

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**DINÁMICA ESPACIAL DE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE AVES MARINAS  
CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN EN LA COSTA DE VALPARAISO,  
CHILE CENTRAL.**

**KARIN ANDREA BURGOS PAZ**

**Santiago, Chile**  
**2012**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**Memoria de Título**

**DINÁMICA ESPACIAL DE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE AVES MARINAS  
CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN EN LA COSTA DE VALPARAISO,  
CHILE CENTRAL.**

**SPATIO DYNAMICS OF RICHNESS AND ABUNDANCE OF SEA BIRDS WITH  
PROBLEMS OF CONSERVATION ON THE COAST OF VALPARAISO,  
CENTRAL CHILE.**

**Karin Andrea Burgos Paz**

**Santiago, Chile  
2012**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

Memoria de Título

DINÁMICA ESPACIAL DE LA RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE AVES MARINAS  
CON PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN EN LA COSTA DE VALPARAISO, CHILE  
CENTRAL.

Memoria para optar al Título Profesional de  
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables.

**Karin Andrea Burgos Paz**

<b>PROFESORES GUÍAS</b>	<b>Calificaciones</b>
Sr. Mauricio Galleguillos T. Ingeniero Agrónomo, Dr	6,8
<b>PROFESORES EVALUADORES</b>	
Sr. Gerardo Soto M. Ingeniero Forestal, Dr.	6,5
Sr. Andrés de la Fuente de la F. Ingeniero Agrónomo	6.8

**Santiago, Chile**  
**2012**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quisiera agradecer profundamente el apoyo incondicional y el inmenso cariño de mis padres, Carlos y Eliana, pilares fundamentales de mi formación profesional y humana. También agradezco a Fernando, por su amor, sustento y compañía en todo momento. También agradezco a mis queridas hermanas Lorena y Carolina por su cariño y a los amigos que me han visto crecer humana y profesionalmente.

Agradezco inmensamente la oportunidad dada por mi tutor, Alejandro Simeone Cabrera, al permitirme desarrollar esta investigación. Estoy muy agradecida del gran apoyo y las múltiples enseñanzas obtenidas durante todo el proceso de desarrollo de mi tesis, de la confianza que depositó en mí durante estos años de arduo trabajo y de gratos momentos.

También quisiera agradecer a Juan Manuel Uribe por las gestiones y la buena disponibilidad a realizar en esta memoria y a Mauricio Galleguillos por sus sugerencias y correcciones en la terminación de ésta memoria.

Quisiera agradecer al Proyecto SAS-UNAB, financiado por los proyectos AR-03-05, DI-07-08, DI-48-10 de la Dirección de Investigación y Doctorado de la Universidad Andrés Bello al Dr. Alejandro Simeone, lo que permitió el desarrollo de esta investigación.

*Karincitas*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODO</b>	<b>6</b>
<b>Área de estudio</b>	<b>6</b>
<b>Conteo de Aves en el Mar</b>	<b>7</b>
Grupo Objetivo	7
<b>Análisis de Datos</b>	<b>8</b>
Análisis Exploratorio: Patrones en la riqueza y densidad relativa	10
Técnica Multivariada	11
Caracterización de los Patrones Espaciales.	12
Análisis Estadístico	13
<b>RESULTADOS</b>	<b>14</b>
<b>Caracterización Del Ensamble</b>	<b>14</b>
Grupo Objetivo	14
<b>Riqueza</b>	<b>15</b>
Técnica multivariada	17
Composición Específica de Cada Conglomerado	18
<b>Densidad Relativa</b>	<b>19</b>
Técnica multivariada	20
Densidad relativa media y composición específica.	21
Análisis de varianza espacial	21
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>23</b>
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>27</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>28</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>34</b>

## RESUMEN

La caracterización de la variabilidad espacial de una especie es un importante requisito para el estudio del funcionamiento de los ecosistemas, el cual se hace significativo para el diseño de estrategias ecológicamente razonables para la conservación. El objetivo de esta investigación fue determinar la dinámica espacial de la riqueza y abundancia de aves marinas con problemas de conservación en la Bahía de Valparaíso, Chile central. Se identificó un total de 40 especies en las costas de Valparaíso, analizando el 50% de ellas que se encontraban en alguna categoría de amenaza según UICN. Se evaluaron patrones espaciales de la abundancia y composición específica del ensamble de aves marinas amenazadas frente a la costa de Valparaíso mediante clasificación jerárquica y de k-medios. Los resultados mostraron que existen patrones espaciales. Según riqueza se aglomeraron en dos tramos, los primeros 9 kilómetros y desde el kilómetro 9 al 17, siendo el primer tramo el que posee mayor número de especies. Según la densidad relativa de individuos se encontraron 5 tramos, siendo la franja de 3 a 13 kilómetros la que posee la mayor densidad de individuos, siendo a menudo limitada la distribución espacial por los recursos alimenticios.

### **Palabras clave:**

Patrones espaciales  
Aves marinas amenazadas  
Bahía de Valparaíso.

**ABSTRACT****SPATIO DYNAMICS OF THE RICHNESS AND ABUNDANCE OF SEA BIRDS WITH PROBLEMS OF CONSERVATION ON THE COAST OF VALPARAISO, CENTRAL CHILE.**

The characterization of the spatial distribution of a species is an important prerequisite for studies of ecosystems functioning, being relevant in the design of ecologically reasonable strategies of conservation. The aim of this investigation is to determine the spatial dynamics of species number and abundance of sea birds with conservation problems on the Bay of Valparaiso, central Chile. A total of 40 species were identified on the Valparaiso coasts, including the analysis of 50% of those birds under some threat according to IUCN. Spatial patterns of the abundance and specific composition of assemble of threatened sea birds on the Valparaiso coast were evaluated through the hierarchical cluster analysis and K-Means Clustering, rectifying the results with an analysis of Nonmetric multidimensional scaling. The spatial patterns according to the number of species were agglomerated in two sections: the first 9 kilometers and the second from the kilometer 9 to 17, being the first section the one which comprise the largest number of species. According to the density of individuals, they were gathered in 5 sections, with different compositions. Results indicated that the band from 3 to 13 kilometers, showed the major density of individuals, being the spatial distribution often limited by the food resources.

***Key words:***

Spatial patterns

Threatened sea birds

Bay of Valparaiso

## INTRODUCCIÓN

Las aves marinas desarrollan una gran parte de su ciclo de vida en el mar, obteniendo su alimento internándose en áreas oceánicas y costeras, pero nidificando en islas, islotes y sectores costeros de difícil acceso para depredadores terrestres (Furness y Monaghan, 1987; Schreiber y Burger, 2002). Además son participantes activos de los ciclos energéticos del ecosistema marino (Ainley, 1980). La mayoría de estas especies se caracterizan por ser longevas, con tamaños de nidadas reducidos (en muchos casos de sólo un huevo), madurez sexual retardada, extensos períodos de crianza, ser monógamas, filopátricas y nidificar en colonias (Lack, 1968; Furness y Monaghan, 1987; Brooke, 2002; Hamer *et al.*, 2002). Tradicionalmente, las aves marinas se clasifican en cuatro órdenes: Sphenisciformes (Pingüinos), Procellariiformes (Albatros, petreles y fardelas), Pelecaniformes (Cormoranes, piqueros y pelícanos) y Charadriiformes (Gaviotas, salteadores, gaviotines, pollitos de mar).

La gran variabilidad ambiental de los ecosistemas marinos ha tenido gran influencia en la evolución de la historia de vida de las aves marinas (Weimerskirch, 2002), ejerciendo fuerzas selectivas en el comportamiento, la ecología y la demografía de estas aves (Schreiber y Burger, 2002). La consideración del comportamiento de la estructura espacial ha llegado a jugar un papel importante para comprender la ecología de las aves marinas (Fortin y Dale, 2005), siendo un requisito previo para el estudio del funcionamiento de los ecosistemas (Southall *et al.*, 2006), el cual se hace importante para el diseño de estrategias ecológicamente razonables para la conservación (Tobin, 2004).

Numerosos estudios han demostrado que la distribución espacial de la aves marinas está directamente influenciada por las características abióticas del hábitat oceánico, incluyendo temperatura, salinidad, turbulencia, vientos y surgencias, entre otros (Pocklington, 1979; Hunt y Schneider, 1987; Skov y Durinck, 2001). Un rol importante juega también la disponibilidad de alimentos (Ashmole, 1963; Birkhead y Furness, 1985; Weichler *et al.*, 2004). No obstante, Duffy (1989) postula que en el área de la Corriente de Humboldt, aunque es un importante área de alimentación, la composición de especies de aves marinas y la diversidad de técnicas utilizadas para el forrajeo, indican una atracción que opera en forma independiente a las fuentes de alimentación.

En términos espaciales, los ensambles de aves marinas han sido clasificados según un gradiente costa-océano, desde aves marinas costeras hasta aves marinas pelágicas, según donde obtienen su alimento. Las especies costeras forrajean en forma agrupada en zonas de costa en donde las presas son abundantes o se concentran principalmente en la superficie; las especies pelágicas se proyectan en vastas extensiones superficiales del océano interior (Shealer, 2002).

En la actualidad, el hábitat marino se encuentra fuertemente amenazado producto de los efectos de actividades antrópicas, entre las que destacan la contaminación y las interacciones con la actividad pesquera (Montevecchi, 2002; Heppel *et al.*, 2002; Pauly *et al.*, 2005, Birdlife, 2012). Tales interacciones afectan principalmente a aves pelágicas como



los albatros y otras especies marinas (Croxall *et al.*, 1998; Nel *et al.*, 2001; Sullivan *et al.*, 2006; Baker *et al.*, 2007). Esto ha traído como consecuencia que una mayor cantidad de especies de aves marinas pasen a categorías de estado de conservación más críticos a nivel global, lo que las convierte en el grupo de mayor vulnerabilidad en comparación a otros grupos de aves (Croxall *et al.*, 2012; Birdlife, 2012).

Estos antecedentes son preocupantes en un sentido ecológico debido a que las aves marinas ocupan los mayores niveles en las tramas tróficas (principalmente estos organismos son carnívoros secundarios o terciarios (Croxall, 1990) y carroñeros (Tasker y Reid, 1997), motivo por el cual operan como un componente clave para el correcto funcionamiento de los ecosistemas marinos (Furness, 1978; Furness y Camphuysen, 1997; Einoder, 2009). Además de la alta valoración que presenta su conservación per se, estas especies entregan información útil sobre las condiciones que se encuentra el medio marino (Boyd *et al.*, 2006; Piatt *et al.*, 2007; Parsons *et al.*, 2008), incluyendo la distribución de sus presas, las que constituyen la base de la pesca comercial (Frederiksen *et al.*, 2006), como también indicadores de contaminación (Braune *et al.*, 2005; Elliott *et al.*, 2005) y aparición de anomalías oceanográficas (Monaghan, 1996).

En 1997, Birdlife International generó un programa global para tratar las amenazas más significativas que afectan a los ecosistemas marinos, en especial a las aves marinas, ya que estas son capaces de volar sobre todos los mares y océanos del mundo, por lo que su conservación debe ser tratada en forma global. Actualmente, 87 especies de aves marinas, de un total de 350, a nivel mundial se encuentran en la categoría de “amenaza de extinción global”, lo que representa cerca de un 25 por ciento de las aves marinas presentes en el mundo (Croxall *et al.*, 2012). Debido a lo anterior, existe una preocupación mundial por resguardar estas aves de su mayor amenaza. No obstante, esto significa que cada país debe resolver sus problemas de conservación y realizar los estudios necesarios para revertir estos problemas.

En Chile se reconocen tres áreas de endemismos que concentran ensambles de aves marinas: a) Corriente de Humboldt, b) Islas oceánicas y c) Fiordos australes y zonas subantárticas (Schlatter y Simeone, 1999). De las anteriores, la más influyente en las costas de Chile es la Corriente de Humboldt, teniendo varios procesos de surgencias costeras y apariciones periódicas de los eventos del ENOS (El Niño Oscilación del Sur) (Camus, 2001). Los factores señalados influyen de manera considerable en la riqueza y abundancia del ensamble de aves marinas, especialmente en los niveles de endemismos observados (Murphy, 1936; Schlatter y Simeone, 1999). El ecosistema de la Corriente de Humboldt es uno de los más productivos a nivel mundial, que ha sido reconocido como un quiebre zoogeográfico entre las biotas marinas (zonas significativas que reflejan el patrón subyacente de discontinuidades entre las especies marinas) importantes para una serie de invertebrados marinos bentónicos (Brattstrom y Johanssen, 1983; Desqueyroux y Moyano, 1987; Camus, 2001) y también sostiene los mayores niveles extractivos de pesquería a nivel mundial (Idyll, 1973).

En el mar presencial chileno es posible encontrar 109 especies de aves marinas de un total de 462 reconocidas para Chile (Araya *et al.*, 1995), lo que representa un 24% del total de

aves presentes en todos los ambientes de nuestro país. De éstas, al menos 20 están catalogadas en alguna categoría de amenaza a nivel nacional (D.S.N°05, 1998). A nivel nacional, la V región de Valparaíso presenta la mayor diversidad de aves marinas, con 106 especies (Vilina y Pizarro, 2008). Ésta es un área de gran relevancia para las aves marinas de Chile, ya que contiene las colonias reproductivas más importantes, posee la presencia de varias aves en estado de amenazas (Vilina y Pizarro, 2008) y es una vía importante de aves migratorias que anidan en Australia y Nueva Zelanda, así como en islas antárticas y subantárticas del Atlántico Sudoriental (Moreno y Arata, 2008).

La hipótesis central de esta investigación tiene esta forma:

H<sub>0</sub>: La distribución espacial de la riqueza y abundancia de aves marinas es homogénea a lo largo de la gradiente costa–océano.

H<sub>1</sub>: Existe una zona en la gradiente costa–océano donde hay una mayor riqueza o abundancia de individuos de aves marinas.

El objetivo general de esta investigación es:

Determinar la dinámica espacial de la riqueza y abundancia de aves marinas con problemas de conservación en la Bahía de Valparaíso, Chile central.

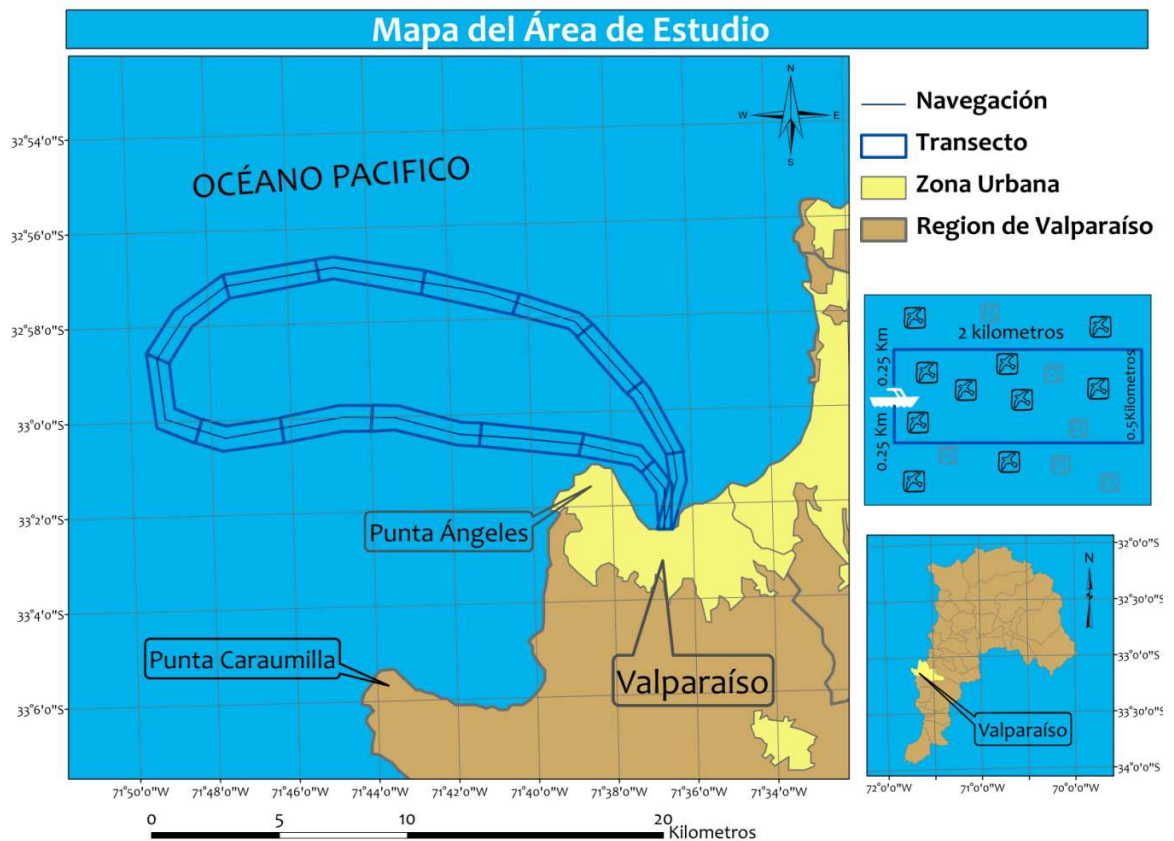
Los objetivos específicos son:

- Determinar la riqueza y abundancia relativa de especies de aves marinas.
- Determinar la existencia de patrones de distribución espacial en una gradiente costa-océano de las especies de aves marinas.

## MATERIALES Y MÉTODO

### Área de estudio

Los muestreos se desarrollaron en la Bahía de Valparaíso, (33°S, 71° W) (Figura 1), hasta aproximadamente 10 millas náuticas mar adentro (17 kilómetros), pasando por Punta Ángeles. Esta zona está cercana a Punta Curaumilla, un reconocido centro de surgencia costera en la costa de Chile Central (Johnson *et al.*, 1980; Fonseca y Farías, 1987; Silva y Valdenegro, 2003). Aquí se registran importantes focos de productividad primaria y concentraciones de peces pelágicos, como sardina española (*Sardinops sagax*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) (Fonseca y Farías, 1987). Estos factores hacen que la zona de estudio sea de alto interés por su potencial como área de concentración de aves y mamíferos marinos por su disponibilidad de alimento.



**Figura 1.** Área de estudio y ruta de navegación del área de estudio.

## Conteo de Aves en el Mar

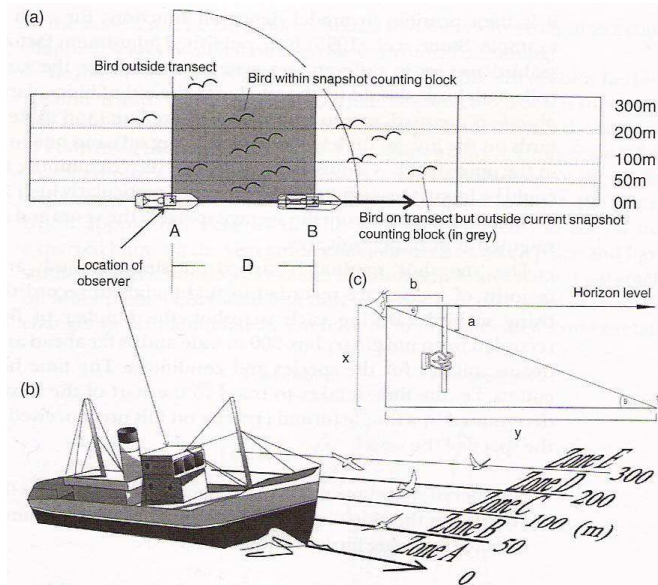
El protocolo de trabajo corresponde al método estandarizado para los mares del noroeste de Europa y costa oeste de Norteamérica, donde es conocido como el programa SAS (Seabirds At Sea) realizándose de manera ininterrumpida en esas áreas desde 1979 (Garthe y Hüppop, 1996). Los protocolos detallados de este método y sus modificaciones se pueden encontrar en numerosas publicaciones (Tasker *et al.*, 1984; Webb y Durinck, 1992; Becker *et al.*, 1997; Bibby *et al.*, 2000; Camphuysen y Garthe, 2001) y en Chile comenzó a ser aplicada en 1999 en la zona costera de Coquimbo (Weichler *et al.*, 2004; Villablanca *et al.*, 2007) y en Valparaíso desde 2006 por el Proyecto SAS-UNAB.

Las aves marinas fueron contadas a lo largo de un transecto (banda de ancho fijo) frente a la costa de la Bahía de Valparaíso, tanto de ida como de regreso, tal como se indica en la Figura 1. Los conteos fueron realizados mensualmente desde una lancha de turismo con una potencia de 120 HP y 7 m. de eslora. La velocidad de navegación se mantuvo constante entre 6 y 7 nudos ( $10$  y  $12 \text{ km.h}^{-1}$ ). A tal velocidad y considerando una duración total del viaje de 3 horas (1,5 de ida y 1,5 de regreso), se recorren distancias de hasta 10 millas desde la costa, sin salir de la plataforma continental. Todos los transectos se realizaron en condiciones de mar Beaufort 4 o menos, entre las 10:00 y 14:00 hrs.

El recuento de aves marinas fue realizado utilizando la ayuda de binoculares (10X42). Las aves posadas en el mar fueron contadas continuamente en un transecto de 250 m de ancho a ambos lados del bote (babor y estribor) y 250 m hacia delante de la embarcación. Si bien las metodologías recomiendan bandas de conteo de 300 m (como se muestra en la Figura 2), la baja altura de la embarcación que se utilizó hace recomendable reducir la extensión de las bandas de conteo. Las aves volando fueron contadas instantáneamente al comienzo de cada minuto de navegación (Método “Snap-Shot”) dentro del transecto definido. El conteo instantáneo se utiliza para evitar la sobrestimación de las aves volando (Tasker *et al.*, 1984). Todas las aves fueron identificadas a nivel de especie y registradas en una planilla ad-hoc. La información de posición fue tomada mediante GPS, lo que permitió determinar la velocidad media de la embarcación.

### Grupo Objetivo

Si bien se realizaron conteos de todas las aves marinas presentes, para este estudio se consideraron sólo aquellas especies que se encuentren clasificadas en alguna de las siguientes categorías de conservación, de acuerdo a los criterios de la Lista Roja de la UICN (Birdlife 2012): En peligro crítico, en peligro, vulnerable y casi amenazada. Estas especies son las que poseen un mayor riesgo de disminución por su estado de conservación, siendo este conocimiento completo y fiable, comparado con cualquier grupo de organismos marinos (Vie *et al.*, 2008), ya que son excepcionalmente bien estudiadas (Schreiber y Burger, 2002).



**Figura 1.** Ilustración del método estándar para el conteo de aves marinas desde una embarcación. (Modificado de Webb y Durinck, 1992; Bibby *et al.*, 2000).

### Análisis de Datos

Los datos que se utilizaron se obtuvieron del Proyecto SAS-UNAB, el cual tiene una base de datos desde el año 2006. La autora de esta tesis ha participado de manera activa en la toma de datos desde el año 2009 a la fecha. Los análisis de datos y estadísticos se desarrollaron con el software R-project y XLSTAT 2010.

Para determinar la riqueza y abundancia relativa de especies de aves marinas, se identificaron las diferentes especies observadas dentro de los transectos descritos. Como estimador de la abundancia se calculó la densidad de los individuos. Para estos, los valores de abundancia fueron agrupados en tramos de  $1 \text{ km}^2$ , área que se cubría cada 10 o 12 minutos, dependiendo de la velocidad media de la trayectoria de cada mes (teniendo una dimensión aproximada de 0,5 km. de ancho x 2 km de largo, ver Figura 1) con una velocidad que fluctuó entre  $10 \text{ y } 12 \text{ km.h}^{-1}$ .

Para evaluar la componente espacial se calcularon las distancias a la costa de cada transecto mediante el software ArcGis 9.3, identificando niveles de ensamblajes a diferentes tramos de la gradiente costa-océano.

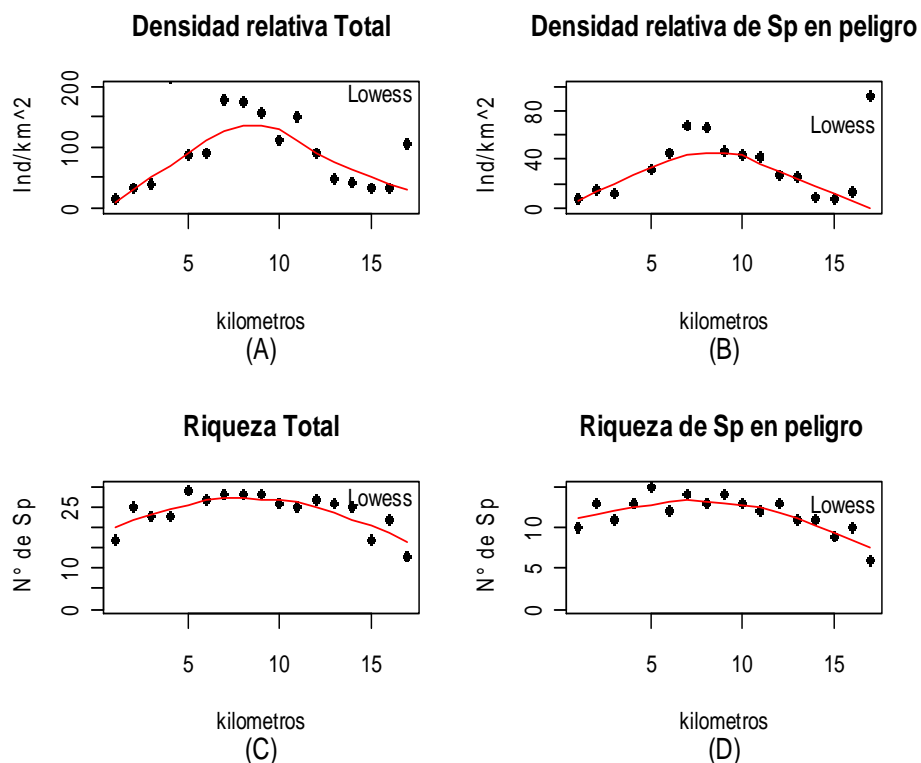
Se utilizó el nombre científico para referirse a cada especie, presentándose los nombres comunes y en inglés en el anexo 1, como también los códigos internacionales. La sistemática y nomenclatura utilizadas en este estudio siguen a Araya y Millie (1986).

Se empleó los Test de Shapiro y de Kolmogorov-Smirnov para estudiar la distribución de

los datos de las variables transformadas a la forma  $\text{Log}(X+1)$ , donde  $X$  es la densidad relativa o riqueza según sea el caso. Los datos de abundancia y riqueza no provienen de una población normalmente distribuida, obteniendo  $P = 2,20 \cdot e^{-16}$  para el test de Shapiro y para el test de Kolmogorov-smirnov  $P = 1,34 \cdot e^{-14}$  ( $p < 0,05$ ).

Se calculó la curva suavizada Lowess del total de los datos y de los datos de las especies en alguna categoría de amenaza para la variable espacial (Figura 3), la cual realiza un ajuste localmente lineal y cuadrático, para visualizar y comparar la tendencia principal del ensamble completo con el grupo de especies objetivo. Se observó que las curvas son similares en su forma, trayectoria y tendencia entre los dos grupos, por lo que se analizó con la misma distribución el sub grupo de las especies en peligro de conservación que el grupo del ensamble completo de la Bahía de Valparaíso, utilizando estadística no paramétrica.

### Tendencia Espacial



**Figura 3.** Tendencia espacial de la densidad y riqueza, basada en la función suavizada Lowess.

Con el fin de examinar el comportamiento de la densidad relativa de cada especie se calculó la frecuencia de ocurrencia, la cual nos sugiere la probabilidad de avistamiento de cada especie, y la densidad media.

Para identificar la existencia de patrones de distribución espacial en una gradiente costa-oceano de las especies de aves marinas, se analizó la variable espacial en dos partes, riqueza y densidad. Se inició con un análisis exploratorio, el cual nos ayuda a observar las existencias de conglomerados en cada variable. Posteriormente, se realizó una ratificación de los grupos formados por los análisis de clasificación, con una técnica multivariada que es representada en una gráfica la ordenación de cada patrón. Así, con los esquemas validados, se hizo una caracterización del ensamble de cada grupo junto con un análisis estadístico de cada especie.

### **Análisis Exploratorio: Patrones en la riqueza y densidad relativa**

A partir de la riqueza (presencia – ausencia) y densidad relativa longitudinal promedio para las especies objetivo de este estudio, se ejecutaron los análisis de clasificación jerárquicas aglomerativas y de K-medias (clasificación no jerárquica) (Legendre, 1998), lo que permitió visualizar patrones de agrupación espacial. La aplicación de los dos análisis permite validar los patrones de agrupación encontrado, comparando así los resultados producidos por los diferentes algoritmos de clasificación, priorizando los resultados del análisis de clasificación jerárquica.

En los análisis de clasificación jerárquica se emplearon distancias distintas para cada variable. Para la riqueza se utilizó el coeficiente de afinidad de Jaccard (J) y para abundancia se empleó la distancia de Morisita & Horn (MH). Efectuando la aglomeración de estas distancias, según la estrategia de fusión “complete” el cual agrupa el vecino más alejado, resultando un “cluster” de los sitios más similares.

El Coeficiente de similitud de Jaccard se basa en datos binarios y su intervalo de valor va de 0 (cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios) hasta 1 (cuando los dos “sitios”, tienen la misma composición o comportamiento). Este coeficiente se encuentra descrito por la siguiente formula matricial:

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde

a = Número de especies presentes en el sitio A

b = Número de especies en el sitio B

c = Número de especies en ambos sitios (A y B)

El índice de Morisita – Horn posee la capacidad de manejar diferentes tamaños de la muestra (Krebs, 1999; Anderson y Millar, 2004), y al igual que el índice anterior su valor fluctúa entre 0 y 1 representando en mismo significado (Moreno, 2001), operando de la siguiente fórmula:

$$MH = \frac{2 \sum (a_n i \times b_n j)}{(da + db) aN \times bN}$$

Donde

$a_n i$  = número de individuos de la  $i$ -ésima especie en el sitio A

$b_n j$  = número de individuos de la  $j$ -ésima especie en el sitio B

$$da = \sum \frac{a_n i^2}{aN^2}$$

$$db = \sum \frac{b_n j^2}{bN^2}$$

Para el análisis de K-medias (Legendre, 1988), que considera las medias de cada variable en cada grupo como centroide, obtiene el número de grupos (K) por segmentación y fue designado a partir de la solución encontrada en los dendrogramas espaciales (según sea el análisis de riqueza o densidades relativas), así como también la técnica aglomerativa de enlace, que en el caso de los “clúster” fue el método “Complete”. Se establece un número máximo de 20 iteraciones y un criterio de convergencia igual a un 0,02 (Vivanco, 1999). Las distancias utilizadas son Índice de Jaccard para riqueza y el Coeficiente de Morisita & Horn para la densidad relativa al igual que lo efectuado en el análisis de clasificación jerárquica.

### **Técnica Multivariada**

Para reafirmar el análisis de clasificación de los patrones se efectúa un análisis de escalamiento multidimensional no métrico, que es un método de ordenación adecuado para datos que no son normales, el cual está basado en los patrones de cada variable, observándose un grado de división en el espacio dimensional en cada patrón, llevándose a cabo el análisis según la Matriz de Similaridad (Clarke, 1993; Clarke y Warwick, 2001). Para la variable riqueza se utilizó el Índice de Jaccard y para la densidad relativa el Coeficiente de Bray-Curtis. El algoritmo de esta técnica corresponde a un procedimiento de optimización iterativo, por lo tanto, fue repetido 1000 veces con el fin de obtener la mejor solución de acuerdo al Coeficiente de “Stress” asociado a esta técnica (Clarke y Warwick, 2001). La forma de cálculo es la siguiente:



$$"Stress" = \sqrt{\frac{\sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2}{\sum_j \sum_k d_{jk}^2}}$$

Donde

$d_{jk}$  = distancia entre los puntos j-ésimo y k-ésimo de la muestra.

$\hat{d}_{jk}$  = distancia predicha de la línea de regresión ajustada de la disimilaridad  $\delta_{jk}$  de coef de Jaccard y Bray –Curtis.

La mejor solución de la ordenación puede interpretarse de acuerdo a la siguiente regla práctica:

“Stress” < 0,05 Existe una excelente representación gráfica.

“Stress” < 0,1 Corresponde a una buena ordenación.

“Stress” < 0,2 Aún corresponde a una ordenación potencialmente útil.

“Stress” > 0,2 Los puntos están ubicados aleatoriamente en el espacio de ordenación.

### **Caracterización de los Patrones Espaciales.**

Para caracterizar los patrones de la variable riqueza se calculó la presencia de ocurrencia de cada especie en cada periodo o tramo, observándose la composición específica de cada conglomerado. Como una manera de comparación de la estructura comunitaria se estimó el Índice de Margalef (1958), la cual se calcula de la siguiente manera:

$$Mg = \frac{(s-1)}{\ln N}$$

Donde

s = el número de especies presentes

N = el número total de individuos encontrados

Para la identificación de la variable densidad relativa, en cada patrón se calculó la densidad media y el porcentaje de la densidad relativa media de cada grupo espacial, comparándolas con el Índice de Shannon – Wiener (Krebs, 1999):

$$H' = -\sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \times \log_2 \times \frac{n_i}{N}$$

Donde

s = número de especies

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$

N = número de todos los individuos de todas las especies.

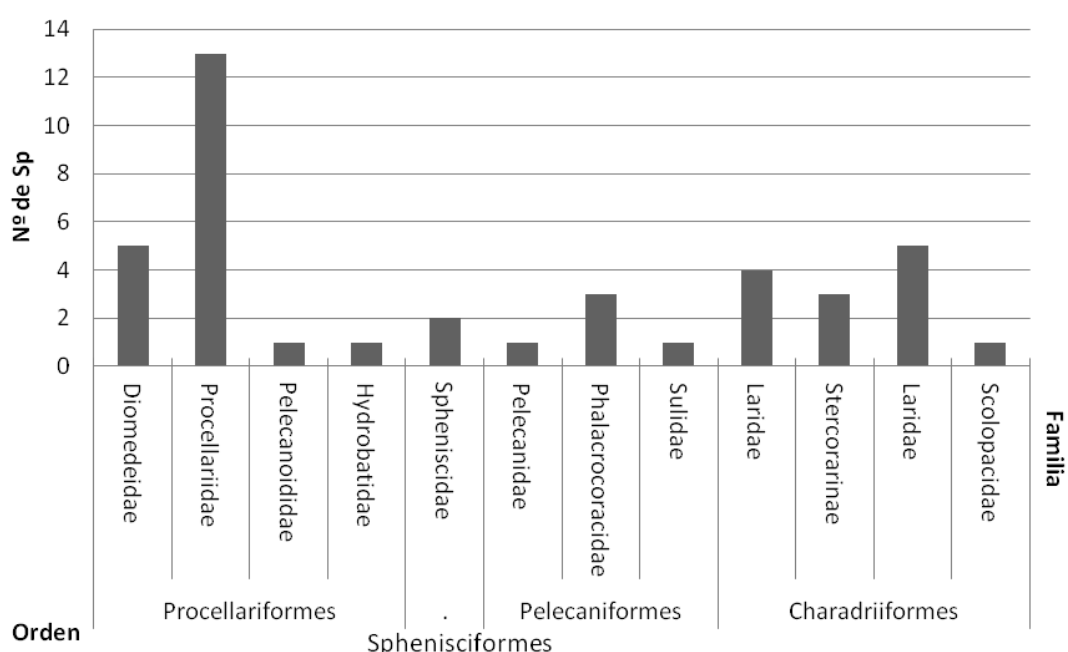
### **Análisis Estadístico**

Se emplearon métodos no paramétricos para evaluar la existencia de diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la abundancia relativa longitudinal para cada grupo espacial, desarrollando el test de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis (Zar, 1999) para cada especie, donde se verificaron diferencias en la procedencia de los datos y el test de comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Dunn (1964), el cual identifica las diferencia entre cada tratamiento. Estos métodos se realizaron para reafirmar estadísticamente los resultados de densidad (densidad relativa media y abundancia).

## RESULTADOS

### Caracterización Del Ensamble

El ensamble de aves marinas de la Bahía de Valparaíso presentó 40 especies de aves marinas entre los años 2006 y 2009. De éstas, el 50% (20 sp) fueron del orden Procellariiformes, 5% del orden Sphenisciformes, 13% del orden Pelecaniformes y un 32% del orden Charadriiformes (Figura 4).



**Figura 4.** Gráfico del número de especies de cada familia según orden.

### Grupo Objetivo

El 50% (20sp) del total de las especies presentes en el conteo se encuentra en alguna categoría de amenaza según UICN 2011 (Ver anexo 1). Las especies *Diomedea sanfordi*, y *Pterodroma externa* fueron sacadas del análisis, ya que se avistaron en muy baja frecuencia de ocurrencia (6 avistamientos). Además, se eliminó del análisis la especie *Thalassarche chrysostoma* y *Pterodroma defilippiana* con un solo avistamiento en todo el estudio, siendo estas especie catalogadas como oceánicas, que rara vez entran a la plataforma continental (Croxall y Prince, 1980; Ainley y Boekelheide, 1983; Duffy, 1989). En síntesis, se analizaran el 40% de las especies (16sp) totales que se encuentran en alguna categoría de amenaza, como especies en problema de conservación.

Las frecuencias de ocurrencia y densidades mensuales para cada especie incluida en el estudio se indican en la tabla 1. Las especies más frecuentes (>30%) fueron *P. griseus*, *P.thagus* y *P.garnotii*, mientras que las más abundantes (>2 ind/km<sup>2</sup>) fueron *P.griseus*, *P.garnotii* y *P.creatopus*.

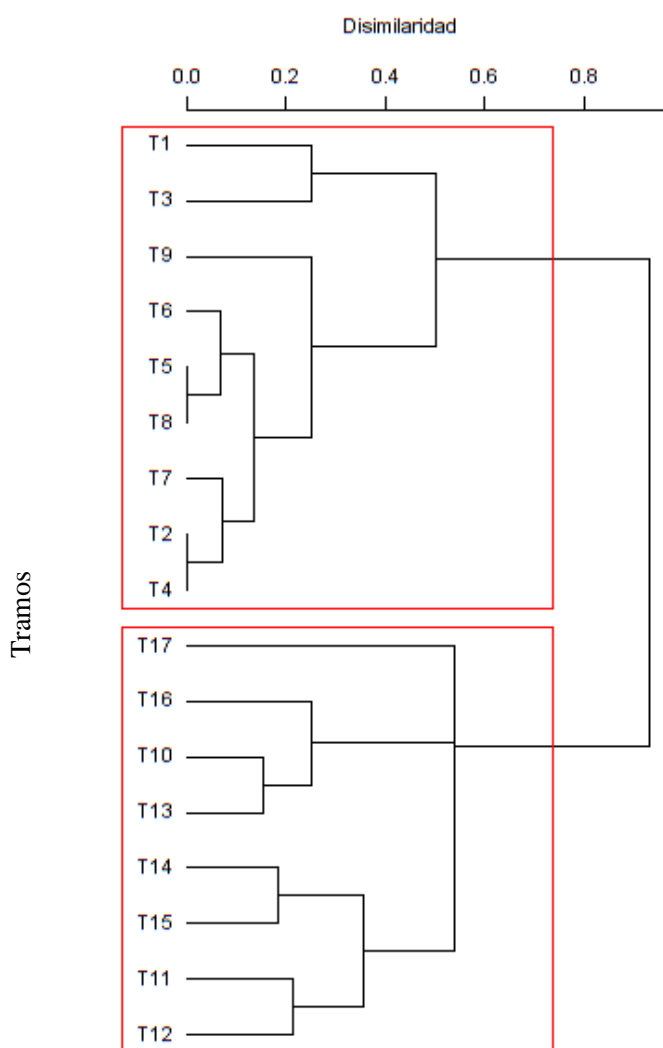
**Tabla 1.** Frecuencia (%) de ocurrencia mensual y densidad mensual media ( $\pm$  Error estándar), de cada especie en alguna categoría de amenaza (n= 54 muestreos).

Especies	frecuencia de ocurrencia	Abundancia media $\pm$ ES
1 <i>Puffinus griseus</i>	46.7	42.99 $\pm$ 6.84
2 <i>Pelecanus thagus</i>	33.5	1.48 $\pm$ 0.14
3 <i>Pelecanoides garnotii</i>	31.7	2.54 $\pm$ 0.44
4 <i>Procellaria aequinoctialis</i>	24.6	1.14 $\pm$ 0.22
5 <i>Spheniscus magellanicus</i>	20	1.14 $\pm$ 0.21
6 <i>Puffinus creatopus</i>	18.5	4.23 $\pm$ 1.74
7 <i>Larosterna inca</i>	17.4	0.55 $\pm$ 0.1
8 <i>Thalassarche melanophrys</i>	17.3	0.28 $\pm$ 0.03
9 <i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	13.6	0.7 $\pm$ 0.15
10 <i>Thalassarche salvini</i>	11.3	0.17 $\pm$ 0.02
11 <i>Spheniscus humboldti</i>	10.3	0.39 $\pm$ 0.07
13 <i>Phalacrocorax gaimardi</i>	3.1	0.04 $\pm$ 0.01
14 <i>Sterna elegans</i>	2.9	0.04 $\pm$ 0.01
15 <i>Procellaria westlandica</i>	2.2	0.02 $\pm$ 0.01
16 <i>Thalassarche bulleri</i>	1	0.0095 $\pm$ 0
17 <i>Diomedea sanfordi</i>	0.8	0.0082 $\pm$ 0
18 <i>Puffinus bulleri</i>	0.5	0.0095 $\pm$ 0.01
19 <i>Thalassarche chrysostoma</i>	0.1	0.0014 $\pm$ 0
20 <i>Pterodroma defilippiana</i>	0.1	0.0014 $\pm$ 0
21 <i>Pterodroma externa</i>	0.1	0.0014 $\pm$ 0

### Riqueza

En la Figura 5 se observa el patrón espacial producido por la distancia de Jaccard, aplicada a la riqueza de especies según la distancia a la costa. Aquí se aprecian dos grupos relativamente estables en términos de tipología, niveles de fusión y de posición de las unidades de organización espacial. Unos de los grupos están conformados por los primeros 9 kilómetros de la costa, mientras que el segundo conglomerado está compuesto por los últimos kilómetros. Los dos grupos poseen aglomeraciones con una alta similitud

coincidiendo espacialmente.



**Figura 5.** Dendrograma Espacial basado en la riqueza de especie, según la distancia de Jaccard. T1: 0 a 0,9 km; T2: 1 a 1,9 km; T3: 2 a 2,9 km; T4: 3 a 3,9 km; T5: 4 a 4,9 km; T6: 5 a 5,9 km; T7: 6 a 6,9 km; T8: 7 a 7,9 km; T9: 8 a 8,9 km; T10: 9 a 9,9 km; T11: 10 a 10,9 km; T12: 11 a 11,9 km; T13: 12 a 12,9 km; T14: 13 a 13,9 km; T15: 14 a 14,9 km; T16: 15 a 15,9 km; T17: >16 km.

Los resultados del análisis de clasificación no jerárquica de K-medias (Tabla 2) suponen dos grupos los cuales coinciden con el análisis anterior. La única incongruencia está en T10, en la cual para k-medias se encontraría aglomerada en el grupo 2 (grupo de los primeros kilómetros) y en la clasificación jerárquica se encontraría en el grupo de los últimos kilómetros de la costa.

**Tabla 2.** Análisis de K- medias basado en la riqueza de especies en peligro de conservación.

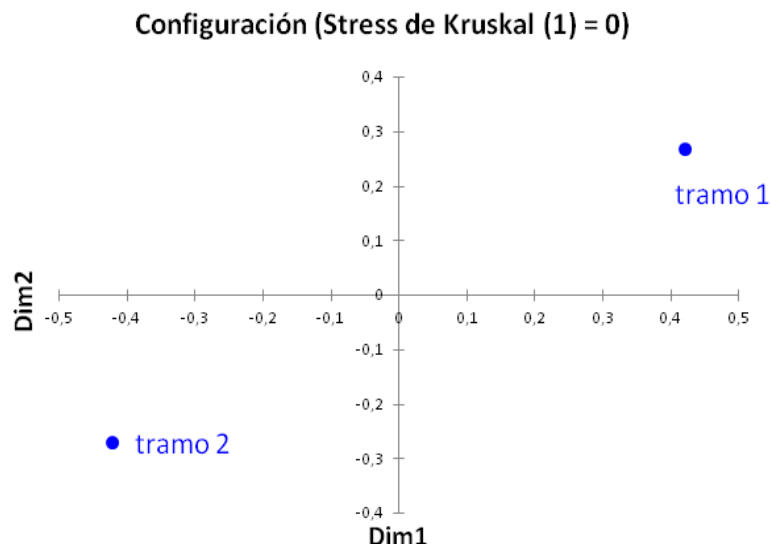
K-medias	Tramo Kilometro	Dist	K-medias	Tramo kilometro	Dist	
Grupo 1	T 11	T 15	Grupo 2	T 1	T 5	2,599
	T 12	T 16		T 2	T 6	
	T 13	T 17		T 3	T 7	
	T 14			T 4	T 8	

T1: 0 a 0,9 km; T2: 1 a 1,9 km; T3: 2 a 2,9 km; T4: 3 a 3,9 km; T5: 4 a 4,9 km; T6: 5 a 5,9 km; T7: 6 a 6,9 km; T8: 7 a 7,9 km; T9: 8 a 8,9 km; T10: 9 a 9,9 km; T11: 10 a 10,9 km; T12: 11 a 11,9 km; T13: 12 a 12,9 km; T14: 13 a 13,9 km; T15: 14 a 14,9 km; T16: 15 a 15,9 km; T17: >16 km.

Complementado los resultados de los dos análisis, se efectuó una agrupación en dos conglomerados. El tramo 1 que fusiona los primeros datos de los 9 primeros kilómetros de la costa y el tramo 2 que une los últimos kilómetros de la costa, desde el kilómetro 9 al 17 (T10 a T17).

### Técnica multivariada

En la Figura 6 se grafica el resultado del escalamiento multidimensional no métrico (MDS), el cual ratifica la diferencia de cada grupo con una distancia apropiada en el espacio y un índice adecuado de stress.



**Figura 6.** Gráfica del escalamiento multidimensional no métrico de la riqueza de cada grupo. Tramo 1: de 0 a 8,9 km y tramo 2: de 9 a 16,9 km.

### Composición Específica de Cada Conglomerado

Trece de las dieciséis especies objetivas, estuvieron en todo el tramo costa – océano, siendo *T. bulleri* exclusiva de los últimos tramos (9 a 17 km); *P. bulleri* y *P. gaimardi* estuvieron ausentes del último tramo. De las especies presentes en todo el tramo costa-océano, se observan patrones de comportamiento de ocurrencia similares. El primer grupo compuesto por *S. humboldti*, *S. magellanicus*, *P. thagus*, *P. bougainvillii*, *Sterna elegans* y *Larosterna inca* posee mayor frecuencia de ocurrencia en el tramo de más afuera. El segundo grupo poseen mayor frecuencia de ocurrencia de *T. salvini*, *T. melanophrys*, *P. aequinoctialis*, *P. westlandica*, en los últimos kilómetros, observando especies que se encuentran en los dos grupos, estas son *P. creatopus*, *P. griseus* y *P. garnotii* (Tabla 3).

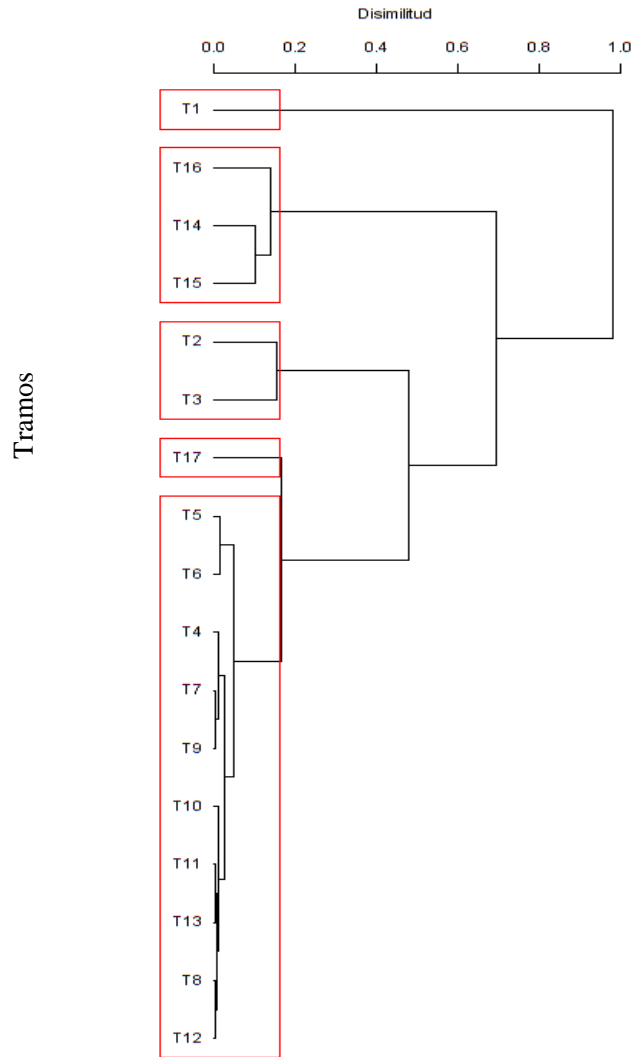
Comparando estos dos grupos según su índice de diversidad de Margalef, se observa que el Grupo 1 tiene una mayor diversidad que el Grupo 2 (Tabla 3).

**Tabla 3.** Frecuencia de ocurrencia de cada especie y Coeficiente de Margalef.

Especie	Grupo 1 (0-8,99 km)	Grupo 2 (9-16,9 km)
	Frecuencia ocurrencia	Frecuencia ocurrencia
<i>Thalassarche salvini</i>	3,7	23,3
<i>Thalassarche bulleri</i>	0	2,9
<i>Thalassarche melanophrys</i>	13,6	25,1
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	16,2	34,1
<i>Procellaria westlandica</i>	1,4	3,5
<i>Puffinus creatopus</i>	12,7	17,3
<i>Puffinus griseus</i>	45,2	50,2
<i>Puffinus bulleri</i>	0,2	0
<i>Pelecanoides garnotii</i>	34,2	37,7
<i>Spheniscus humboldti</i>	15	2,3
<i>Spheniscus magellanicus</i>	19,4	5,3
<i>Pelecanus thagus</i>	42,3	19,1
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	3,7	0
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	17,1	0,5
<i>Sterna elegans</i>	4,3	1,1
<i>Larosterna inca</i>	20	2,3
Margalef	5,4	4,6

### Densidad Relativa

En el análisis de clasificación jerárquica de densidad relativa se observan cinco grupos principales (Figura 7).



**Figura 7.** Dendrograma espacial basado en la distancia a la costa de la densidad relativa. T1: 0 a 0,9 km; T2: 1 a 1,9 km; T3: 2 a 2,9 km; T4: 3 a 3,9 km; T5: 4 a 4,9 km; T6: 5 a 5,9 km; T7: 6 a 6,9 km; T8: 7 a 7,9 km; T9: 8 a 8,9 km; T10: 9 a 9,9 km; T11: 10 a 10,9 km; T12: 11 a 11,9 km; T13: 12 a 12,9 km; T14: 13 a 13,9 km; T15: 14 a 14,9 km; T16: 15 a 15,9 km; T17: >16 km.



En la Tabla 4 se observa aglomeraciones coherentes con el análisis anterior, validando los patrones espaciales.

**Tabla 4.** Análisis de K- medias basado en la distancia de Morisita – Horn de la densidad relativa

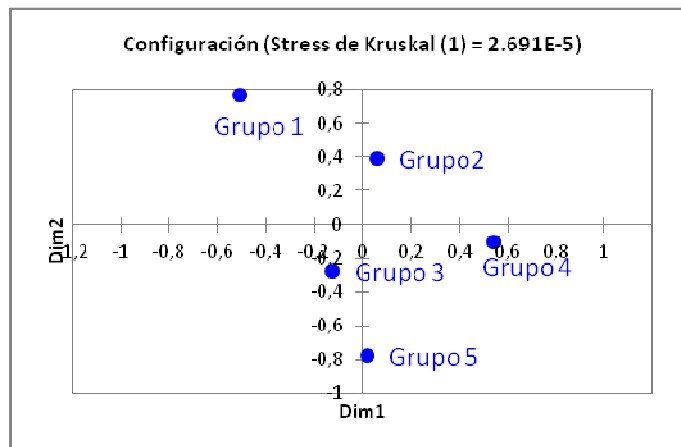
K-medias	Tramo - Km	Dist	K-medias	Tramo - km	Dist	K-medias	Tramo - km	Dist
Grupo 1	T4	T15	Grupo 2	T1	1,40	Grupo 3	T5	T10
	T7	T16		T2			T11	
	T14	T17		T3			T12	1,55
							T9	T13

T1: 0 a 0,9 km; T2: 1 a 1,9 km; T3: 2 a 2,9 km; T4: 3 a 3,9 km; T5: 4 a 4,9 km; T6: 5 a 5,9 km; T7: 6 a 6,9 km; T8: 7 a 7,9 km; T9: 8 a 8,9 km; T10: 9 a 9,9 km; T11: 10 a 10,9 km; T12: 11 a 11,9 km; T13: 12 a 12,9 km; T14: 13 a 13,9 km; T15: 14 a 14,9 km; T16: 15 a 15,9 km; T17: >16 km.

Resumiendo los dos análisis, se plantearon cinco grupos, dándole prioridad al resultado de la clasificación jerárquica, ya que el análisis de k-medias posee clases no anidadas y difusivas, en cambio las jerárquicas son anidadas y aglomerativas. Dejando el primer grupo establecido solo por el primer kilómetro (0 a 1 km), el grupo 2 es integrado por T2 y T3 (1 a 2,9 km), seguido por el tercer grupo compuesto por T4 al T13 (3 a 13 km), el grupo 4 que está constituido T14 aT16 (13 a 16 km) y por último el grupo 5 está formado solo por T17 (16 a 17 km).

### Técnica multivariada

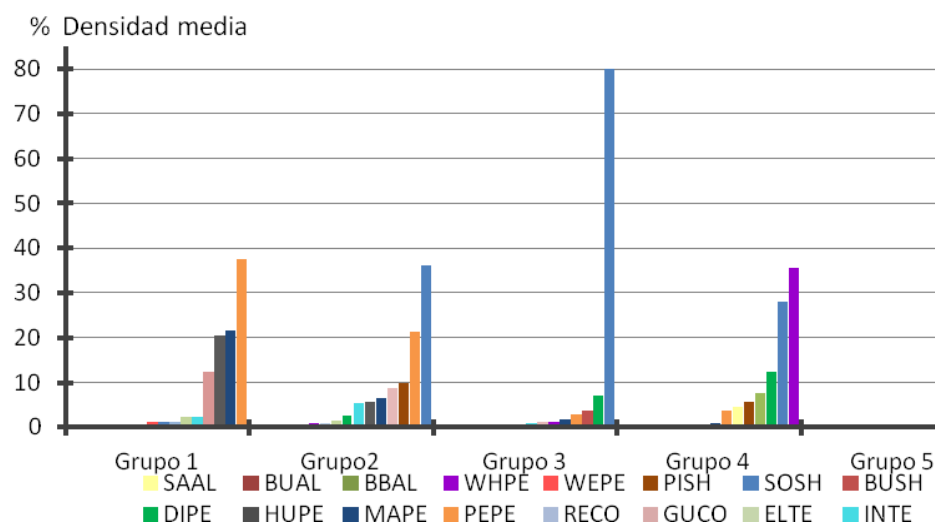
En la Figura 8, se reafirma la acción aglomerativa reflejada de los análisis clúster, ya que los grupos se encuentran a una distancia prudente en el espacio para tener una diferencia significativa entre ellos.



**Figura 8.** Gráfica del escalamiento multidimensional no métrico de la densidad relativa de cada grupo. Grupo 1: 0 a 1 km; Grupo 2: 1 a 2,9 km; Grupo 3: 3 a 13 km; Grupo 4: 13 a 16 km; Grupo 5: 16 a 17 km.

### Densidad relativa media y composición específica.

En la figura 9 se observa la abundancia media porcentual de cada especie en los distintos grupos según distancia a la costa.



**Figura 9.** Gráfico de la densidad relativa media porcentual de cada especie por cada Grupo espacial. Grupo 1: 0 a 1 km; Grupo 2: 1 a 2,9 km; Grupo 3: 3 a 13 km; Grupo 4: 13 a 16 km; Grupo 5: 16 a 17 km.

La diversidad de Shannon – Winner para cada grupo se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Índice de Shannon – Winner de cada grupo espacial.

	Grupo 1 (0-0,9 km)	Grupo 2 (1-2,9 km)	Grupo 3 (3 a 13 km)	Grupo 4 (13-16 km)	Grupo 5 (16-17 km)
Shannon - Winner	1,61	1,89	0,89	1,73	0,88

### Análisis de varianza espacial

Seis de las 16 especies presentaron un comportamiento homogéneo en sus abundancias en el gradiente costa – océano (Tabla 6). Otras 5 especies poseen un proceder similar en los grupos 1-2, diferenciándose de los grupos más alejados (3-5). *Spheniscus humboldti* tiene diferencia en los primeros kilómetros, comportándose similar en los tramos de más afuera. El grupo compuesto por *P. thagus*, *P. gaimardi*, *P. bougainvilli* y *S. elegans* posee la misma conducta, observándose dos comportamientos marcadamente diferentes, el de los primeros kilómetros (Grupo 1 y 2) y el de los 3 a los 17 kilómetros.

**Tabla 6.** Test de Kruskal – Wallis para cada especie, y Test de Dunn comparando cada grupo para cada especie.

Especie	P-valor ( $\alpha=0,05$ )	Comparación múltiple de Dunn				
		Grupo 1	Grupo2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
<i>Thalassarche salvini</i>	< 0,0001	A	A	A	B	B
<i>Thalassarche bulleri</i>	0,011	A	A	A	A	A
<i>Thalassarche melanophrys</i>	< 0,0001	A	A	A	B	C
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	< 0,0001	A	A	A	B	C
<i>Procellaria westlandica</i>	0,408	A	A	A	A	A
<i>Puffinus creatopus</i>	0,056	A	A	A	A	A
<i>Puffinus griseus</i>	< 0,0001	A	A	B	B	B
<i>Puffinus bulleri</i>	0,984	A	A	A	A	A
<i>Pelecanoides garnotii</i>	< 0,0001	A	A	B	B	AB
<i>Spheniscus humboldti</i>	0,000	B	A	A	A	A
<i>Spheniscus magellanicus</i>	0,220	A	A	A	A	A
<i>Pelecanus thagus</i>	< 0,0001	B	B	A	A	A
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	< 0,0001	AB	B	A	A	A
<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	< 0,0001	B	B	B	A	AB
<i>Sterna elegans</i>	< 0,0001	AB	B	A	A	A
<i>Larosterna inca</i>	0,056	A	A	A	A	A

Grupo 1: 0 a 1 km; Grupo 2: 1 a 2,9 km; Grupo 3: 3 a 13 km; Grupo 4: 13 a 16 km; Grupo 5: 16 a 17 km.

## DISCUSIÓN

Aunque es relativamente poco el número de aves marinas a nivel mundial (350 especies, es decir el 3,5% de todas las aves del mundo), este grupo se encuentran en todos los océanos del planeta, por lo que la importancia para su conservación cobra mayor interés en forma global como también local (Birdlife, 2012). Estas aves se ven cada vez más amenazadas dentro de los diferentes grupos taxonómicos de aves, presentando una mayor tasa de agregación de especies a categorías de amenaza (Croxall *et al.*, 2012).

Es por esto que en este estudio, se analizaron sólo las especies que poseen una categoría de amenaza más crítica (i.e. casi amenazada, vulnerable, en peligro), ya que son las que poseen una mayor necesidad de asegurar su supervivencia y para ello es necesario desarrollar información relevante acerca de sus patrones espaciales de concentración en localidades determinadas que incluyan sus rutas de migración y áreas de alimentación.

Al congregar sólo a las aves que poseen una categoría de amenaza, no podremos observar ni concluir asociaciones biológicas o ecológicas en la comunidad de manera global, ya que el grupo objetivo de este trabajo es un “grupo artificial”, creado por el autor en base a las categorías de la UICN, por lo que sólo se pueden encontrar diferentes períodos del año y áreas de la gradiente costa-océano para las especies con estas características concretas (i.e. pertenecer al 50% del total de las aves contempladas en este estudio)

Los resultados permiten corroborar y aceptar la hipótesis alternativa central de esta investigación, la cual está relacionada con la distribución espacial de la densidad y riqueza de las aves marinas amenazadas en la costa de Valparaíso. De este modo se pudo comprobar la existencia de zonas con estructuras y densidades distintas de aves en el gradiente costa – océano. Esta hipótesis se logró aceptar al conseguir definir tramos de comportamiento similar de riqueza y densidad media de individuos.

Estos patrones espaciales que se observan en la estructura, abundancia y composición del ensamble de aves amenazadas pueden deberse a varios factores, siendo a menudo limitada la distribución espacial por los recursos alimenticios (Springer, 1991; Hyrenbach *et al.*, 2002). La existencia de distintas técnicas de forrajeo es un factor importante, ya que las aves utilizan diferentes zonas de las cuales obtienen su alimento, caracterizándose como aves costeras o pelágicas (Hunt *et al.*, 1993; Nel *et al.* 2001). Esto es válido particularmente durante la temporada de cría, cuando las aves marinas deben volver periódicamente al nido para asumir tareas de incubación o alimentar a los polluelos. Sin embargo, en otros momentos del año (i.e. fuera de la época reproductiva), cuando las aves son libres de buscar su alimento en grandes extensiones del océano, se observa un comportamiento más oportunista y flexible en su dieta y rangos de alimentación (Ainley *et al.* 1996; Montevecchi y Myers, 1996; Schreiber, 2002).

Esto último es la situación de la bahía de Valparaíso, ya que en la zona no se reproduce ninguna de las especies estudiadas, por lo que las especies utilizan el área como fuente de alimentación, ya que está cercana a una zona de surgencia frente a la Punta Curaumilla

(Silva y Valdenegro, 2003), encontrándose alta abundancia de peces, los cuales se encuentran entre las primeras 30 millas y a poca profundidad (eg. Anchoqueta, sardina) (SERNAPESCA, 2012). Utilizando esta área en forma transitoria, de paso en sus rutas migratorias hacia sus sitios de nidificación, y lo más probable por las siguientes dos situaciones:

Primero, algunas especies se están alimentando en el área de estudio desde sus sitios reproductivos (i.e. viajes de alimentación), ya que varían ampliamente su rango de búsqueda de alimento. Por ejemplo, algunos Procellariiformes pueden viajar más de 15.000 km durante un sólo viaje de alimentación (Weimerskirch *et al.*, 1994). En Chile se ha documentado que *Thalassarche melanophrys* en su periodo de incubación en las Islas Diego Ramírez (56° S, XII región) puede viajar a alimentarse en las costas de Cauquenes (35°S, VII Región) (Birdlife, 2004). Similarmente, se ha observado que *Puffinus creatopus* en su temporada de reproducción en Isla Mocha tiene sus sitios de alimentación a una distancia mayor que 250 km desde su colonia (Guicking *et al.*, 2001), especialmente en la zona del Golfo de Arauco.

Segundo, muchos individuos no reproductivos de varias especies (sobre todo de Procellariiformes) se quedan en la zona de la Corriente de Humboldt durante sus extensos años de inmadurez. El hecho de alimentarse en estas aguas altamente productivas y ricas en alimento (como lo son las áreas de surgencias costeras) aumenta la probabilidad de encontrar alimento y fomenta una mayor riqueza de especies y abundancia de individuos (Onley y Bartle, 1999). Como ejemplos, se ha documentado mediante transmisores que *Thalassarche bulleri* en su estado de inmadurez y época no reproductiva tiene un uso intensivo de la zona costera de Chile entre 32° y 41° S (Birdlife, 2004). También se ha detectado el uso de esta zona por individuos inmaduros de *Procellaria westlandica* durante todo el año y por periodos de hasta 10 años (Brinkley *et al.*, 2000)

A pesar de la alta riqueza de especies de aves marinas en alguna categoría de amenaza presentes en la costa de Valparaíso, existe poca información acerca de éstas, sobre todo en lo referido a su distribución en el mar y la gradiente costa – océano.

La zona de la gradiente costa – océano que posee mayor número de especies de aves marinas corresponde a los primeros 9 kilómetros, observándose todas las especies a excepción de *T. bulleri*, ya que esta especie de albatros es exclusivamente pelágica (Shealer, 2002). El área que posee la mayor densidad de individuos correspondió a la franja de 3 a 13 kilómetros.

Sobreponiendo ambos parámetros (riqueza y densidad) la zona de mayor relevancia es aquella entre los 3 y 9 km, ya que posee el mayor número de especies como también de individuos, combinándose las especies caracterizadas como costeras y pelágicas. Esto se debe a que estas aves en general tienen un comportamiento oportunista por lo que la caracterización de las aves marinas no es estricta (Schreiber y Burger, 2002). A pesar de no existir estudios detallados de las aves costeras en la utilización de áreas en alta mar, se han mencionado en áreas en donde la biomasa de Procellariiformes y otros predadores tope es particularmente abundante ( Veit, 1995; Huin, 2002).

Este conocimiento es fundamental para las zonas costeras y marinas en Chile central, debido a que coincide con el sector en donde se desarrollan activamente las labores de pesca industrial y artesanal, con un 80% de desembarque total en esta zona hasta 30 millas náuticas (SERNAPESCA, 2012), siendo las primeras 5 millas donde existe una exclusiva e importante flota de pesca artesanal. Además, esta zona forma parte de una ruta migratorias de especies que anidan en Australia y Nueva Zelanda, así como en islas antárticas y subantárticas del Atlántico Suroriental (Moreno y Arata, 2008, Birdlife, 2004; Croxall *et al.*, 2012) como también es un sitio relevante para los individuos de estados inmaduros de estas especies, ya que les proporciona alimento (Onley & Bartle, 1999).

A pesar de que Chile es considerado uno de los países importantes en términos de endemismo, números de especies y lugar de reproducción de aves marinas (siendo el segundo con mayor número de especies amenazadas junto con Sudáfrica) no posee una clara designación de áreas protegida ni la aplicación efectiva de planes de gestión adecuados en áreas marinas. Tal es la importancia como zona geográfica mundial para proteger las aves marinas, que Chile es considerado el tercer país prioritario en este aspecto, seguido de EEUU y México (Croxall *et al.*, 2012).

La mayoría de las investigaciones sobre aves marinas se ha centrado en las colonias y lugares de nidificación de las especies, preocupándose de la explotación, la depredación y la perturbación en estas áreas (Schreiber y Burger, 2002; PNUMA, 2008; Birdlife, 2012). Sin embargo, no es completa la protección de las aves marinas sin incluir los mares que las rodean y las rutas de migración por donde se desplazan y se alimentan las especies (Becker, 2000). Un ejemplo característico de esta situación lo ilustran los albatros, aves marinas que gozan de gran protección en sus colonias ubicadas en islas oceánicas, pero que quedan expuestas a la mortalidad en los océanos cuando interactúan con embarcaciones pesqueras (Birdlife 2004).

Los antecedentes presentados, permiten proponer que la zona de Valparaíso es un área importante para la conservación de especies de aves marinas, ya que esta área posee una alta actividad pesquera y una alta diversidad de especies donde es necesario identificar zonas para su protección, siendo los patrones identificados en esta tesis focos persistentes, los cuales son particularmente susceptibles en la regulación de ciertas actividades y artes de pesca, de acuerdo al hábitat de los depredadores marinos y sus presas, pudiéndose generar cuotas de pesca adecuadas a cada zona.

Para ello es necesario tomar en consideración las fechas de migraciones de las aves. Por ejemplo la temporada de otoño es una temporada importante, ya que *T. bulleri*, *S. magellanicus*, *P. griseus* entre otra se encuentran en la zona de estudio cuando se están movilizándose hacia el Norte.

Esta tesis subraya la importancia del estudio de las aves marinas en el mar y el establecimiento de programas de monitoreo de aves marinas. En particular, es necesario llevar a cabo estudios en zonas poco conocidas, como es la zona de Valparaíso, la que posee varias especies de aves marinas pelágicas amenazadas que son poco investigadas en sus rutas de migración y alimentación. Lo anterior, conlleva a aumentar nuestros

conocimientos de las distribuciones de las especies, ya que un solo estudio puede aportar interesantes resultados, pero repetidos muestreos estandarizados y sostenidos en el tiempo en una escala geográfica mayor son esenciales para comprender como la avifauna marina responde a la variabilidad temporal y espacial en las condiciones oceanográficas de las costas de Chile. Estudios posteriores podrían agregar la evaluación de condiciones físico – químicas para detectar influencias de distintos factores y a diferentes escalas sobre la distribución y abundancia de las aves marinas. Por lo tanto, incitamos a que se repitan estudios con la misma trayectoria o en diferentes zonas de Chile en el futuro.

## CONCLUSIÓN

El ensamble de aves marinas presente en el conteo de aves frente a las costas de Valparaíso entre los años 2006 al 2009 presentó 40 especies de aves marinas, las cuales el 50% (20sp) del total de las especies presentes en el conteo están en alguna categoría de amenaza según UICN 2012.

Los primeros nueve kilómetros del gradiente costa-océano presentan la mayor riqueza. La zona desde 3 a 13 km posee la mayor densidad relativa de individuos, observándose un solapamiento de especies con una alta abundancia en el tramo de 3 a 9 km, siendo esta zona relevante para la conservación de la avifauna marina.

Valparaíso se presenta como una zona importante para la concentración de aves marinas en la costa de Chile Central, tanto en riqueza como en densidad, ya que atrae a especies durante el periodo no reproductivo, las migraciones e incluso durante los extensos periodos de inmadurez sexual de varias especies, sobre todo Procellariiformes.



## BIBLIOGRAFÍA

- Ainley, D.G. 1980. Birds as marine organisms: a review. *CaICOFI Rep* 21: 48-52.
- Ainley, D.G. & R.J. Boekelheide. 1983. An ecological comparison of oceanic seabird communities of the South Pacific Ocean. *Studies in Avian Biology* 8: 2–23.
- Ainley, D.G., L.B. Spear, S.G. Allen & C.A. Ribic. 1996. Temporal and spatial patterns in the diet of the Common Murre in California waters. *Condor* 98: 691–705.
- Anderson, M. & B. Millar. 2004. Spatial variation and effects of habitat on temperate reef fish assemblages in northeastern New Zealand. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 305: 191–221.
- Araya, M.B. & G.H. Millie. 1986. *Guía de campo de las aves de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 406 pp.
- Araya, B., M. Bernal, R.P. Schlatter & M. Salaberry. 1995. *Patrón de las aves chilenas*. Ed. Universitaria. 35 pp.
- Ashmole, N.P. 1963. The regulation of numbers of tropical oceanic birds. *Ibis* 103: 458–473.
- Baker, G.B., M.C. Double, R. Gales, G.N. Tuck, C.L. Abbott, P.G. Ryan, S.L. Petersen, C.J.R. Robertson & R. Alderman. 2007. A global assessment of the impact of fisheries-related mortality on shy and white-capped albatrosses: conservation implications. *Biological Conservation* 137: 319–333.
- Becker, B.H., S.R. Beissinger & H.R. Carter. 1997. At sea density monitoring of Marbled Murrelets in central California: methodological considerations. *Condor* 99: 743-755.
- Becker, P. 2000. Mercury Levels in feathers of Pink-footed Shearwaters (*Puffinus creatopus*) breeding on Mocha island, Chile. *Neotropical Ornithology* 11: 165 – 168.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess, D.A. Hill & H. Mustoe 2000. *Bird census techniques*. Segunda ed. Academic Press, London.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2012. Global Seabird Programme. [En línea] <<http://www.birdlife.org/action/science/species/seabirds/index.html>>.
- Birkhead, T. & R. Furness. 1985. Regulation of seabird populations. pp.145–167. *In*: Sibly & Smith (Eds). *Behavioural Ecology: Ecological Consequences of Adaptive Behaviour*. Blackwell Scientific, Oxford. 429pp.
- Boyd, I., S.I. Wanless & C.J. Camphuysen. 2006. *Top Predators in Marine Ecosystems*. Conservation Biology Series 2. Cambridge University Press. Cambridge.
- Brattstrom, H. & A. Johansen. 1983. Ecological and regional zoogeography of the marine

- benthic fauna of Chile. *Sarsia* 68: 289-339.
- Braune, B.M., P.M. Outridge, A.T. Fisk, D.C.G. Muir, P.A. Helm, K. Hobbs, P.F. Hoekstra, Z.A. Kuzyk, M. Kwan, R.J. Letcher, W.L. Lockhart, R.J. Norstrom, G.A. Stern & I. Stirling. 2005. Persistent organic pollutants and mercury in marine biota of the Canadian Arctic: an overview of spatial and temporal trends. *Science of the Total Environment*. 352: 4-56.
- Brooke, M. 2002. Seabird Systematics and Distribution: A Review of Current Knowledge. pp.57-86. *In*: Schreiber, E.A. & J. Burger (eds). *Biology of marine birds*: CRC Press, Washington. 717pp.
- Camphuysen, C. & S. Garthe. 2001. Recording foraging seabirds at sea: standardised recording and coding of foraging behaviour and multi-species foraging associations. Coding manual for seabird surveys at sea. NIOZ Int. Report 12.
- Camus, P. 2001. Biogeografía marina de Chile continental. *Revista Chilena de Historia Natural* 74: 587-617.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of change in community structure. *Australian Journal of ecology* 18: 117- 143.
- Clarke, K. & R. Warwick. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 172pp.
- Croxall, J.P. & P.A. Prince. 1980. Food, feeding ecology and ecological segregation of seabirds at South Georgia. *Biological Journal of the Linnean Society* 14: 103–131.
- Croxall, J.P. 1990. Seabirds: feeding biology and role in marine ecosystems. *British Antarctic Survey, Cambridge*. 408 pp.
- Croxall, J.P., P. Prince, P. Rothery & A.G. Wood. 1998. Population changes in albatrosses at South Georgia. Pp. 69–83. *In*: ROBERTSON G & R GALES (eds) *Albatross biology and conservation*. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton. 300pp.
- D.S. N° 05. Reglamento de la Ley de Caza. Ministerio de la secretaria general de la presidenta, Santiago, Chile, 7 de diciembre de 1998.
- Desqueyroux, R. & H. Moyano. 1987. Zoogeografía de Demospongias chilenas. *Boletín Sociedad de Biología de Concepción, Chile* 58: 39-66.
- Duffy, D.C. 1989. Seabird foraging aggregations: a comparison of two southern upwellings. *Colonial Waterbirds* 12: 164–175.
- Dun, O.J. 1964. Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics* 6(3): 241- 252.
- Einoder, L.D. 2009. A review of the use of seabirds as indicators in fisheries and ecosystem management. *Fish. Res* 95: 6–13.

- Elliott, J.E., L.K. Wilson & B. Wakeford. 2005. Polybrominated diphenyl ether trends in eggs of marine and freshwater birds from British Columbia, Canada, 1979– 2002. *Environmental Science and Technology* 39: 5584–5591.
- Fonseca, T. & M. Farías. 1987. Estudio del proceso de surgencia en la costa chilena utilizando percepción remota. *Investigaciones Pesqueras* 34: 33-46.
- Fortin, M.J. & M. Dale. 2005. *Spatial analysis: a guide for ecologists*. Cambridge Univ. Press.
- Frederiksen, M., M. Edwards, A.J. Richardson, N.C. Halliday & S. Wanles. 2006. From plankton to top predators: bottom-up control of a marine food web across four trophic levels. *Journal of Animal Ecology* 75: 1259–1268.
- Furness, R.W. 1978. Energy requirements of seabird communities: a bioenergetic model. *Journal of Animal Ecology* 47: 39-53.
- Furness, R.W. & P. Monaghan. 1987. *Seabirds Ecology*. Blackie & Son Limited, London. 164pp.
- Furness, R.W. & C.J. Camphuysen. 1997. Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES Journal of Animal Ecology* 47: 39-53.
- Hamer, C., E. Schreiber & J. Burger. 2002. Breeding Biology, Life Histories, and Life History–Environment Interactions in Seabirds. pp.217-261. *In*: Schreiber EA & J Burger (eds). *Biology of marine birds*: CRC Press, Washington.
- Heppell, S.S., S.A. Heppell, A.J. Read & L.B. Crowder. 2002. Effects of fishing long-lived marine organisms. pp. 211-231. *In*: Schreiber, E.A. & J. Burger. (eds). *Biology of marine birds*. CRC Press, Washington.717pp.
- Huin, N. 2002. Foraging distribution of the Black-browed Albatross, *Thalassarche melanophris*, breeding in the Falkland Islands. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 12: 89–99.
- Hunt, G.L. & D.C. Schneider. 1987. Scale dependent processes in the physical and biological environment of marine birds. pp.7-42. *In*: Croxall, J.P. (ed). *Seabirds, feeding ecology and role in marine ecosystems*. Cambridge Univ. Press. 417pp.
- Hunt, G.L., N.M. Harrison & J.F. Piatt 1993. Aspects of the pelagic biology of planktivorous auklets. pp. 39-55. *In*: Vermeer, K., K.T. Briggs, K.H. Morgan & D. Siegel-Causey. (Eds.) *The Status, Ecology and Conservation of Marine Birds in the North Pacific*. Canadian Wildlife Service Special Publication, Ottawa. 265pp.
- Hyrenbach, K.D., P. Fernández & D.J. Anderson. 2002. Oceanographic habitats of two sympatric North Pacific albatrosses during the breeding season. *Marine Ecology Progress Series* 233: 283-301.

- Garthe, D. & O. Hüppop. 1996. Das "Seabirds at Sea" Programm. *Vogelwelt* 117: 303-305.
- Idyll, C.P. 1973. The anchovy crisis. *Scientific American* 228: 22-29.
- Johnson, D., T. Fonseca & H. Sievers. 1980. Upwelling in the Humboldt coastal Current near Valparaíso, Chile. *Journal of Marine Research* 38: 1-16.
- Krebs, C. 1999. *Ecological Methodology*, Second English edition, California. 624pp.
- Lack, D. 1968. *Ecological Adaptations for Breeding in Birds*. Methuen, London. 403pp.
- Legendre, P. & L. Legendre. 1998. *Numerical ecology*. Second English edition, Elsevier Science BV, Amsterdam. 853pp.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systematics* 3: 36-71.
- Monaghan, P. 1996. Relevance of the behaviour of seabirds to the conservation of marine environments. *Oikos* 77: 227-237.
- Montevecchi, W.A. & R.A. Myers. 1996. Dietary changes of seabirds indicate shifts in pelagic food webs. *Sarsia* 80: 313-322.
- Montevecchi, W.A. 2002. Interactions between fisheries and seabirds. pp. 527-557. *In*: Schreiber, E.A. & J. Burger. (eds) *Biology of marine birds*. CRC Press. 717pp.
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y Tesis SEA. Sociedad Entomológica Aragonesa, Ed. Madrid, España. 80pp
- Moreno, C. & J. Arata. 2008. Estudio De Caso: Efectos De Las Pesquerías Industriales De Palangre Sobre Las Aves Marinas Y El Camino A Su Mitigación En Chile. pp. 462-467. *En*: CONAMA. *Biodiversidad de Chile : Patrimonio y Desafíos*. 2ª Edición. Chile. 640pp.
- Murphy, R.C. 1936. *Oceanic birds of South America*, Vols I & II. American Museum of Natural History, New York, USA. 245 pp.
- Nel, D.C., J.R.E. Lutjeharms, E.A. Pakhomov, I.J. Ansorge, P.G. Ryan & N.T.W. Klages. 2001. Exploitation of mesoscale oceanographic features by grey-headed albatross *Thalassarche chrysostoma* in the southern Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 217:15-26.
- Onley, D. & S. Bantle. 1999. *Identificación de las aves marinas de los océanos del sur*. Tepadapa press, Wellington, Nueva Zelanda.
- Pauly, D., R. Watson & J. Alder (2005) Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 360: 5-12.
- Parsons, M., I. Mitchell, A. Butler, N. Ratcliffe, M. Frederiksen, S. Foster & J. Reid. 2008.

- Seabirds as indicators of the marine environment. *ICES J. Mar. Sci.* 65: 1520-1526.
- Piatt, J. F., W. Sydeman & F. Wiese. 2007. Introduction: a modern role for seabirds as indicators. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 352: 199-204.
- Pocklington, R. 1979. An oceanographic interpretation of seabird distributions in the Indian ocean. *Marine Biology* 51: 9-21.
- Schlatter, R. & A. Simeone. 1999. Estado del conocimiento y conservación de las aves en mares chilenos. *Estudios Oceanológicos* 18: 25-33.
- Schreiber, E.A. & J. Burger. 2002. Seabirds in the marine environment. pp.1-15. *In*: Schreiber, E.A. & J. Burger. (eds). *Biology of marine birds*. CRC Press, Washington. 717pp.
- SERNAPESCA (2012) Publicaciones: Anuario estadísticos [En línea]. [http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com\\_remository&Itemid=246&func=select&id=404](http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=404)
- SERNAPESCA (2012) Publicaciones: Especies Hidrobiológica en Chile [En línea]. [http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com\\_remository&Itemid=246&func=select&id=404](http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=select&id=404)
- Shealer, D. 2002. Foraging Behavior and Food of Seabirds. pp.137- 178. *In*: Schreiber, E.A. & J. Burger. (eds). *Biology of marine birds*. CRC Press, Washington. 717pp.
- Silva, N. & A. Valdenegro. 2003. Evolución de un evento de surgencia frente a Punta Curaumilla, Valparaíso. *Tasker ML P Hope-Jones. Investigaciones Marinas* 31: 73-89.
- Skov, H. & J. Durinck. 2001. Seabird attraction to fishing vessels is a local process. *Marine Ecology Progress Series* 214: 289–298.
- Southall, E., D.W. Sims, M.J. Witt & J.D. Metcalfe. 2006. Seasonal space-use estimates of basking sharks in relation to protection and politiceconomic zones in the north-east Atlantic. *Biological Conservation* 132: 33-39.
- Springer, A.M. 1991. Seabird distribution as related to food webs and the environment: examples from the north Pacific Ocean. *In*: Montevecchi, W.A. & A.J. Gaston. (Eds.). *Studies of High Latitude Seabirds 1: Behavioral, Energetic and Oceanographic Aspects of Seabird Feeding Ecology*: 39-48. Canadian Wildlife Service Occasional Paper No 68, Canadian Wildlife Service, Ottawa.
- Sullivan, B.J., T.A. Reid & L. Bugoni. 2006. Seabird mortality on factory trawlers in the Falkland Islands and beyond. *Biological Conservation* 131: 495–504.
- Tasker, M.L. & J.B. Reid. 1997. Seabirds in the marine environment. *ICES Journal of Marine Sciences* 54: 505-506.

- Tasker, M., P. Hope-Jones, T. Dixon & B. Blake. 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *Auk* 101: 567-577.
- Tobin, P.C. 2004. Estimation of the spatial autocorrelation function: consequences of sampling dynamic populations in space and time. *Ecography* 27: 767-775.
- Veit, R.R. 1995. Pelagic communities of seabirds in the South Atlantic Ocean. *Ibis* 137:1-10
- Vie, J.C., C. Hilton-Taylor & S. Stuart. 2008. Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN Red List of threatened species. Gland, Switzerland: IUCN.
- Vilina, Y. & C. Pizarro. 2008. Diversidad de Especie, Aves Marinas. pp. 258-265. *En: CONAMA. Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos. 2ª Edición. Chile. 640pp.*
- Villablanca, R., G. Luna-Jorquera, V.H. Marín, S. Garthe & A. Simeone. 2007. How does a generalist seabird species use its habitat? The case of the Kelp Gull in a coastal upwelling area of the Humboldt Current. *ICES Journal of Marine Science* 64: 1348-1355.
- Vivanco, M. 1999. Análisis Estadístico Multivalente: teoría y práctica. Primera edición, Editorial Universitaria, Santiago Chile. 234pp.
- Webb, A. & J. Durinck. 1992. Counting birds from ships. *In: Komdeur, J., J. Bertelsen, & G. Cracknell. (eds). Manual for aeroplane and ship surveys of waterfowl and seabirds. IWRB Spec Publ 19: 24-37.*
- Weichler, T., S. Garthe, G. Luna-Jorquera & J. Moraga. 2004. Seabird distribution on the Humboldt Current in northern Chile in relation to hydrography, productivity, and fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 61: 148-154.
- Weimerskirch, H. 2002. Seabird Demography and Its Relationship with the Marine Environment. pp.115-135. *In: Schreiber, E.A. & J. Burger. (eds). Biology of marine birds. CRC Press, Washington. 717pp*
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. Cuarta edición. Prentice Hall, New Jersey.

Anexos

Anexo 1. Especies de aves frente a las costas de Valparaíso entre los años 2006 al 2009, códigos internacionales y categoría de amenaza según UICN (BirdLife, 2012)

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOMBRE INGLÉS	Codigo	BirdLife
						2011 (1)
Procellariiformes	Diomedidae	<i>Diomedea sanfordi</i>	Albatros real del norte	Northern Royal Albatross	NOAL	EN
		<i>Thalassarche salvini</i>	albatros de Salvin	Salvin`s Albatross	SAAL	VU
		<i>Thalassarche bulleri</i>	albatros de Buller	Buller`s Albatross	BUAL	NT
		<i>Thalassarche chrysostoma</i>	Albatros de cabeza gris	Grey headed Albatross	GHAL	VU
		<i>Thalassarche melanophrys</i>	albatros de ceja negra	Black-browed Albatross	BBAL	EN
Procellariidae		<i>Macronectes giganteus</i>	petrel gigante antártico	Southern Giant Petrel	GIPE	LC
		<i>Macronectes halli</i>	petrel gigante subantártico	Northern Giant Petrel	NOPE	LC
		<i>Procellaria aequinoctialis</i>	pardela negra grande	White-chinned Petrel	WHPE	VU
		<i>Pterodroma defilippiana</i>	pardela de Masatierra	Masatierra Petrel	MTPE	VU
		<i>Procellaria westlandica</i>	pardela de Nueva Zelanda	Westland Petrel	WEPE	VU
		<i>Puffinus creatopus</i>	pardela blanca	Pink-footed Shearwater	PISH	VU
		<i>Puffinus griseus</i>	pardela negra	Sooty Shearwater	SOSH	NT
		<i>Puffinus bulleri</i>	pardela de dorso gris	Buller`s Shearwater	BUSH	VU

		<i>Puffinus gravis</i>	pardela capirotada	Greater Shearwater	GRSH	LC
		<i>Pterodroma externa</i>	pardela blanca de Juan Fernández	Juan Fernandez Petrel	JFPE	VU
		<i>Pachyptila belcheri</i>	petrel paloma de pico delgado	Thin-billed Prion	THPR	LC
		<i>Daption capense</i>	petrel moteado	Cape Petrel	CAPE	LC
		<i>Fulmarus glacialisoides</i>	petrel plateado	Southern Fulmar	SOFU	LC
	Pelecanooididae	<i>Pelecanoides garnotii</i>	yunco	Peruvian Diving-petrel	DIPE	EN
	Hydrobatidae	<i>Oceanites oceanicus</i>	golondrina de mar	Wilson`s Storm-petrel	WIST	LC
Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Spheniscus humboldti</i>	pinguino de Humboldt	Humboldt Penguin	HUPE	VU
		<i>Spheniscus magellanicus</i>	pinguino de Magallanes	Magellanic Penguin	MAPE	NT
		<i>Spheniscus sp.</i>	pingüino juvenil		SPHE	-
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	pelicano	Peruvian Pelican	PEPE	NT
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	lile	Red-legged Cormorant	RECO	NT
		<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	guanay	Guanay Cormorant	GUCO	NT
		<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	yeco	Neotropic Cormorant	NECO	LC
	Sulidae	<i>Sula variegata</i>	piquero	Peruvian Booby	PEBO	LC
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	gaviota dominicana	Kelp Gull	KEGU	LC
		<i>Larus modestus</i>	gaviota garuma	Gray Gull	GRGU	LC



	Larus pipixcan	gaviota de Franklin	Franklin`s Gull	FRGU	LC
	Larus maculipennis	gaviota cahuil	Brown-hooded Gull	BRGU	LC
Stercorarinae	Stercorarius chilensis	salteador chileno	Chilean Skua	CHSK	LC
	Stercorarius parasiticus	salteador chico	Parasitic Skua Jaeger/Arctic	PAJA	LC
	Stercorarius antarcticus	Salteador pardo	Brown Skua	BRSK	LC
Laridae	Sterna hirundinacea	gaviotín sudameriacno	South American Tern	SOTE	LC
	Sterna hirundo	gaviotín boreal	Common Tern	COTE	LC
	Sterna elegans	gaviotín elegante	Elegant Tern	ELTE	NT
	Sterna paradisaea	gaviotín ártico	Arctic Tern	ARTE	LC
	Larosterna inca	gaviotín monja	Inca Tern	INTE	NT
Scolopacidae	Phalaropus fulicaria	pollito de mar rojizo	Red Phalarope	REPH	LC

(1): (CR) En peligro crítico; (EN) En peligro; (VU) Vulnerable; (NT) Casi amenazado; (LC) Preocupación menor