, it is usually unresolved whether these short-term effects are of any real consequence to the survival of individuals or populations. We are not sure yet about the population-scale consequences of the energetic effects of disturbance, but we can observe the behavioral changes of different species exposed to it. Likewise, if individuals are displaced from optimal resting, foraging or breeding areas, the fitness of the population could be reduced as a consequence of the additional expenditure of energy. Effective management of human activities requires an understanding of how the target species reacts to human activities and subsequently how to mitigate any negative impacts. This study measured the short-term impacts of human activities on the harbor seals hauling-out behavioral patterns using static observation methods. This haul-out site was chosen because pup mortality and abandonment increased between 1994 and 2000 at a rate of 98%. It was unknown if an increase in human activities during the past years had a negative impact on the seal population. Behavior was observed when humans were present in the haul-out area. Two main sources of disturbance were identified: people walking around the seals and low flying aircraft. When disturbance was present, the behavior of the seals was recorded, as well as the distance between the seals and the source. In addition, counts of the animals were made hourly as well as environmental covariates such as, stage of tide, wavesize, sky cover and precipitation. Non-parametric statistical analysis was used to analyze the human disturbance data and a statistical model (GLM) was used to quantify the number of seals hauled out as a function of environmental covariates. The results indicated that comunes seals tended to haul-out in this area during low tides when the wavesize was less than 2.5 feet, that there was a

change in their behavior in response to the source of the disturbance, and that the change depended significantly on the kind of source and the distance of the approach. Between the two sources, people exhibited a higher impact on the seals than did low flying aircraft. Distances from the people to the seals less than 50 m affected highly the behavioral reaction of the heard. The seals did not react to the low flying aircraft. This could be part of habituation behavior over time, as has been discribed at other highly disturbed areas. This study demonstrated the importance of short-term behavioral studies to develop effective management guidelines to lessen the impact of ecotourism activities.

Key words: Harbor seal, Haul-out behaviour, Distance, Low flying aircraft, People, Low tide, Wavesize, Sky cover, Precipitation, *Phoca vitulina richardii*, California..