

TESIS DEFENDIDA POR  
**Julio César Hernández Montoya**  
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ

---

Dr. Horacio Jesús de la Cueva Salcedo  
*Director del Comité*

---

Dr. Gilberto Gaxiola Castro  
*Miembro del Comité*

---

Dr. José Gómez Valdés  
*Miembro del Comité*

---

Dr. Axayácatl Rocha Olivares  
*Coordinador del programa de posgrado  
en Ecología Marina*

---

Dr. David Hilario Covarrubias Rosales  
Director de Estudios de Posgrado

*14 de septiembre de 2009*

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DE ENSENADA**



---

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS  
EN ECOLOGÍA MARINA**

---

**Distribución, abundancia y estructura alimentaria del lobo fino de Guadalupe  
(*Arctocephalus townsendi*) en Isla Guadalupe, México**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

**JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ MONTOYA**

Ensenada, Baja California, México, Septiembre de 2009

**RESUMEN** de la tesis que presenta **Julio César Hernández Montoya**, como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en ECOLOGÍA MARINA. Ensenada, Baja California, Septiembre de 2009.

Resumen aprobado por:

---

Dr. Horacio Jesús de la Cueva Salcedo

### **Distribución, abundancia y estructura alimentaria del lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) en Isla Guadalupe, México**

Esta investigación presenta la abundancia, distribución y hábitos alimenticios de *A. townsendi* y su relación con la oceanografía de isla Guadalupe. Se localiza a 240 km al suroeste de Ensenada, Baja California. Allí se reproducen tres de las cuatro especies mexicanas de pinnípedos. Durante el siglo XIX fue el último refugio del lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*). Se censó a *A. townsendi* en Isla Guadalupe mediante conteos en tierra y navegaciones paralelas a la costa a una distancia promedio de 20 m. Se estimó que la población es de 11,625 ( $\pm 88$ ) individuos: machos adultos 15%, hembras 33%, subadultos 11%, juveniles 6%, crías 27% e individuos no identificados 8%. La distribución de *A. townsendi* se mostró casi continua desde Punta Norte, costa este y Campo Sur, presentando la mayor abundancia de la población en la parte central de la isla. Mediante identificación de otolitos y otras estructuras extraídas de 63 muestras de heces, se identificó especies de las cuales se alimenta: calamares (*Loligo opalescens* y *Onychoteuthis banksii*) y sardina (*Sardinops caeruleus* y *Sardinops sagax*). Para la descripción oceanográfica se realizó un crucero muestreando 24 estaciones en 8 transectos radiales a la isla. Se analizaron los parámetros físicos de salinidad y temperatura a profundidades de hasta 100 m para determinar la profundidad de la termoclina, la presencia de giros y posibles afloramientos de nutrientes. Se identificaron zonas de surgencia en la costa oeste de la isla las cuales presentan potencial de alta productividad oceánica, sin embargo *A. townsendi* se registró en el lado opuesto a esta zona, lo cual sugiere que su distribución está influenciada por zonas donde encuentra protección ante intenso oleaje y viento, aunado a una amplitud de la zona intermareal, dichas características son particulares de la costa este.

**Palabras Clave:** *Arctocephalus townsendi*, distribución, abundancia, oceanografía, alimentación, Isla Guadalupe.

**ABSTRACT** of the thesis presented by **Julio César Hernández Montoya**, as a partial requirement to obtain the MASTER OF SCIENCE degree in MARINE ECOLOGY, Ensenada, Baja California, México, September 2009.

Abstract approved by:

---

Dr. Horacio Jesús de la Cueva Salcedo

### **Distribution, abundance, and feeding habits of the Guadalupe fur seal (*Arctocephalus townsendi*) on Isla Guadalupe, Mexico**

This research presents the abundance, distribution, and feeding habits of *A. townsendi* and its relation to the Isla Guadalupe's oceanography. Isla Guadalupe is the westernmost island of México, is located 240km south-west of Ensenada, Baja California. There, three of the four Mexican pinnipeds species have reproductive colonies.. During the nineteenth century, it was the last refuge for the survival of *A. townsendi*. We conducted a population count of *A. townsendi* in Isla Guadalupe Island with onshore surveys and sailing parallel to the coast at an average distance of 20 m from the shore. The population was estimated at 11,625 ( $\pm$  88) individuals, 15% adult males, 33% females, 11% sub-adults, 6% juveniles 6%, 27% pups, and 8% unclassified individuals. The distribution of *A. townsendi* was almost continuous from Punta-norte on the east coast and Punta-sur, showing the highest population congregation on the central part of the island. By identifying otoliths and other structures from 63 stool samples, we identified species which *A. townsendi* preys upon: squid (*Loligo opalescens* and *Onychoteuthis banksii*), and sardine (*Sardinops caeruleus* and *Sardinops sagax*). We describe the island's oceanography with the results of a of 24 stations equally divided in 8 transects radial to the island. We analyzed the physical parameters of salinity and temperature to a depth of 100 m to determine the depth of the thermocline, the presence of eddies, and possible nutrient upwellings. We identified upwelling zones on the west coast of the island which have high potential of oceanic productivity areas. However the distribution of *A. townsendi* was mostly on the eastern coast, suggesting that its distribution is influenced by areas where protection from intense wave and wind action can be found, plus the width of the intertidal zone, characteristics peculiar to the East coast.

**Key words:** *Arctocephalus townsendi* distribution, abundance, oceanography, feeding, Isla Guadalupe.

## DEDICATORIA

*Este trabajo y todos mis logros hasta el momento quiero dedicárselos a mis seres más amados, **Mí Familia.***

- *En Homenaje a mi abuelito Toño, quien me enseñó con su ejemplo a trascender con honor y dignidad.*
- *Mamita, todo lo que soy es consecuencia a todo el amor con el que me has construido, eres mi fuente de luz, mi estrella, mi Lucero.*
- *Papito, mi dulce compañía, Quien no me desampara ni de noche ni de día.*
- *Abril y Oso, mis mejores compañeros de vida, gracias por ser y estar en mí.*
- *Mi Gemma, tanto amor solo es reflejo de tanto amor, nuestro amor no se crea ni se destruye sin embargo todo lo transforma.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Posgrado de Ecología Marina del CICESE por haberme aceptado dentro del programa y por brindarme la oportunidad de continuar con mi formación académica. Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por otorgarme una beca que me permitió realizar el posgrado.

Quiero agradecer de una manera muy especial a Dr. Horacio Jesús de la Cueva Salcedo por permitirme integrarme en su equipo de trabajo y darme la oportunidad de aprender y continuar estudiando este mundo azul, gracias, muchas gracias, por todo tu apoyo como director de esta tesis, por toda tu disponibilidad y paciencia, por evolucionar una relación en la que comenzaste siendo mi maestro continuaste siendo mi director y terminaste siendo mi gran amigo.

Mi agradecimiento a los sinodales por bañar de aprendizaje y conocimiento este proceso de formación. Al Dr. Gilberto Gaxiola Castro por sus valiosas sugerencias y comentarios, por su buena disposición para ser parte de mi comité y al Dr. José Gómez Valdés por toda su disponibilidad y paciencia al enseñarme, por hacerme miembro de la familia que tiene con sus estudiantes.

A la Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski por ser mi amiga, mi ejemplo y mi mentora en este fascinante y hermoso mundo de los Mamíferos Marinos.

A las instituciones que brindaron su apoyo y ayuda a este trabajo de investigación:

- Secretaría de Marina - Armada de México.
- Facultad de Ciencias Marinas.
- Grupo de Ecología y Conservación de Islas.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe.
- Algalita Marine Research Foundation

A mis profesores del Posgrado quienes alimentaron con su conocimiento y experiencia esta hermosa etapa de mi formación.

A mis compañeros y amigos, quienes siempre compartieron y apoyaron este sueño.

## CONTENIDO

<b>Resumen español.....</b>	<b>i</b>
<b>Resumen en inglés.....</b>	<b>ii</b>
<b>Dedicatorias.....</b>	<b>iii</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>iv</b>
<b>Contenido.....</b>	<b>v</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Tablas.....</b>	<b>x</b>
<b>I. Introducción.....</b>	<b>1</b>
I.1 Introducción general.....	1
I.2. Antecedentes.....	3
I.3. Biología del lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus townsendi</i> ).....	4
I.3a. Características generales.....	4
I.3b. Distribución.....	5
I.3c. Hábitos alimentarios.....	6
I.3d. Biología reproductiva.....	7
I.5. Hipótesis.....	9
I.6. Objetivos.....	10
I.6a. Objetivo general.....	10
<b>II. Materiales y Métodos.....</b>	<b>11</b>
II.1. Área de estudio.....	11
II.2. Estructura y tamaño poblacional.....	13
II.3. Hábitos alimentarios.....	16
II.3a. Tratamiento de muestras en laboratorio.....	18
II.2b. Análisis de dominancia de presas.....	19
II.2c. Análisis de diversidad.....	20
II.2d. Análisis de amplitud del espectro trófico.....	20
II.2e. Análisis del grado de omnivoría.....	21
II.2f. Análisis de la posición trófica.....	21
II.3. Caracterización Oceanográfica de Aguas adyacentes a Isla Guadalupe.....	22
II.3a. Procesamiento de datos.....	25
II.3b. Perfiles de Temperatura, Salinidad y Densidad vs Presión.....	25
II.3c. Perfiles horizontales.....	26
II.3d. Perfiles por transecto.....	26
II.3e. Diagrama T-S.....	27
<b>III. Resultados.....</b>	<b>28</b>
III.1. Estructura y tamaño poblacional.....	28
III.2. Hábitos alimentarios.....	33
III.2a. Análisis de dominancia de presas.....	36
III.2b. Índice de Importancia (IIMpi).....	36
III.2c. Análisis de diversidad.....	39
III.2d. Amplitud del espectro trófico.....	39

III.2e. Grado de omnivoría. ....	39
III.2f. Posición trófica.....	39
III.3 Caracterización Oceanográfica de Aguas adyacentes a Isla Guadalupe. ....	42
<b>IV. Discusión</b> .....	49
IV.1. Estructura poblacional de <i>A. townsendi</i> en Isla Guadalupe .....	49
IV.2. Hábitos alimentarios. ....	53
IV.3. Caracterización Oceanográfica de aguas adyacentes a Isla Guadalupe. ....	55
<b>V. Conclusión</b> .....	61
<b>VI. Literatura citada</b> .....	63
<b>ANEXO I</b> .....	71
Perfiles de Temperatura, Salinidad, Densidad vs Profundidad. ....	71
<b>ANEXO II</b> .....	83
Perfiles horizontales.....	83
<b>ANEXO III</b> .....	90
Perfiles por transecto .....	90

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus townsendi</i> , fotografía tomada por Julio C. H. Montoya) .....	5
Figura 2. Isla Guadalupe e Islas San Benito son las zonas de distribución actual del lobo fino de Guadalupe ( <i>Arctocephalus Townsendi</i> ). Avistamientos reportados en el Golfo de California e Isla San Miguel y San Nicolas. ....	6
Figura 3. Área de estudio, Isla Guadalupe, México. ....	12
Figura 4. Zonas de censo de <i>A. townsendi</i> en la costa de Isla Guadalupe. ....	15
Figura 5. Zonas de Colecta de copros de <i>A. townsendi</i> en Isla Guadalupe. ....	16
Figura 6. Transectos perpendiculares a la costa. ....	23
Figura 7. Estaciones de muestreo radiales a Isla Guadalupe. ....	24
Figura 8. Distribución y abundancia de <i>Arctocephalus townsendi</i> por categorías de sexo y edad a lo largo de las diferentes zonas de conteo. ....	29
Figura 9. Media poblacional de cada categoría de sexo y edad de <i>Arctocephalus townsendi</i> ...	30
Figura 10. Estructura por sexo y edad de la población de <i>Arctocephalus townsendi</i> en 6 zonas de conteo en Isla Guadalupe. ....	31
Figura 11. Porcentajes de las categorías de <i>Arctocephalus townsendi</i> presentes en Isla Guadalupe. ....	32
Figura 12. Porcentaje de aparición de los diferentes tipos de presa en heces de lobo fino de..	33
Figura 13. Frecuencia de Partes duras en muestras de heces del lobo fino de Guadalupe. ....	34
Figura 14. Restos de presas con mayor presencia en la dieta de <i>A. townsendi</i> .....	36
Figura 15. Perfil de temperatura (°c), salinidad y densidad Potencial (Kg/m <sup>3</sup> ) vs profundidad. Estación 09, Isla Guadalupe. ....	42
Figura 16. Perfil de temperatura (°c), salinidad y densidad Potencial (Kg/m <sup>3</sup> ) vs profundidad. Estación 12, Isla Guadalupe. ....	43
Figura 17. Perfil de temperatura (°c), salinidad y densidad potencial (Kg/m <sup>3</sup> ) vs profundidad. Estación 17, Isla Guadalupe. ....	44
Figura 18. Perfil de temperatura (°c), salinidad y densidad potencial (Kg/m <sup>3</sup> ) vs profundidad. Estación 21, Isla Guadalupe. ....	44
Figura 19. Distribución horizontal de temperatura (°C) en la isobara de 10 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe. ....	45
Figura 20. Distribución horizontal de salinidad en la isobara de 10 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe. ....	46
Figura 21. Distribución vertical de temperatura (°C). Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 2. ....	47
Figura 22. Distribución vertical de salinidad. Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 2. ....	47
Figura 23. Crecimiento de la población de <i>A. townsendi</i> en Isla Guadalupe durante 53 años. (Gallo Reynoso et al., 2005.).....	50
Figura 24. Trayectoria de tres hembras de <i>A. townsendi</i> registradas con telemetría en el verano de 1992 (Gallo-Reynoso 1994).....	60

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla I. Categorías por sexo y edad en el lobo fino de Guadalupe.....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla II. Número total de copros colectados en 5 zonas de ocupación de <i>A. townsendi</i>. .....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla III. Familias de cefalópodos y peces encontrados como presas de <i>A. townsendi</i> en colecta de copros en Isla Guadalupe durante 2006 y 2007.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla IV. Importancia de las principales presas identificadas en muestras de copros de <i>Arctocephalus townsendi</i>.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla V. Matriz de datos para estimar el porcentaje de aparición y abundancia de cada presa .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla VI. Nivel trófico de presas de <i>Arctocephalus townsendi</i> .....</b>	<b>40</b>

---

## I. Introducción

---

### I.1 Introducción general

*Arctocephalus townsendi* (Merriam, 1897), el lobo fino de Guadalupe es la única especie representativa del género *Arctocephalus* en el hemisferio Norte, la cual fue cazada durante el siglo pasado llevando su población cerca de la extinción en 1894 (Townsend, 1931). Anterior a esto se habían registrado desde Monterrey Bay, California hasta las Islas de Revillagigedo, México (Fleischer 1987, Hanni *et al.*, 1997). Posteriormente la captura de dos adultos machos en Isla Guadalupe en 1928 confirmó la presencia de esta especie (Townsend, 1931), sin embargo, no se observaron otra vez hasta 1954 (Hubbs, 1956). La zona de crianza y reproducción del lobo fino de Guadalupe es principalmente en Isla de Guadalupe, México. En 1977 se reconoció otra zona en Isla San Benito del Este, Baja California (Maravilla-Chavez y Lowry, 1999) y se reportó el nacimiento de una cría en Isla San Miguel, California (Melin y deLong, 1999). Algunos individuos se han varado o han sido observados también en el norte de Blind Beach, California (38°N 26' 10" N, 123°N 07' 20" W); adentro del Golfo de California y también en el área de Zihuatanejo, México (17°N 39' N, 101°N 34'W). Se considera que la población está formada por un solo stock, es decir, todos los individuos son descendientes de una sola colonia de reproducción en Isla Guadalupe (Hanni *et al.* 1997; Aurióles-Gamboa y Hernández-Camacho 1999).

Esta tesis describe la biología general del lobo fino de Guadalupe y algunos parámetros de la población, los cuales han sido poco estudiados debido a lo inaccesible de su ambiente. El conocimiento de esta población puede ayudar a entender a esta y otras poblaciones de mamíferos marinos en peligro de extinción, ya que el lobo fino de

Guadalupe se recuperó de una casi extinción y ofrece una oportunidad de estudiar y comparar tasas de crecimiento y otras características con animales que han pasado o pasan por circunstancias similares.

## I.2. Antecedentes

Se han estudiado algunos aspectos de la biología del lobo fino de Guadalupe; sin embargo, la información disponible acerca de sus hábitos alimentarios es escasa (Gallo-Reynoso, 1994). Algunos autores piensan que se puede alimentar de presas similares a las de otros pequeños otáridos como son calamares y peces pequeños si son abundantes en la zona (Antonelis y Fiscus, 1980; Seagars, 1984).

Dentro de los pocos documentos existentes sobre su alimentación, se encuentran el de Fleischer (1978), quien reporta un pico de cefalópodo en el vómito de un individuo y el de Gallo-Reynoso (1994), quien a partir de cinco excretas colectadas en la Isla de Guadalupe, encontró varias especies de calamares, destacando entre ellas *Onychoteuthis banksii*. En otro estudio el contenido estomacal de cuatro lobos finos varados en las costas de California se identificaron picos de cefalópodos de *Loligo opalescens* y *Onychoteuthis borealijaponica*, y algunos otolitos de *Citharichthys sordidus*, *Lampanyctus*, *Protomyctophum* y *Scopelogadus* sp. (Hanni *et al.*, 1997).

No se conoce con exactitud la distribución y tamaño poblacional previo a la exhaustiva caza que llevo a la población al borde de la extinción, pero, se tienen aproximaciones basadas en paleoevidencias. La paleontología nos indica que esta especie de pinnípedo que hoy se encuentra tan restringida en geográficamente, anteriormente contaba con un amplio margen de distribución. Se cree que pudo haberse extendido a lo largo de la costa oeste de Norteamérica desde las Islas Revillagigedo en México hasta la Bahía de Monterey, California y posiblemente a las Islas Farallón. El tamaño de la población antes de la caza comercial de siglo XIX es poco conocida, pero se estima un rango de alrededor de 20,000 a 100,000 individuos (Wedgforth, 1928; Hubbs, 1956; Fleischer, 1987). La población estimada para 1993 fue alrededor de 7,408 individuos. La población estimada fue derivada multiplicando el número de crías (contadas y estimadas) por un factor de 4.0 (Gallo-Reynoso, 1994).

*Arctocephalus townsendi* está en la lista de especies amenazadas en los EE UU y también está clasificado como especie vulnerable por la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los recursos naturales (Wickens y York 1997). *A. townsendi* y la Isla de Guadalupe están actualmente protegidas por las leyes mexicanas (Bonner 1994). De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana-059-ECO-1994, *Arctocephalus townsendi* está clasificado como en peligro de extinción.

### **1.3. Biología del lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*)**

#### **I.3a. Características generales**

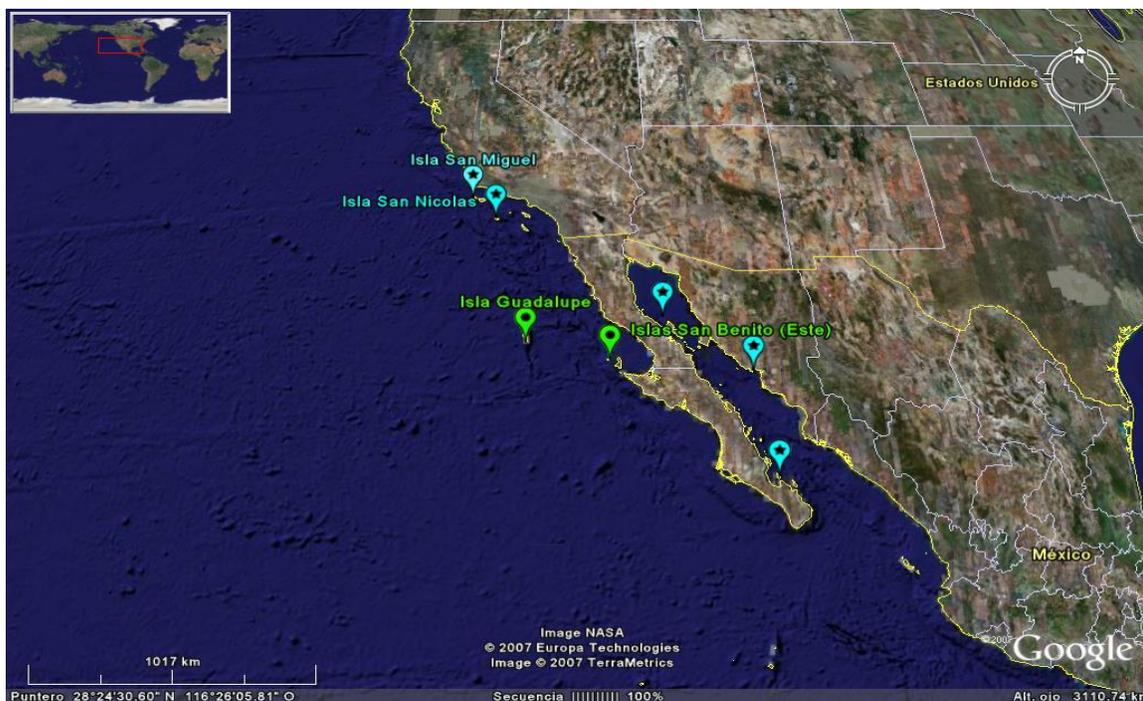
Los otáridos (*Otariidae*), familia a la que pertenece el género *Arctocephalus*, tienen un cuerpo alargado, con el cuello delgado y oído externo. Sus miembros anteriores son largos y sus aletas están desprovistas de pelo, los testículos son escrotales (King, 1983). *A. townsendi* (Fig.1) es de tamaño medio y presenta dimorfismo sexual (Wickens y York 1997). Los machos miden en promedio 180 cm desde los orificios nasales hasta la cola y pesan 160-170kg (Bonner,1994); los machos territoriales miden de 190.2 cm (Gallo-Reynoso-Reynoso y Figueroa-Carranza, 1996). Las hembras son ligeramente más pequeñas, miden en promedio 120 cm, y pesan 40-50 kg (Bonner, 1994). Los neonatos miden aproximadamente 60 cm, su pelaje es denso, de color café oscuro y se extiende hacia las aletas. Su hocico es puntiagudo y largo, de color más claro (King, 1983).



**Figura 1. Lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*, fotografía tomada por Julio C. H. Montoya)**

### **I.3b. Distribución**

Isla Guadalupe es la única zona de reproducción actual registrada para *A. Townsendi* (Melin y DeLong, 1999). Sin embargo una pequeña colonia de reproducción ha sido establecida en Islas San Benito (Fig. 2); alrededor de nueve crías fueron observadas entre una población de *Zalophus californianus* en agosto de 1997. Las crías eran demasiado pequeñas para haber viajado 266 km de distancia desde Isla Guadalupe. Se observaron también machos territoriales, otro indicador de que es una colonia de reproducción (Maravilla-Chavez y Lowry, 1999). Durante junio-septiembre de 1997, una hembra y una cría fueron registradas en Isla San Miguel, California, indicando reproducción, a 590km de la Isla Guadalupe (Melin y DeLong 1999). Ocasionalmente se desplazan hacia el Norte, a la costa sur de las Channel islands en California. Se han observado individuos jóvenes en la costa de Jalisco y algunos dentro del Golfo de California (Gallo-Reynoso, 1994; Maravilla y Lowry, 1997).



**Figura 2. Isla Guadalupe e Islas San Benito son las zonas de distribución actual del lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus Townsendi*). Avistamientos reportados en el Golfo de California e Isla San Miguel y San Nicolas.**

### I.3c. Hábitos alimentarios

Gallo-Reynoso (1994) obtuvo por medio de estudios de telemetría con tres hembras información sobre las zonas de alimentación del lobo fino. Los resultados indicaron que esta especie se alimentó entre los 23°00' y 31°00' N y entre los 114° y 122° W. De acuerdo con la ubicación de la lobera de isla Guadalupe, los sitios de alimentación pueden estar a una distancia de hasta 589 km al sureste de isla Guadalupe.

Los contenidos de heces de individuos varados en la costa de noreste de California cerca de la Isla Farallon incluyeron picos de calamares (38 *Loligo opalescens* y 3 *Gonatopsis*) en un individuo y 34 picos de calamares (*Onychoteuthis borealojaponica*) en dos individuos. En el tracto gastrointestinal del tercer individuo contenía 30 otolitos de *Citharichthys sordidus*, *Lampanyctus*, *Protomyctophum* y *Scopelogadus*, indicando una

dieta que incluye cefalópodos y peces (Hanni *et al.*, 1997). Los crustáceos también son un componente de la dieta de *A. Townsendi* (Nowak, 1991).

### **I.3d. Biología reproductiva**

La edad reproductiva del lobo fino de Guadalupe inicia alrededor de los 5 años para ambos sexos. La longevidad conocida de las hembras es de 23 años y de los machos es de 13 años. Su tasa de fecundidad es de 61.7%. En 1991 la tasa de natalidad fue del 18.75% (6,361 individuos), en 1992 del 12.16% (7,348 individuos) y en 1993 del 25% (7,408 individuos). Se desconoce la tasa de mortalidad. Se estima la estructura poblacional de *A. townsendi* como 26.4% de machos adultos, 4.7% de machos subadultos, 35.7% de hembras adultas, 9.7% de animales jóvenes, 22.1% de crías y 1.3% de animales indeterminados (Gallo-Reynoso, 1994).

### **I.3d. Comportamiento**

*Arctocephalus townsendi* es una especie poligínica, los machos adultos pelean por establecer territorios, en los cuales se puede encontrar de 4 a 12 hembras. Aparentemente, las hembras escogen el territorio con el mejor macho para parir y cuidar a la cría. Las hembras usualmente llegan a las zonas reproductivas a principios de junio. El período donde nacen las crías empieza en junio y se prolonga hasta principios de agosto. Las crías nacen con un peso de 5.6 kg, protegidas por un pelaje negro llamado “lanugo”, el cual cambia durante el destete por una capa color café-plateado. Después de 7-8 días del parto la hembra se aparea con el macho y al mismo tiempo empieza una etapa de alimentación intensiva en el mar, lo que da inicio a un ciclo alternado de alimentación con visitas a tierra para amamantar a la cría. La hembra está en el mar durante 9 a 13 días y regresa a tierra por 5 a 6 días. Las crías son destetadas entre los ocho y nueve meses de edad durante febrero y marzo (Gallo-Reynoso, 1994).

## I.4. Justificación

Actualmente los pinnípedos mexicanos están considerados dentro de los grupos animales más importantes para la conservación en territorio insular y costero de México: las cuatro especies vivas se encuentran clasificadas en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, en la cual se establece a *Arctocephalus townsendi* (lobo fino de Guadalupe), como vulnerable (IUCN, 1993). De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana-059-ECO-1994, *Arctocephalus townsendi* está clasificado como en peligro de extinción.

Estos estatus de conservación muestran la necesidad de realizar estudios que proporcionen información necesaria para el manejo y toma de decisiones correspondientes a la especie y los ecosistemas que esta ocupa. El estudiar los hábitos alimenticios de *Arctocephalus townsendi*, así como su relación con el medio marino, es de vital importancia para comprender el grado de dependencia a las variaciones oceanográficas e identificar las características del ecosistema que hacen favorable la presencia y distribución de esta especie. También podemos considerar a *Arctocephalus townsendi* como una especie indicadora de la salud del ecosistema, debido a que los depredadores tope, como los pinnípedos, pueden indicar cambios y degradación en el ambiente. Debido a esto, las variaciones en su abundancia, comportamiento o salud pueden ser indicadores de cambios en el ambiente. Por lo cual es imprescindible contar con la información de abundancia de la especie en las zonas geográficas de mayor representatividad, así como conocer las especies de organismos de los cuales se alimenta.

## I.5. Hipótesis

### *Estructura y Tamaño Poblacional.*

- **Ho:** El Tamaño poblacional de *Arctocephalus townsendi* no presenta crecimiento.
- **Ha:** El Tamaño poblacional de *Arctocephalus townsendi* continua en crecimiento como es la tendencia en los últimos 50 años.

### *Hábitos alimentarios*

- **Ho:** Los hábitos alimentarios de *Arctocephalus townsendi* son semejantes a otras especies de otaridos que habitan en la localidad.
- **Ha:** Los hábitos alimentarios de *Arctocephalus townsendi* son diferentes a otras especies de otaridos que habitan en la localidad.

### *Caracterización Oceanográfica de Aguas adyacentes a Isla Guadalupe*

- **Ho:** Las aéreas de surgencia en las aguas adyacentes a isla Guadalupe coinciden con las zonas de distribución de *Arctocephalus townsendi*.
- **Ha:** Las aéreas surgencia en las aguas adyacentes a isla Guadalupe no coinciden con las zonas de distribución de *Arctocephalus townsendi*.

## **I.6. Objetivos**

### **I.6a. Objetivo general**

Describir la distribución, abundancia y estructura alimentaria de la especie *A. townsendi* en Isla Guadalupe en relación a las características oceanográficas de las aguas adyacentes a isla Guadalupe

### **I.6b. Objetivos particulares**

- Realizar una descripción de la salinidad y temperatura en aguas adyacentes a isla Guadalupe.
- Determinar la profundidad de la termoclina en el verano del 2006, en aguas adyacentes a isla Guadalupe.
- Identificar la presencia de giros oceánicos o surgencias en aguas adyacentes a Isla Guadalupe.
- Determinar la estructura de la población *Arctocephalus townsendi* por categorías de sexo y edad en época reproductiva en isla Guadalupe.
- Estimar la distribución y abundancia de la especie *A. townsendi* en Isla Guadalupe durante la época reproductiva.
- Identificar los hábitos alimentarios de *Arctocephalus townsendi* en Isla Guadalupe.

---

## II. Materiales y Métodos

---

### II.1. Área de estudio

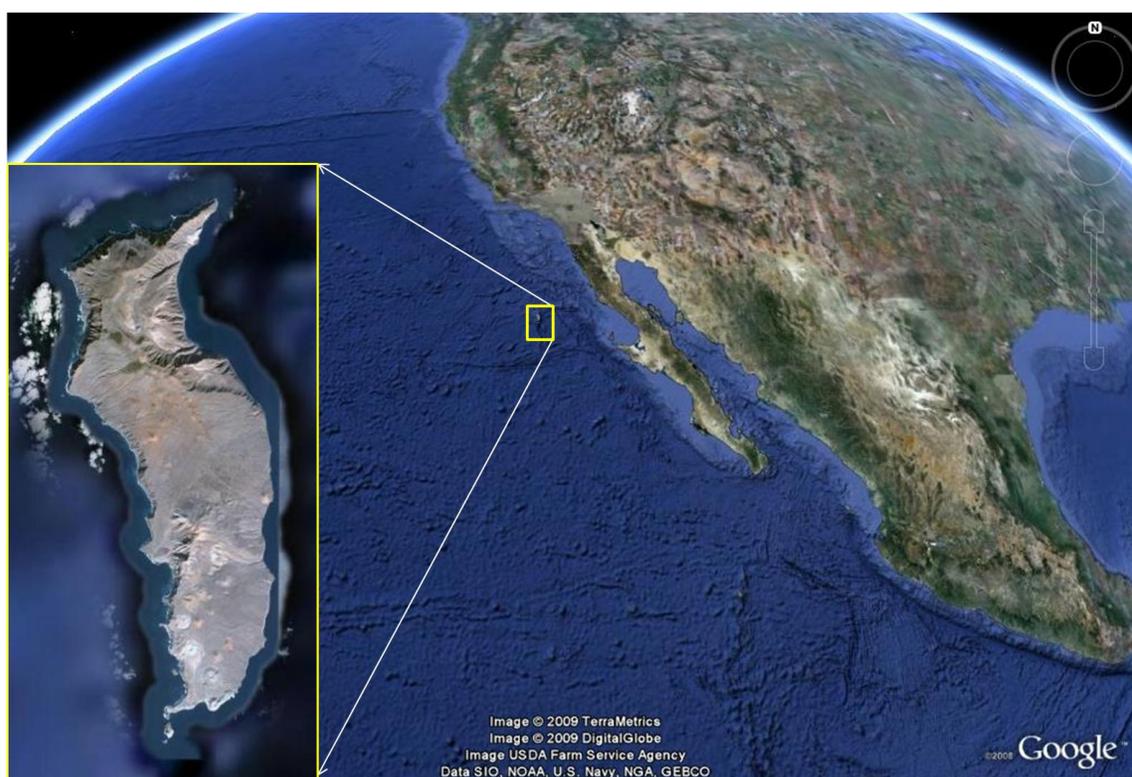
La reserva de la Biósfera Isla Guadalupe es de origen volcánico y se encuentra localizada a 240 km al suroeste de Ensenada, Baja California (29°00'N, 118°15'30"W); La superficie de la porción terrestre es de 250 km<sup>2</sup> (Fig.3). Presenta una longitud de 35.40km y 6.44-11.26 km de ancho. La máxima elevación es acerca de 1,300 m. La superficie de las aguas circundantes es de 4,519.71 km<sup>2</sup>. El total de superficie terrestre y aguas adyacentes protegidas, como área de amortiguamiento, es de 4,769.71 km<sup>2</sup>. (Berdegué, 1957).

La isla de Guadalupe se encuentran en la región Sur del altamente productivo Sistema de la Corriente de California (SCC), que se caracteriza por la advección de aguas frías del fondo, ricas en nutrientes, que afloran a la superficie desde un nivel inferior al de la termoclina; dicho fenómeno oceanográfico es conocido como surgencia. La conjunción de aguas ricas en nutrientes con abundante luz solar, genera una alta productividad, que explica la riqueza de vida en las aguas de la región. Hay presencia ocasional de la influencia de eventos meteorológicos-oceanográficos conocidos como eventos de “El Niño”

Con relación a la fauna regional destaca el hecho que la intensidad y duración de las surgencias, influencia eólica, topografía de la costa, batimetría y aporte de agua dulce, determinan la abundancia y disponibilidad estacional de una gran riqueza de especies marinas en esta región.

La Corriente de California forma parte del Sistema de la Corriente de California (SCC). Sverdrup y Fleming (1941) hicieron una de las primeras interpretaciones dinámicas de las corrientes en el área, estableciendo una fuerte conexión entre la circulación oceánica y los vientos superficiales (Hernández de la Torre *et al.*, 2005).

La Corriente de California es una corriente que fluye desde Canadá, hasta el Sur de la Península de Baja California, donde vira hacia el Oeste. Las surgencias consistentes en la costa del Pacífico de la Península de Baja California y la abundante radiación solar hace de esta región marina una de las más productivas del mundo (Hickey 1979).



**Figura 3. Área de estudio, Isla Guadalupe, México.**

## II.2. Estructura y tamaño poblacional.

Con el fin de conocer la abundancia y estructura de la población de *Arctocephalus townsendi* en Isla Guadalupe se realizaron conteos del número de individuos por categorías de sexo y edad en la temporada de verano 2006. El censo se realizó recorriendo la periferia de Isla Guadalupe y sus islotes: Torro, Zapato y Morro Prieto. La finalidad de recorrer toda la costa de la isla y sus islotes es corroborar la distribución de *A. townsendi* antes descrita por Gallo-Reynoso 2004, la cual limita la distribución a la costa este y sur de isla Guadalupe.

Los conteos e identificaciones se realizaron con binoculares 20x70. Los conteos fueron realizados desde pangas de pescadores, realizando recorridos frente a la costa con un margen de distancia de 10 a 25 metros. Dentro del conteo se realizó una categorización por edad y sexo (Tabla II) propuesta por Fleischer (1978), Antonelis y Fiscus (1980) y Gallo-Reynoso (1994).

**Tabla I. Categorías por sexo y edad en el lobo fino de Guadalupe.**

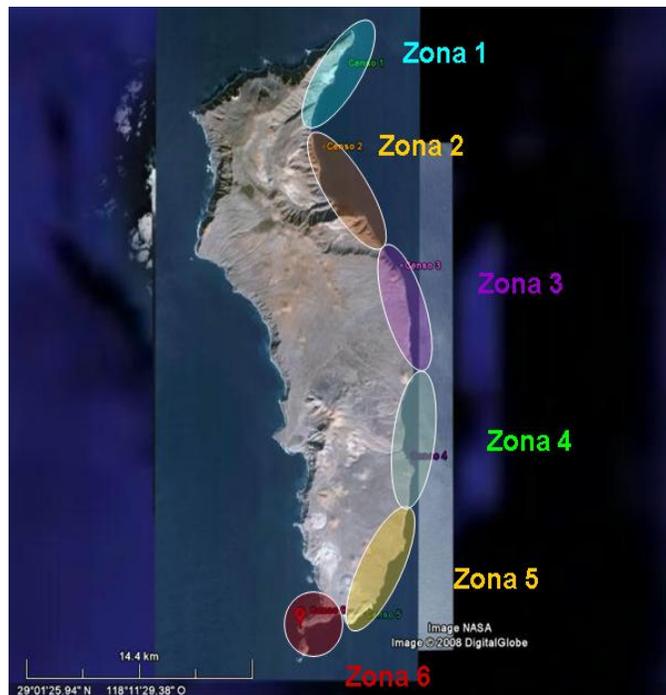
<b>Clases de Edad</b>	<b>Características</b>	<b>Largo promedio (cm)</b>	<b>Peso promedio (kg)</b>
Machos Adultos	Café oscuro con una coloración más clara en el pecho	200	188.1 ± 26.8
Machos Subadultos	Animales más pequeños que los machos adultos	180	124
Hembras	Entre café oscuro y gris	148.2 ± 8	49.1 ± 5.7
Juveniles	Animales pequeños del mismo color que las hembras pero más grandes que las crías	---	---
Crías	Pelo negro	50	5.3

Cuando no fue posible clasificar a los organismos en alguna de las categorías antes mencionadas, se incluyeron en la categoría INI (Individuo No Identificado). Esto se debió principalmente a condiciones ambientales adversas como oleaje de alta energía que dificultó nuestra cercanía a las loberas para la plena identificación de individuos, Así mismo, la complejidad en la topográfica de la zona rocosa intermareal, la cual les permite a los lobos resguardarse en cavidades rocosas, fungió como un obstáculo para la clasificación y conteo.

A los datos obtenidos por estos censos se les aplicó un factor de corrección, generado por censos desde tierra. Estos censos exceden el número de individuos detectados con respecto a los realizados en panga (algunos por más del 50%). El error de conteo varía de acuerdo con el sexo o la edad de los animales censados.

La costa de la isla muestreada fue dividida en 6 zonas de censo con la finalidad de obtener distribución y abundancia más detallada y a su vez la densidad de individuos presentes en Isla Guadalupe. La densidad poblacional se expresa en individuos por kilometro lineal de costa (Fig.4). Las zonas fueron determinadas de acuerdo a agrupaciones naturales que presenta la población de lobo fino en la Isla. Se estandarizó la dimensión de estas zonas a 8 km. de costa. Las zonas fueron numeradas de acuerdo a su orientación de norte a sur. En las primeras cinco zonas los censos se realizaron desde mar, la zona seis fue la zona control en la cual se realizaron censos desde mar y tierra.

La razón para no realizar todos los censos desde tierra es la poca accesibilidad a estos sitios, lo irregular de la topografía y principalmente la perturbación que pudiera causarse a los organismos, alterando el resultado del censo.



**Figura 4. Zonas de censo de *A. townsendi* en la costa de Isla Guadalupe.**

El censo fue desarrollado en agosto del 2006, mes en el que finaliza la temporada de nacimientos correspondientes al ciclo reproductivo de *A. townsendi*, lo cual permite observar una mayor presencia de las clases de edad y sexo, ya que los machos dominantes de cada “leke” (área territorial dominada por un macho) incluyen hembras en celo, gestando y lactando, así como crías recién nacidas y machos subadultos merodeando los territorios.

Las navegaciones se efectuaron en un solo día en un lapso de 13 horas, con la finalidad de disminuir la posibilidad de recontar individuos. Así mismo, el censo de la zona 6 se realizó de forma paralela en tierra y mar, obteniendo la diferencia del alcance de observación de dos métodos de censo en un mismo tiempo y espacio.

### II.3. Hábitos alimentarios.

Con la finalidad de identificar la estructura alimentaria de *A. townsendi*. Se colectaron 63 muestras de copros correspondientes a individuos adultos y juveniles, los cuales se alimentan de organismos que presentan en su anatomía estructuras duras, difíciles de procesar mediante la digestión.

La colecta de estas muestras se realizó en 5 diferentes zonas de ocupación de la especie donde previamente se habían realizado los censos a lo largo de la costa de Isla Guadalupe (Fig. 5).



Figura 5. Zonas de Colecta de copros de *A. townsendi* en Isla Guadalupe.

Se realizaron 4 muestreos en un periodo de 10 meses de julio del 2006 a abril del 2007. Cumpliendo casi en su totalidad el ciclo anual reproductivo de *A. townsendi*. (Tabla II).

**Tabla II. Número total de copros colectados en 5 zonas de ocupación de *A. townsendi*.**

Muestreo	Fecha	Num. de colectas	Zona	Localidad
1er	14-Julio-06	2	1	Campo norte
2do	17-Agosto-06	1	2	Dos arroyos
		6	3	Campo lima
	18-Agosto-06	9	3	Campo lima
		6	4	Punta proa
3er	21-25 Noviembre-06	9	5	Campo sur
4to	02-Abril-07	4	5	Campo sur
	03-Abril-07	9		
	04-Abril-07	10		
	05-Abril-07	7		
		Total 63		

No hubo dificultad en distinguir los copros de lobo fino con respecto a los de otros pinnípedos que habitan en las isla ya que la distribución espacial de las especies es muy clara. De igual manera fue muy útil la diferencia evidente en tamaño, consistencia y color de copros de lobo fino. Dichas estructuras presentan una coloración café oscuro junto con una notable textura fibrosa a diferencia de *Zalophus californianus* la otra especie de otarido que habita en la Isla. *Z. californianus* presenta copros de coloración café claro y consistencia muy poco firme.

Las heces colectadas fueron depositadas en bolsas de plástico de manera individual por evento de excreción. Se etiquetaron con número de unidad colectada, fecha y localidad. Las heces de crías no fueron colectadas, debido a que su alimentación está basada en leche materna, aun no ingieren alimento sólido y no aportan estructuras duras que puedan ser identificadas.

Las muestras se examinaron para extraer las estructuras duras como otolitos, sagita y picos de cefalópodos de los organismos de los cuales se alimentaron y así identificar las especies presa que forman la dieta de *A. townsendi*, así como relacionarlo a las áreas de alimentación y disponibilidad de alimento.

### **II.3a. Tratamiento de muestras en laboratorio.**

Con la finalidad de ablandar y descomprimir los copros, así como disminuir el mal olor que generan y la proliferación de bacterias, las muestras se dejaron reposar por un periodo de 24 horas, sumergidas individualmente en Calgón el cual es un jabón dispersante que facilita la descomposición de los copros.

Posteriormente a las muestras se les aplicó un proceso de tamizado en el cual pasaron de manera individual cada una de las muestras por un juego de 6 tamices de diferente luz de malla, ingresando cada muestra desde el tamiz de mayor apertura (2.0 mm) hasta el de menor (0.125 mm), así se mantuvieron en enjuague constante de agua corriente hasta disolver la materia blanda. Mediante estas acciones se logró separar por fragmentos de tamaño los componentes duros de las muestras, para una identificación posterior. Los componentes duros de las muestras se almacenaron individualmente manteniendo el etiquetado del copro del cual provinieron. Para preservar las estructuras se almacenaron en seco los otolitos en contenedores de vidrio mientras que los picos de cefalópodos y otras estructuras aún no identificadas en contenedores de vidrio con alcohol.

La identificación de los otolitos se realizó mediante comparación al microscopio con fotografías de otolitos consultadas en literatura especializada (Fitch, 1966, 1967, 1968, 1970; Eschmeyer *et al.*, 1983; Fischer *et al.*, 1995; Fishbase: <http://www.fishbase.com>). Los picos de cefalópodos se identificaron mediante las claves de identificación de Iverson y Pinkas (1971) y Wolff (1984) complementado con Zuev y Nesis, 1971 y Fischer *et al.*, 1995.

## II.2b. Análisis de dominancia de presas

Se organizaron matrices de datos por cada copro para estimar el porcentaje de aparición y abundancia relativa de cada presa mediante el Índice de Importancia (IIMPi) de acuerdo a García (1999):

$$IIMPi = \frac{1}{U} \sum_{j=1}^u \frac{x_{ij}}{X_j} \quad (1)$$

Donde:

$x_{ij}$  = Número de observaciones del taxón  $i$  en el copro  $j$

$X_j$  = Número de estructuras totales identificables en el copro  $j$

$u$  = Número de apariciones o copros en donde el taxon  $i$  se encontró

$U$  = Número de unidades de muestreo o copros sobre los cuales se contabilizaron las apariciones

Se consideran presas principales aquellas que presentan o rebasan el 10% del IIMPi (Lowry *et al.*, 1991; García 1995, 1999).

### II.2c. Análisis de diversidad.

La diversidad del espectro alimentario se determinó mediante el Índice de Shanon-Wiener ( $H'$ ). Empleando la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad (2)$$

Donde:

$p_i$  = Proporción de la presa  $i$  en los copros agrupados

$s$  = Número de especies

### II.2d. Análisis de amplitud del espectro trófico

Para poder determinar la condición de especialista o generalista se utilizó el Índice de Levins (Krebs, 1999) que emplea la siguiente fórmula:

$$B = \frac{1}{\sum p_j^2} \quad (3)$$

Donde:

$B$  = Amplitud del nicho

$p_j^2$  = Proporción del recurso  $j$  en la dieta

Los valores por debajo de este índice ( $B < 3$ ) indican una dieta especialista, en contraste los valores que superan ( $B > 3$ ) indican una dieta generalista (Gibson y Ezzi, 1987).

## II.2e. Análisis del grado de omnivoría

El Índice de Omnivoría se estimó con el algoritmo propuesto por Christensen y Pauly (1992), en el se muestra el comportamiento alimenticio del grupo consumidor. Si el depredador se alimenta de presas de un solo nivel trófico, el resultado final de este índice sería igual a cero. Este grado se calcula con la siguiente fórmula:

$$OI = \sum_{j=1}^n (TL_j - TL)^2 * D_{cij} \quad (4)$$

Donde:

n = Número de grupos en el sistema

TL<sub>j</sub> = Nivel trófico de la presa

TL = Nivel trófico promedio de las presas

D<sub>cij</sub> = Fracción de la presa (j) en la dieta promedio del depredador (i).

## II.2f. Análisis de la posición trófica.

La posición trófica se determinó de acuerdo a Christensen y Pauly (1992) donde se propone que las especies se pueden colocar en niveles tróficos fraccionales. El detritus y los productores primarios tienen un nivel trófico igual a la unidad mientras que para los demás grupos, el nivel trófico (TL) del grupo (i) se define como uno más la suma de los niveles

tróficos de las presas multiplicado por la proporción de la presa en la dieta de las especies, este cálculo se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$TL = 1 + \sum_{j=1}^n D_{cij} * TL_j \quad (5)$$

Donde:

n = Número de grupos en el sistema

TL<sub>j</sub> = Nivel trófico de la presa (j)

D<sub>cij</sub> = Composición de la dieta. Proporción de la presa (j) en la dieta de las especies (i)

El nivel trófico de las presas fue obtenido a partir de la base de datos de Fishbase (<http://www.fishbase.org>) y de la literatura (Mearns *et al.*, 1981; Rau *et al.*, 1983).

### **II.3. Caracterización Oceanográfica de Aguas adyacentes a Isla Guadalupe.**

Se utilizó un CTD para describir la temperatura y salinidad, realizando lecturas continuas desde la superficie hasta los 100 metros de profundidad, estos parámetros oceanográficos serán de utilidad para interpretar la profundidad de la capa de mezcla en la columna de agua. Se realizaron ocho transectos (Fig. 6) perpendiculares a la costa, cada transecto constó de tres estaciones, realizando un total de 24 estaciones (Fig.7) alrededor de Isla Guadalupe.

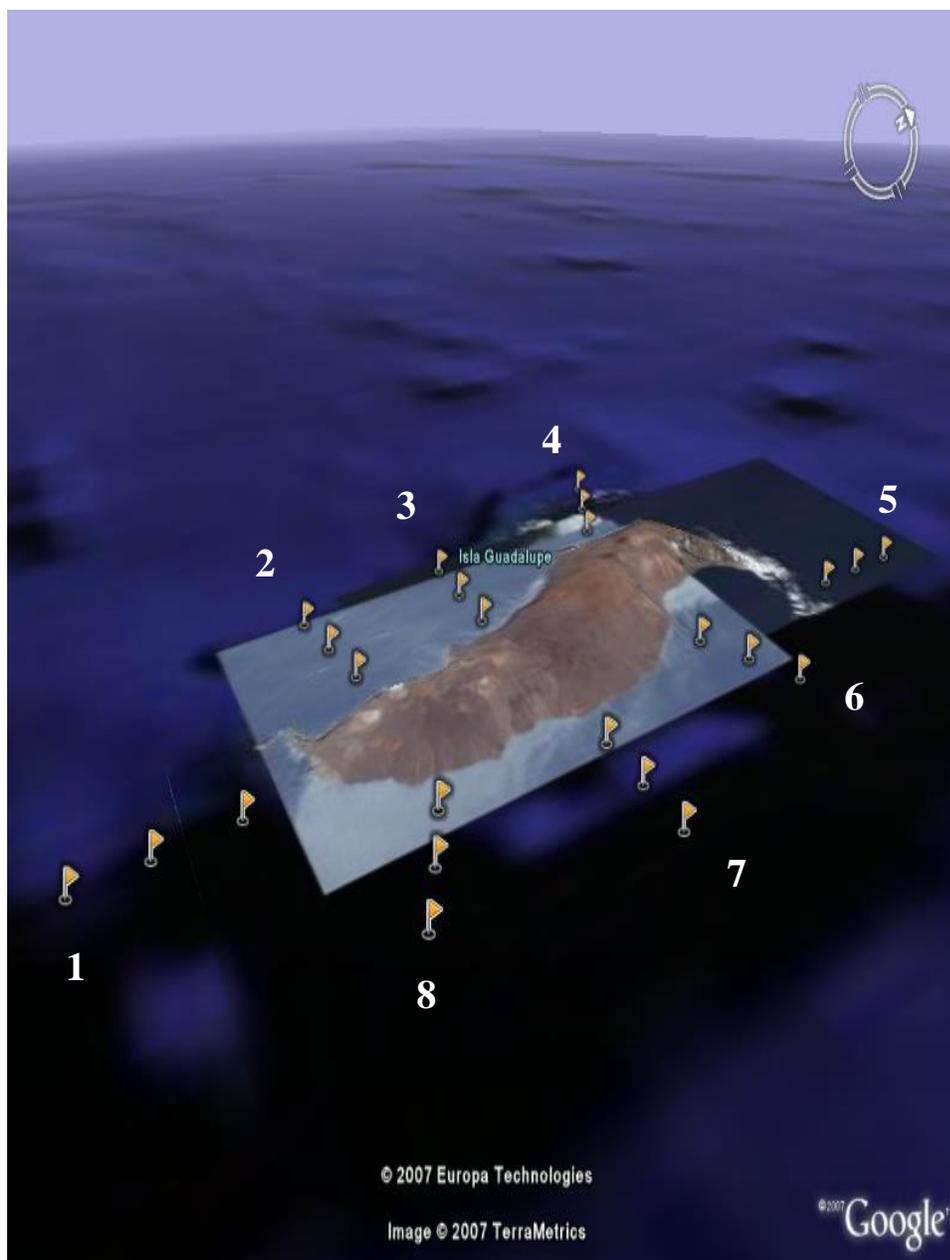


Figura 6. Transectos perpendiculares a la costa.

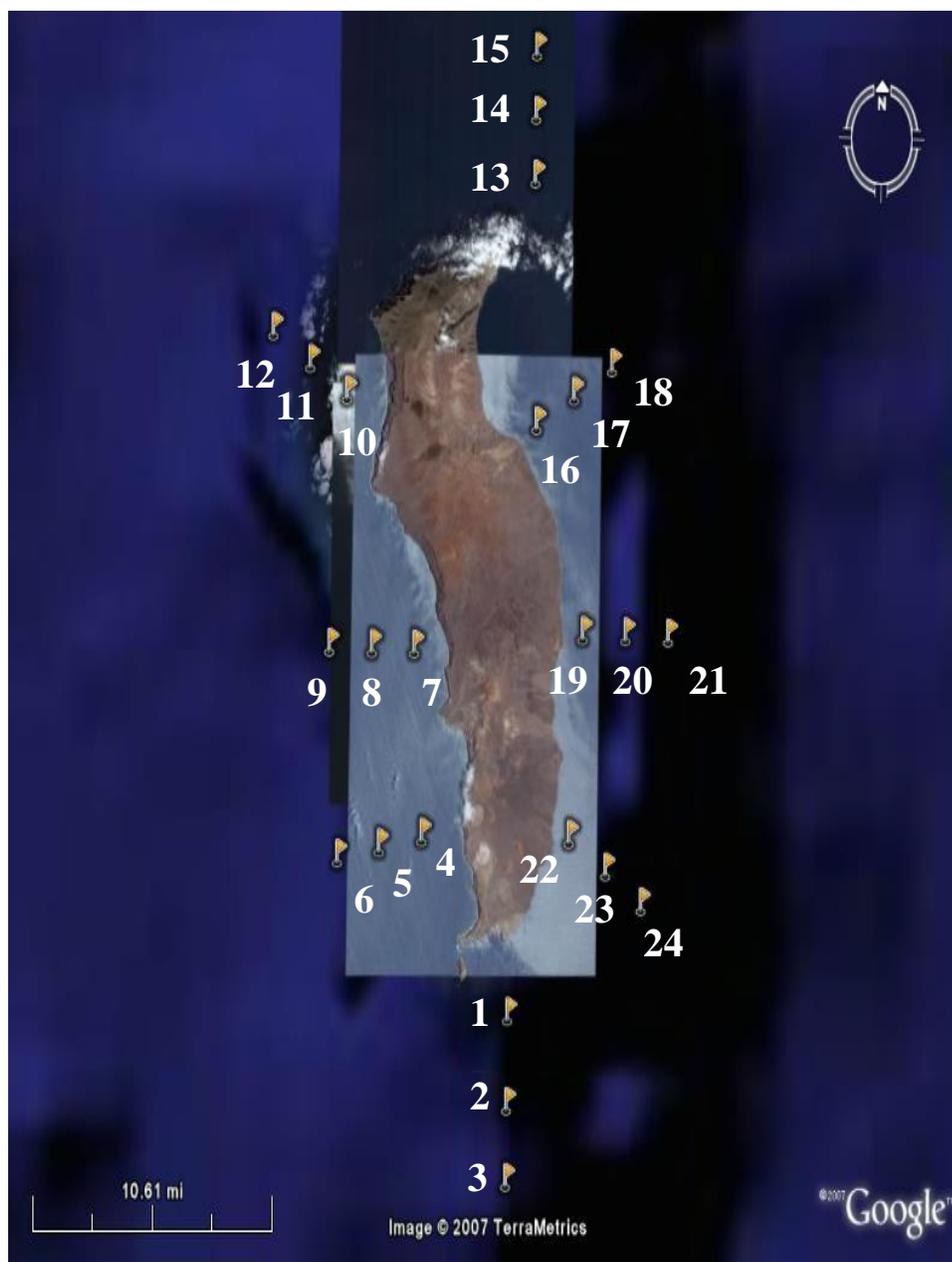


Figura 7. Estaciones de muestreo radiales a Isla Guadalupe.

### **II.3a. Procesamiento de datos.**

Los datos recuperados del CTD (Conductivity, Temperature, Depth) SEACAT PLUS-19 modelo MCTD, número de serie 1673M, SEABIRD ELECTRONICS. Se hizo un compilado que comprende 24 archivos correspondientes a las estaciones que se realizaron en forma radial adyacente a la isla.

El análisis de datos se hizo mediante el software provisto por la compañía diseñadora del equipo empleado ([www.seabirdelectronics.com](http://www.seabirdelectronics.com)). El paquete de análisis de datos es nombrado SBE Data Processing. Al programa de procesado se le anexaron los coeficientes de calibración que se obtuvieron en la recalibración del CTD en octubre de 2000. El tratamiento consistió en promediar los datos de temperatura, salinidad y presión cada decibar hasta 100 decibares (db). Los datos se trataron según la metodología de García Cordoba (2005). Finalmente cada archivo de datos se convirtió a un formato .asc para su posterior manejo.

### **II.3b. Perfiles de Temperatura, Salinidad y Densidad vs Presión.**

Para graficar los perfiles verticales se creó una rutina en MATLAB, la cual consiste en cargar los archivos procesados de temperatura, salinidad y presión. Con los datos de temperatura y salinidad se calculó la densidad potencial utilizando la función `sw_dens0.m` que resuelve la ecuación de estado para agua de mar y quitando el efecto de presión, función integrada en el paquete de SEAWATER versión 3.0 (Morgan, 2003). Una vez obtenida la densidad potencial se realizaron los perfiles individuales de cada estación donde se representa el perfil de temperatura, salinidad y densidad potencial contra profundidad. Para esto se utilizó la subrutina `floatAxisX.m` (Green, 1999), que crea los ejes con los rangos máximos y mínimos de las variables en cuestión.

### **II.3c. Perfiles horizontales.**

Con los datos individuales de las 24 estaciones se calcularon promedios cada 10 db hasta los 80 db en vista de que a esta profundidad todas las estaciones contenían información. Se construyeron tablas con los datos promediados de temperatura, salinidad y presión. En MATLAB se programó una rutina que graficará Isla Guadalupe con las estaciones en forma radial, a este mapa se empalmó los contornos de temperatura y salinidad empleando un interpolador cubico. Ya terminado el empalme fue necesario crear una rutina para blanquear los contornos interpolados para evitar líneas de contorno sobre la isla o en áreas donde no existe información de temperatura y salinidad.

### **II.3d. Perfiles por transecto.**

Se hicieron listas con los archivos incorporando los transectos realizados en campo, en total se crearon ocho archivos, cada lista contenía tres estaciones con los datos de temperatura, salinidad y presión. Las coordenadas de cada transecto se transformaron a distancias, cada transecto tiene una distancia de 6 Km. Al igual que los otros perfiles fue necesario crear una rutina en MATLAB donde se integraran tres estaciones correspondientes a cada transecto, teniendo los datos aceptados por el programa se hizo una interpolación cúbica donde se tenía como origen del transecto a la estación cercana a la costa (km cero), la más lejana a la costa como el final del transecto (km 6) y una estación intermedia (km 3). Para realizar la interpolación primero se diseñó una malla con la distancia en el eje X (0-6 km) y profundidad en el eje Y (0-100 db), teniendo la malla se hizo la interpolación ya mencionada con los datos de temperatura y salinidad.

### **II.3e. Diagrama T-S**

Se implementó una malla con los rangos de temperatura (5-23 °C) eje “X” y salinidad (33.3-34.15 UPS) eje “Y”, con la función `sw_dens.m` que resuelve la ecuación de estado del agua de mar contenida en la paquetería del SEAWATER versión 3.0 (Morgan, 2003). Se calculó la densidad para graficar los contornos de densidad típicos del océano. En esta misma malla se graficaron los datos de cada estación, temperatura vs. salinidad, para identificar las masas de agua y analizar la calidad de los datos.

---

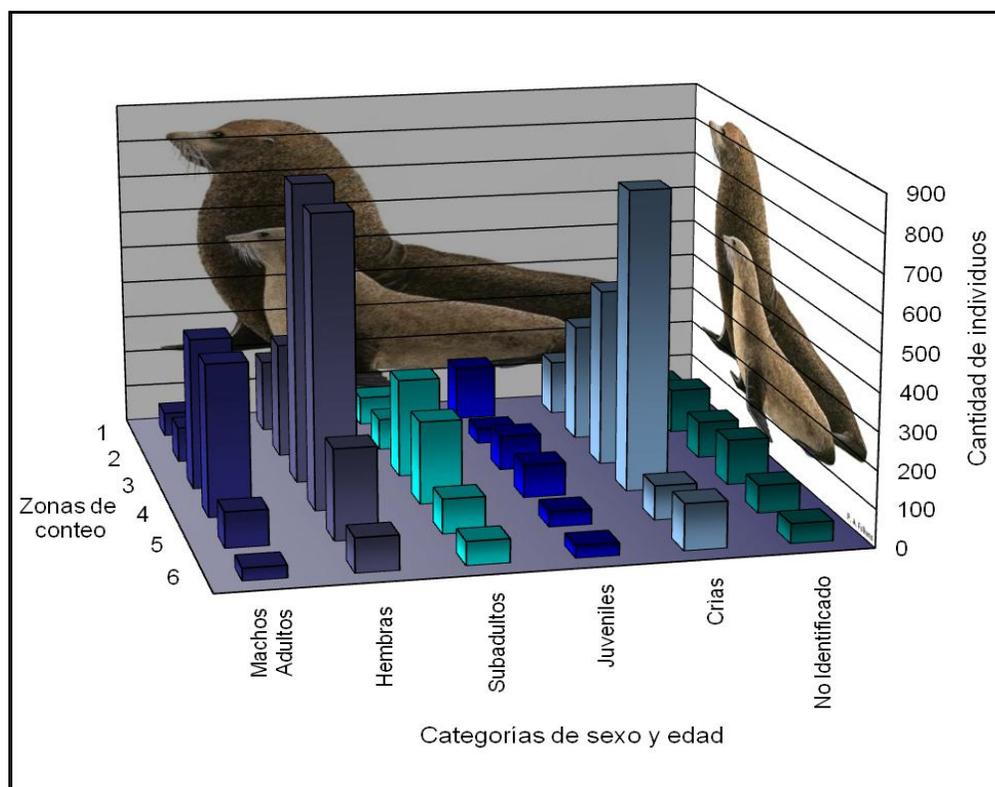
### **III. Resultados**

---

#### **III.1. Estructura y tamaño poblacional.**

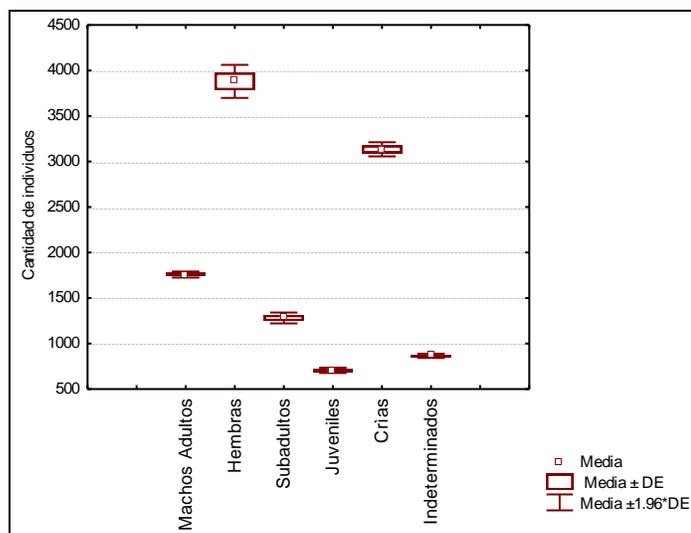
Se establecieron seis zonas de conteo en la costa de isla Guadalupe. Las zonas 1, 2, 3, 4, 5, fueron equidistantes con un promedio de 8 km de línea de costa por zona de conteo, la zona 6 corresponde a la parte sur de la isla, esta zona tiene 4 km de línea de costa y fue en ella en donde se realizaron los conteos comparativos entre lecturas de tierra y mar. La distribución de *Arctocephalus townsendi* se presentó en la costa este y sur de la isla. En la parte central de la costa Este se encontró la mayor cantidad de individuos, dicho lugar corresponde a la zona 3 y 4 con 2,144 y 2,428 individuos respectivamente (Fig.8). De manera inversa se identificaron las zonas 1 y 5 con menor cantidad de individuos 702 y 635 respectivamente.

La mayor densidad poblacional se presentó en la zona 4 con  $303.5 \pm 17.3$  ind/km y la menor densidad fue de 79.3 ind/km correspondiente a la zona 1.



**Figura 8. Distribución y abundancia de *Arctocephalus townsendi* por categorías de sexo y edad a lo largo de las diferentes zonas de conteo.**

Se realizaron tres censos poblacionales de *Arctocephalus townsendi* en dos días. Se obtuvieron tres repeticiones de los datos lo que generó una media poblacional para cada categoría de sexo y edad (Fig.9).

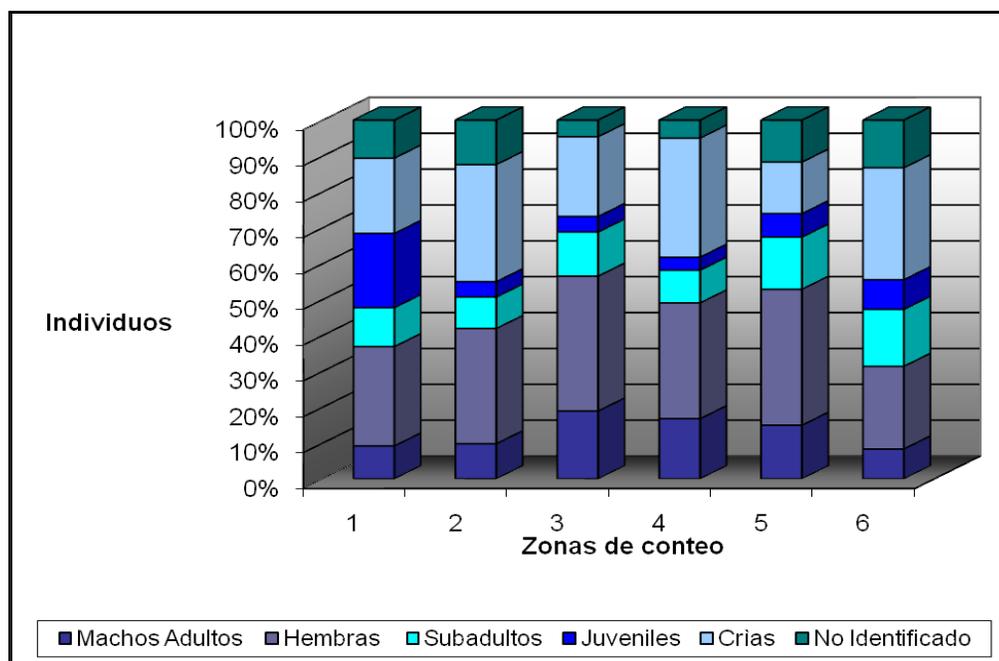


**Figura 9. Media poblacional de cada categoría de sexo y edad de *Arctocephalus townsendi***

En cada una de las zonas de conteo se identificaron diferentes porcentajes de las categorías de sexo y edad de *Arctocephalus townsendi*. En las seis zonas el porcentaje dominante fue el de las hembras seguidas por el de crías. Los juveniles en la mayoría de las zonas presentó menor porcentaje de aparición.

El porcentaje de la estructura por sexo y edad se realizó con un número de muestra distinto para cada zona. La zona 1 con una  $n = 702$  individuos, la zona 2  $n = 962$ , zona 3  $n = 2,144$ , zona 4  $n = 2428$ , zona 5  $n = 635$  y zona 6  $n = 394$  (Fig.10).

A pesar de la diferencia en cantidad de individuos registrados para cada zona de conteo, dentro de las variaciones por categorías de sexo y edad, se puede observar una continuidad en las proporciones en todas las zonas. Evidenciando una estructura poblacional homogénea a lo largo de la costa de Isla Guadalupe.



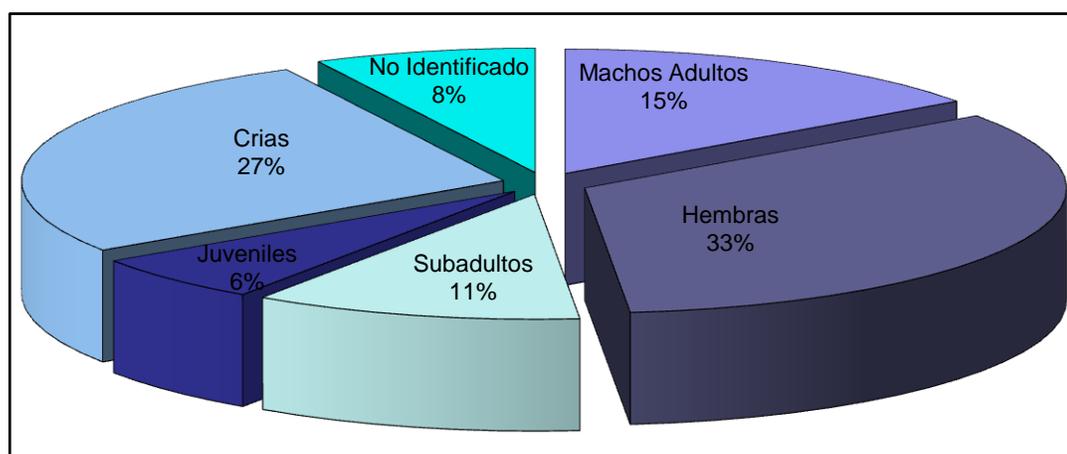
**Figura 10. Estructura por sexo y edad de la población de *Arctocephalus townsendi* en 6 zonas de conteo en Isla Guadalupe.**

Se aplicó un factor de corrección al resultado de los tres censos realizados. El factor se obtuvo de la diferencia de los conteos realizados en tierra contra los obtenidos desde mar. Ambos conteos se realizaron de manera paralela en tiempo y espacio.

El área de control para la obtención de este factor de corrección fue la zona 6, debido a la facilidad que se presenta para realizar los conteos desde tierra sin alterar, ni modificar la presencia de los lobos finos.

El censo realizado desde tierra supera en un 60% a los datos obtenidos desde una embarcación desde mar. Sin embargo sólo en una embarcación es posible acercarse a la costa lo suficiente sin generar perturbación en los individuos.

La estructura poblacional de *Arctocephalus townsendi* en Isla Guadalupe quedó conformada por cinco categorías de sexo y edad, siendo las hembras la categoría más dominante con  $3,880 \pm 92$  individuos, seguido por las crías con  $3,134 \pm 39.4$  individuos, posteriormente los machos adultos ocuparon el tercer lugar de abundancia con  $1758 \pm 17.0$  individuos, los subadultos ocuparon el próximo nivel inferior de abundancia con  $1281 \pm 30.4$  individuos, siguiéndoles los “no identificados” con  $865 \pm 12.0$  individuos, Los juveniles fueron la categoría que presentó menor proporción con  $706 \pm 15.2$  individuos (Fig. 11).



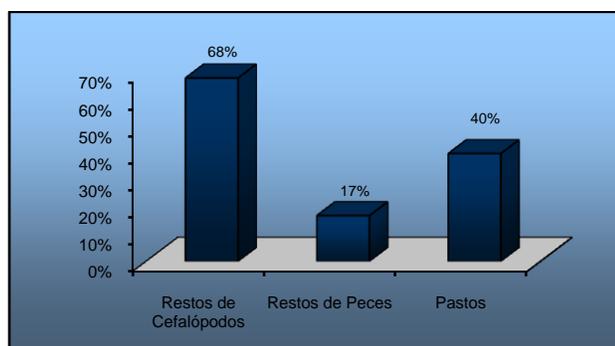
**Figura 11.** Porcentajes de las categorías de *Arctocephalus townsendi* presentes en Isla Guadalupe.

El total de la población de *Arctocephalus townsendi* estimado para el verano 2006 fue de  $11,625 \pm 88.2$  individuos.

### III.2. Hábitos alimentarios

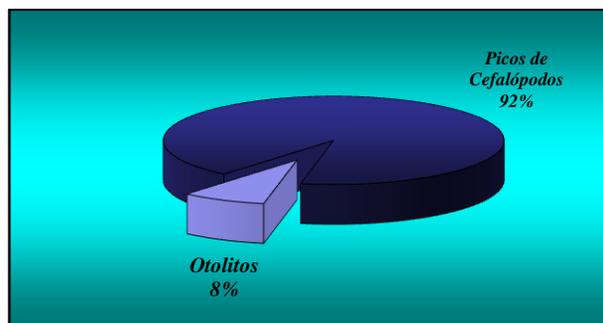
Durante el período de muestreo se colectaron 63 copros correspondientes a lobo fino de Guadalupe. De estas muestras solo 42 presentaron restos de presas consumidas.

Mediante el analizarse las muestras de heces se clasificaron las estructuras duras. Los restos cefalópodos significaron el mayor porcentaje de aparición en 28 de las muestras, mientras que siete muestras se incluían restos de peces. De manera notable se presentó un alto porcentaje de pastos marinos del genero *Phyllospadix* en 17 de las muestras (Fig. 12).



**Figura 12. Porcentaje de aparición de los diferentes tipos de presa en heces de lobo fino de Guadalupe. Estos porcentajes corresponden a una n = 362 restos de presas.**

Posterior al tamizado de las muestras de heces de lobo fino de Guadalupe se identificaron 362 piezas, representadas por 333 piezas de picos de cefalópodos y 29 otolitos de peces (Fig. 13).



**Figura 13. Frecuencia de Partes duras en muestras de heces del lobo fino de Guadalupe.**

El espectro trófico de *Arctocephalus townsendi* incluye un total de 7 especies de cefalópodos pertenecientes a 5 familias y 4 especies de peces incluidas en 3 familias. La mayoría de las estructuras duras extraídas de las heces pudieron identificarse hasta el nivel de especie (Tabla. III). Sin embargo dos estructuras óseas correspondientes a otolitos no pudieron identificarse debido al daño que presentaban las muestras.

En el espectro alimentario de *Arctocephalus townsendi* se identificó una riqueza específica de 11 especies registradas en el año 2006

**Tabla III. Familias de cefalópodos y peces encontrados como presas de *A. townsendi* en colecta de copros en Isla Guadalupe durante 2006 y 2007.**

<i>Familia</i>	<i>Especie de Cefalópodo</i>
Enoploteuthidae	<i>Enoploteuthis</i> sp.
Gonatidae	<i>Gonatus</i> sp.
Loliginidae	<i>Loligo opalescens</i>
Ommastrephidae	<i>Dosidicus gigas</i>
	<i>Eucleoteuthis luminosa</i>
	<i>Ommastrephes bartrami</i>
Onychoteuthidae	<i>Onychoteuthis banksii</i>

<i>Familia</i>	<i>Especie de Pez</i>
Clupeidae	<i>Sardinops sagax</i>
	<i>Sardinops caeruleus</i>
Merlucciidae	<i>Merluccius angustimanus</i>
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>

### III.2a. Análisis de dominancia de presas

La dieta del lobo fino de Guadalupe se encontró compuesta principalmente por cefalópodos. Las presas con mayor presencia, identificadas para el año 2006 fueron *Loligo opalescens* y *Onychoteuthis banksii*. (Fig. 14). Las especies de peces presa presentaron una baja proporción, sin embargo la familia con mayor presencia en las muestras fue Clupeidae.

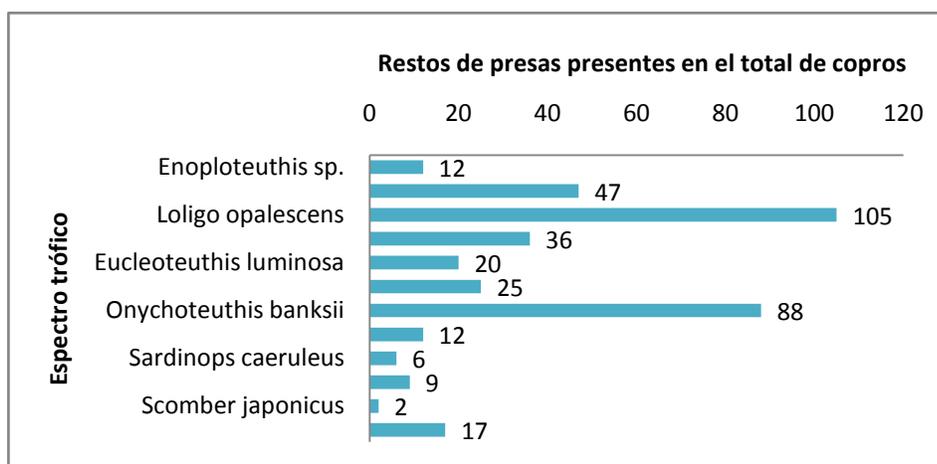


Figura 14. Restos de presas con mayor presencia en la dieta de *A. townsendi*

### III.2b. Índice de Importancia (IIMpi)

Mediante el índice de importancia podemos observar que los cefalópodos continúan teniendo los valores más altos. Se consideran presas principales aquellas que alcanzan o superan el 10% del *IIMPi* (Lowry *et al.*, 1991; García 1995,1999).

Este análisis señala como presas importantes a: *Gonatus* sp., *Loligo opalescens*, *Dosidicus gigas* y *Onychoteuthis banksii*. Ninguna de las especies de peces superó el 10% de *IIMPi*. (Tabla IV).

**Tabla IV. Importancia de las principales presas identificadas en muestras de copros de *Arctocephalus townsendi***

	<b><i>Especies Presa</i></b>	<b><i>IIMPi</i></b>
<i>Cefalópodos</i>	<i>Enoploteuthis</i> sp.	3.50
	<i>Gonatus</i> sp.	14.75
	<i>Loligo opalescens</i>	35.15
	<i>Dosidicus gigas</i>	13.02
	<i>Eucleoteuthis luminosa</i>	5.25
	<i>Ommastrephes bartrami</i>	7.83
	<i>Onychoteuthis banksii</i>	30.33
<i>Peces</i>	<i>Sardinops sagax</i>	6.00
	<i>Sardinops caeruleus</i>	3.00
	<i>Merluccius angustimanus</i>	6.50
	<i>Scomber japonicus</i>	1.00

Tabla V. Matriz de datos para estimar el porcentaje de aparición y abundancia de cada presa

Copros	Presas											
	<i>Enoplateuthis</i> sp.	<i>Gonatus</i> sp.	<i>Loligo opalescens</i>	<i>Dosidicus gigas</i>	<i>Eucleoteuthis luminosa</i>	<i>Onnastrephes barrami</i>	<i>Onychoteuthis banksii</i>	<i>Sardinops sagax</i>	<i>Sardinops caeruleus</i>	<i>Merluccius angustimanus</i>	<i>Scomber japonicus</i>	Pastos
Muestras	Cefalópodos						Peces					
M1												
M2												
M3			3				3					
M4												
M5			8	5								
M6	1	4			3	1						
M7			7	2			6					
M8								2		2		
M9												
M10								1		3		
M11												
M12		1	4				3					
M13												
M14								2			1	
M15		1		5								
M16		2		9		1						
M17	2				2		11					
M18										4		
M19												
M20			5	4			1					
M21								5	1			
M22												
M23												
M24		4				1	4					
M25	1		4			2	2					
M26				3	1	4						
M27		1	2				4					
M28												
M29												
M30								2			1	
M31		6		2								
M32			3			2	6					
M33												
M34												
M35												
M36												
M37	3		1	3		1						
M38		1	5		1		12					
M39												
M40												
M41												
M42		4	3		1		2					
M43												
M44								4	1			
M45	1		4	1			2					
M46		4	2			4						
M47												
M48		3	7				6					
M49												
M50		6	2		4	2						
M51			4				4					
M52			7	5			2					
M53	3	3				4						
M54												
M55												
M56	1		12			5						
M57		5	2	3	5		5					
M58		2	6	3			8					
M59												
M60												
M61												
M62			5		1		7					
M63												
Σ	12	47	105	36	20	25	88	12	6	9	2	17

### **III.2c. Análisis de diversidad**

Con relación a la diversidad de la dieta de *Arctocephalus townsendi* se obtuvieron valores aplicando el índice de Shannon-Wiener. *Arctocephalus townsendi* presentó una diversidad del espectro trófico de 1.02 bits/individuo.

### **III.2d. Amplitud del espectro trófico**

Los valores de amplitud del espectro trófico observados muestran que *Arctocephalus townsendi* es un depredador que basa su alimentación en pocos tipos de presas, ya que presentó un valor del índice menor a  $3 B = 1.26$ . Este valor sugiere que *Arctocephalus townsendi* es un depredador especialista.

### **III.2e. Grado de omnivoría.**

Se obtuvieron los niveles tróficos de los peces y cefalópodos que fueron presas en la dieta del *Arctocephalus townsendi*. Con la información de niveles tróficos de presas se aplicó el algoritmo propuesto por Christensen y Pauly (1992). Obteniendo el valor de 0.12 de índice de omnivoría. El valor cercano a cero sugiere que *Arctocephalus townsendi* se alimenta de presas ubicadas en un solo nivel trófico.

### **III.2f. Posición trófica**

La posición trófica también fue determinada aplicando el algoritmo propuesto por Christensen y Pauly (1992), en el que involucra el nivel trófico de las presas (Tabla VI) y la proporción de las presas en la dieta (Tabla VII). El nivel trófico de *Arctocephalus townsendi* se estableció en un valor fraccional de 4.29.

**Tabla VI. Nivel trófico de presas de *Arctocephalus townsendi***

	<i>Especies Presa</i>	<i>Posición trófica</i>
<i>Cefalópodos</i>	<i>Enoploteuthis</i> sp.	3.50*
	<i>Gonatus</i> sp.	3.05√
	<i>Loligo opalescens</i>	3.05√
	<i>Dosidicus gigas</i>	3.91*
	<i>Eucleoteuthis luminosa</i>	3.70*
	<i>Ommastrephes bartrami</i>	3.91*
	<i>Onychoteuthis banksii</i>	3.22*
<i>Peces</i>	<i>Sardinops sagax</i>	2.70*
	<i>Sardinops caeruleus</i>	2.69*
	<i>Merluccius angustimanus</i>	3.91*
	<i>Scomber japonicus</i>	3.35*

\*Nivel trófico estimado en fishbase.

√Valor obtenido de Mearns *et al* (1981).

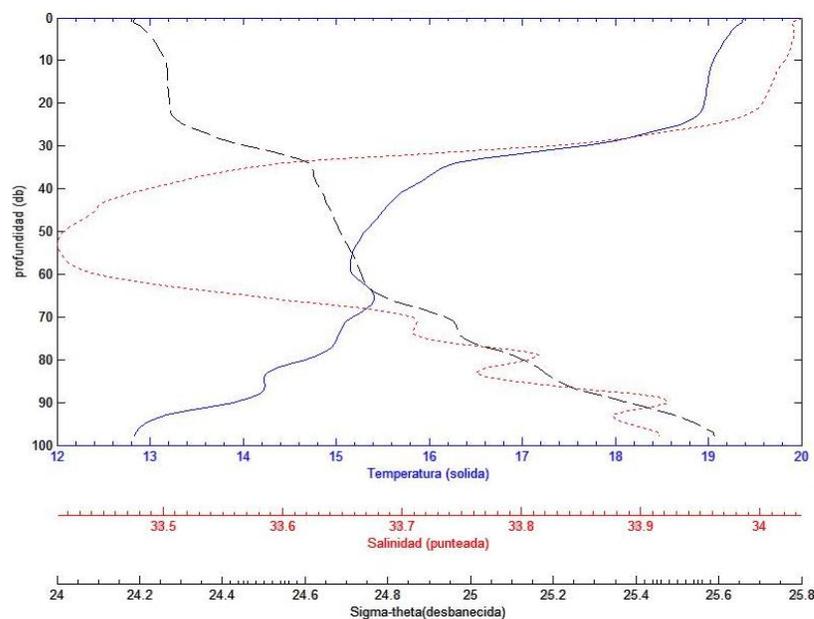
**Tabla VII. Proporción de presas de *Arctocephalus townsendi***

	<i>Especies Presa</i>	<i>Proporción</i>
<i>Cefalópodos</i>	<i>Enoploteuthis</i> sp.	0.033
	<i>Gonatus</i> sp.	0.13
	<i>Loligo opalescens</i>	0.29
	<i>Dosidicus gigas</i>	0.099
	<i>Eucleoteuthis luminosa</i>	0.055
	<i>Ommastrephes bartrami</i>	0.069
	<i>Onychoteuthis banksii</i>	0.243
<i>Peces</i>	<i>Sardinops sagax</i>	0.033
	<i>Sardinops caeruleus</i>	0.017
	<i>Merluccius angustimanus</i>	0.025
	<i>Scomber japonicus</i>	0.006

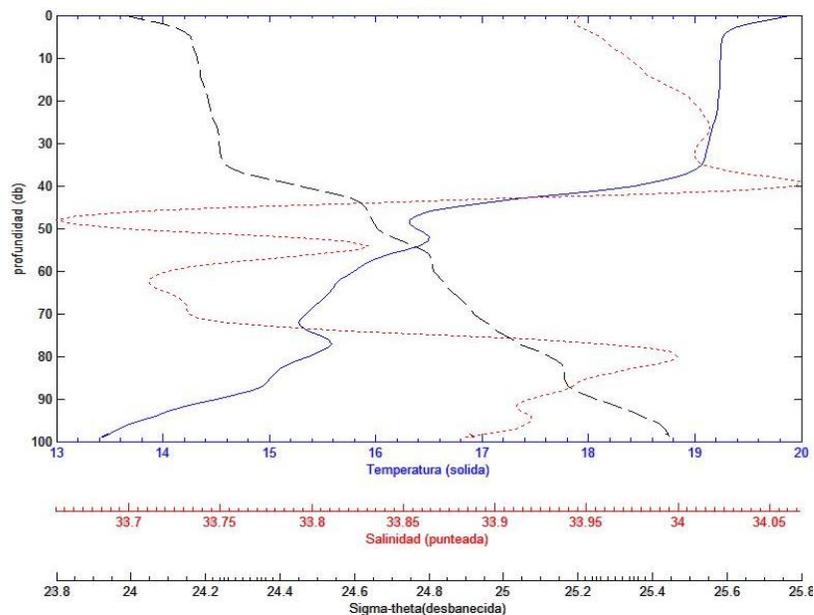
### III.3 Caracterización Oceanográfica de Aguas adyacentes a Isla Guadalupe.

Mediante el tratamiento de los datos oceanográficos captados por el CTD se logro obtener perfiles verticales que muestran el comportamiento de los parámetros de temperatura y salinidad en 24 estaciones radiales a Isla de Guadalupe.

Es posible identificar en las estaciones: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 (Anexo I) una termoclina estacional alrededor de los 30db. mostrando una variación en temperatura entre lo 20°C a los 17°C aproximadamente. Esta disminución en la temperatura va acompañada de una disminución en la salinidad conforme aumenta la profundidad, este comportamiento se refleja en la mayoría de las estaciones mencionadas, las estaciones 9 y 12 muestran de manera representativa el comportamiento descrito (Fig.15 y 16).

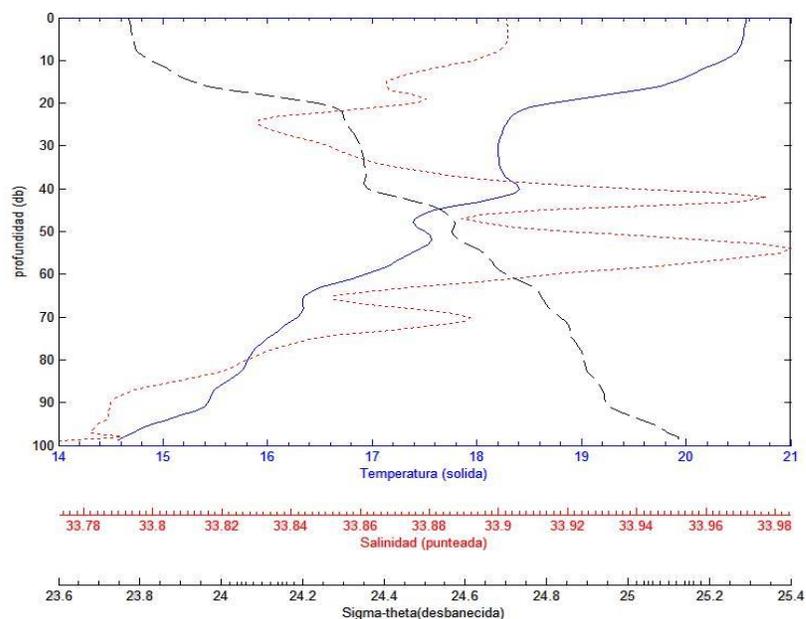


**Figura 15. Perfil de temperatura (°c), salinidad y densidad Potencial (Kg/m³) vs profundidad. Estación 09, Isla Guadalupe.**

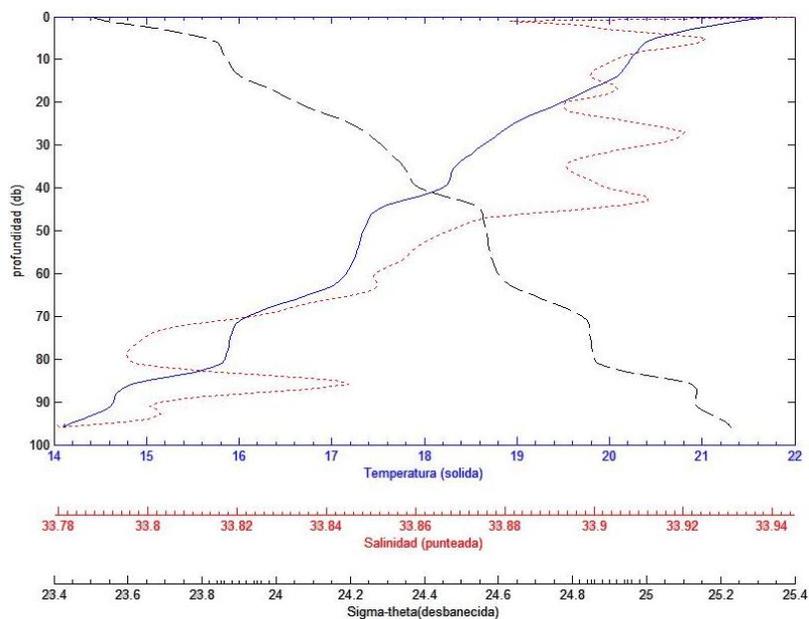


**Figura 16. Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad Potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 12, Isla Guadalupe.**

Un comportamiento diferente presentan los perfiles de temperatura y salinidad en las estaciones: 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24 (Anexo I). En estos perfiles podemos observar una continuidad en la disminución de la temperatura y casi en todos los casos acompañados por el mismo comportamiento en la salinidad, las estaciones 17 y 21 son representativas de dicho comportamiento (Fig.17 y 18)

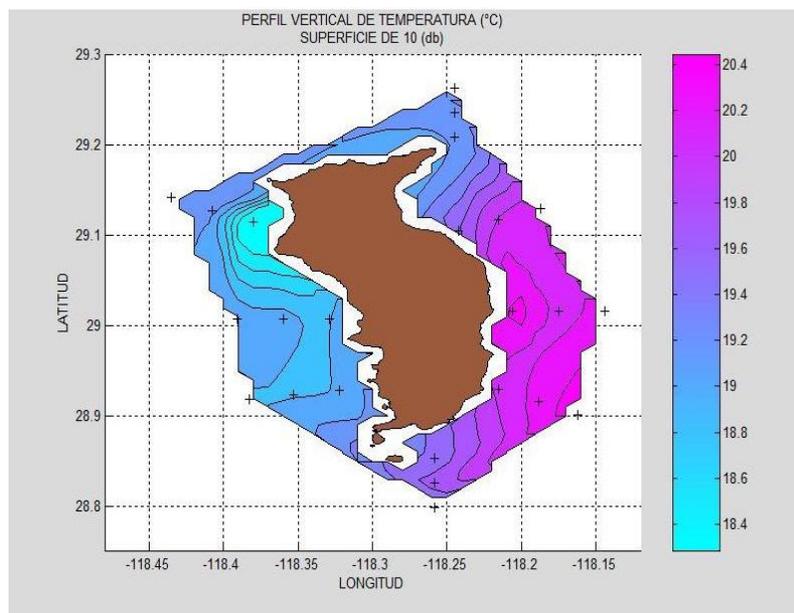


**Figura 17.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 17, Isla Guadalupe.

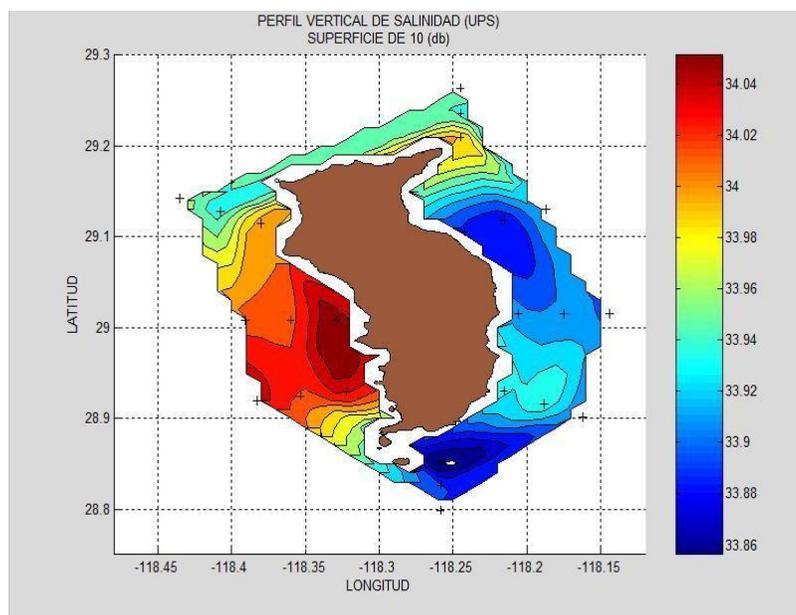


**Figura 18.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 21, Isla Guadalupe.

En las imágenes de perfiles horizontales a diferentes profundidades (10db a 70db) se puede observar con respecto a la temperatura, que las aguas más cálidas se encuentran al este de la isla mientras que las agua con menor temperatura se identifican al norte y oeste de la isla (Fig. 19), este patrón se va desvaneciendo conforme aumenta la profundidad (Anexo II). Con respecto al comportamiento de la salinidad se observa una tendencia de aguas con mayor salinidad al oeste de la isla en contraste con los valores registrados al este de la isla. Este patrón es muy evidente a la profundidad de 10 a 20db (Fig. 20), a partir de los 30db se identifican aéreas de mayor salinidad al norte y noroeste de la isla (Anexo II).

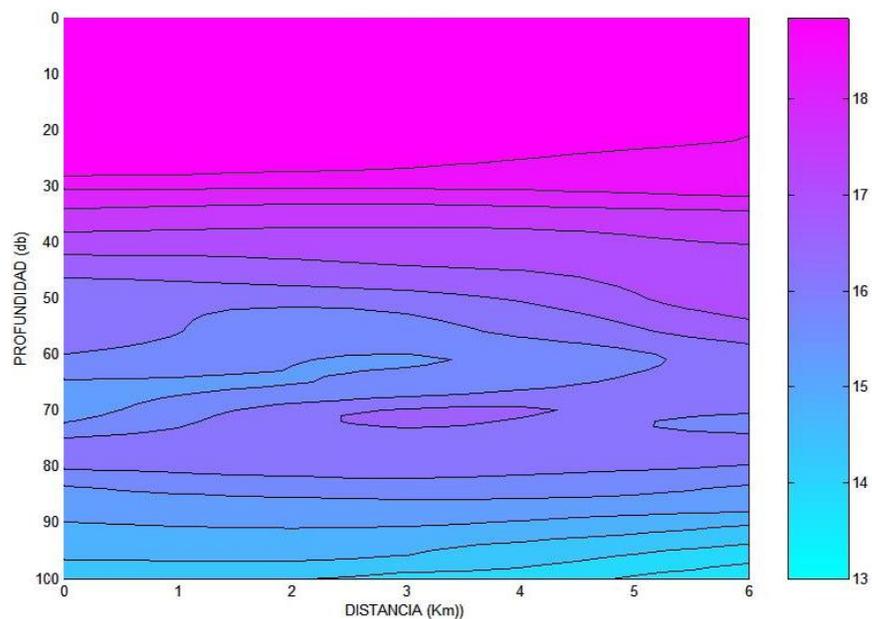


**Figura 19. Distribución horizontal de temperatura (°C) en la isobara de 10 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.**

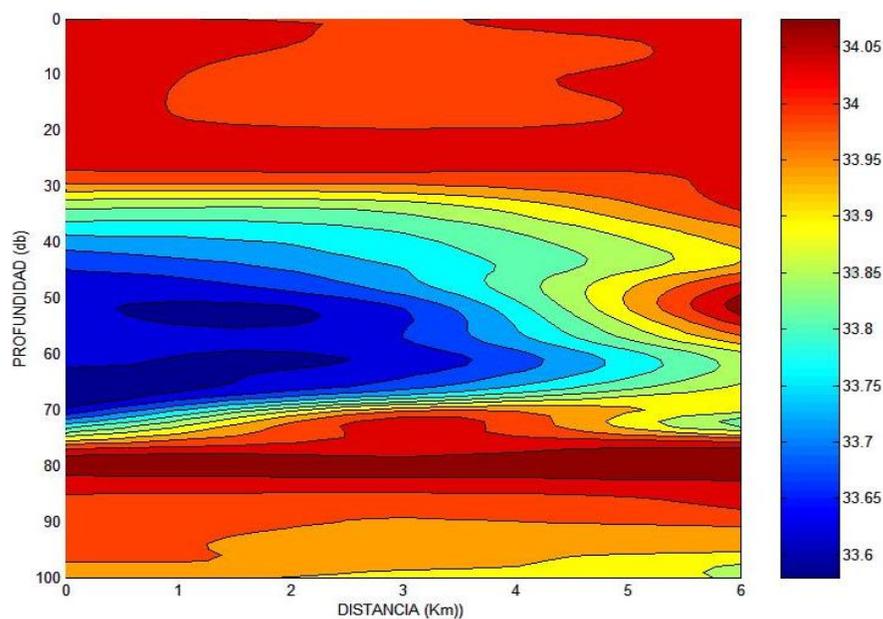


**Figura 20. Distribución horizontal de salinidad en la isobara de 10 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.**

En la distribución vertical se puede observar un patrón casi constante en los 8 transectos radiales a la costa, donde las masas de agua más cálidas se identifican en la superficie, aproximadamente por arriba de los 30db (Fig. 21). De manera paralela a la temperatura y casi constante en los 8 transectos, los valores más altos en salinidad se presentan en la superficie por arriba de los 30db (Fig. 22). El transecto dos es el más representativo de este comportamiento (Anexo III).



**Figura 21. Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 2.**



**Figura 22. Distribución vertical de salinidad. Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 2.**

De manera general los valores de temperatura y salinidad en aguas adyacentes a Isla Guadalupe en un radio de 9 Km, presentan un intervalo de temperatura entre los 13°C y 21°C , de salinidad entre 33.75 y 34.05 y valores de densidad entre 23.5 y 25.7 unidades.

---

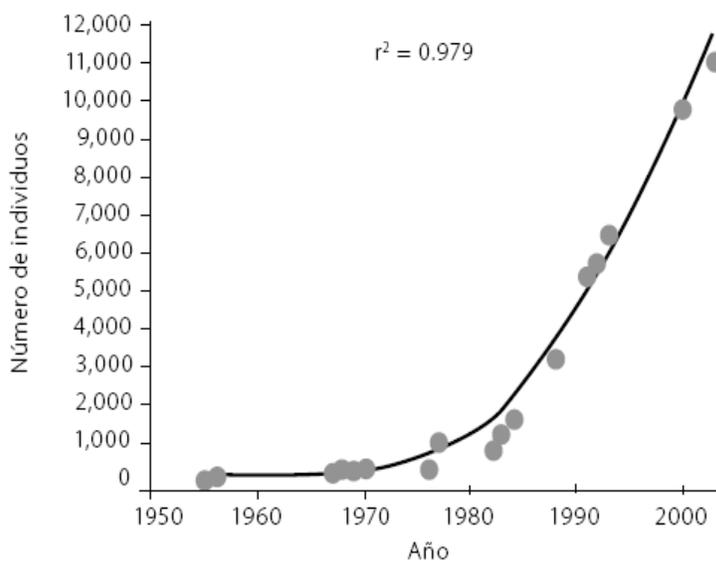
## IV. Discusión

---

### IV.1. Estructura poblacional de *A. townsendi* en Isla Guadalupe

La exhaustiva caza que sufrió *A. townsendi* durante el siglo XIX creó como consecuencia que a finales de este mismo siglo y principios 1900 la población a nivel mundial fue considerada extinta en 2 ocasiones en 1894 (Thoburn,1899) y posteriormente en 1928 (Hubbs, 1956). Esto sugiere que la población de *A. townsendi* pasó aproximadamente en 30 años por dos cuellos de botella. Situación semejante a la que se enfrentó la población de elefante marino del norte (*Mirounga angustirostris*).

Por más de 20 años nuevamente fue considerada extinta la especie y fue hasta 1954 que se encontraron 14 individuos en la costa este de isla Guadalupe (Hubbs,1956; Berdegú, 1957a). Fue a partir de este registro que comenzó un interés científico por conocer el tamaño poblacional y distribución de *A. townsendi*.



**Figura 23. Crecimiento de la población de *A. townsendi* en Isla Guadalupe durante 53 años. (Gallo Reynoso et al., 2005.)**

El crecimiento poblacional de *A. townsendi* posterior a 1954 se mantiene con tasas de 1 a 2% anual y es a partir de la década de los 70 que se incrementa aceleradamente la población así como la distribución en Isla Guadalupe expandiéndose a Islas San Benito.

La población de *A. townsendi* con respecto a 1993 y 2006 se observó un crecimiento del 34%. Durante 1954-2006 ha crecido a una tasa anual de 13.7%. El total de la población de *A. townsendi* en Isla Guadalupe se estima hasta el 2006 en  $11625 \pm 88.2$  individuos Gallo-Reynoso *et al* (2005).

Aunque el resultado de los censos que se llevaron a cabo en este estudio son altos, comparados con el crecimiento poblacional de otras especies del género *Arctocephalus* este es bajo. Sin embargo, para la especie *A. tropicalis*, en la Isla de Gough, al sur del océano atlántico, el crecimiento de la población se comporta de una manera muy similar a los que registraron para *A. townsendi*. Dicha especie presentó una tasa anual de crecimiento de

15.9% durante 1955-1956 a 1977-1978, el estudio fue basado en un conteo de crías (Bester 1980). Aunque esta especie actualmente aparenta haber llegado a su capacidad de carga.

Gallo-Reynoso *et al* (2005) reportaron 7,648 individuos censados de *A. townsendi* y 12,176 individuos estimados en Isla Guadalupe en el 2003. Comparando con los resultados obtenidos en este estudio se censaron 7,265 individuos y se estimaron 11,625 individuos de *A. townsendi* en isla Guadalupe en 2006. Esta ligera disminución puede sugerir que la población de *A. townsendi* se encuentra fluctuando alrededor de la capacidad de carga de la isla, y por la cual posiblemente se ha comenzado una dispersión poblacional a Islas San Benito.

En el caso de *A. townsendi* una causa en el retraso del crecimiento de la población puede ser debido a los eventos de El Niño. Se sabe que las tormentas de verano pueden ser un factor de mortandad para las crías si estas coinciden con temporadas de nacimientos y crianza. En Junio del 1992 el Huracán Darby causó una mortandad del 33% de las crías recién nacidas (Gallo-Reynoso 1994). Este tipo de eventos impide el crecimiento continuo de la población. Está reportado que El Niño puede provocar efectos negativos en diferentes especies de pinnípedos, tales como un bajo nivel en fertilidad en hembras (Arias-Schreiber y Halliday 1999, Soto y Arias-Schreiber 1999), aumento en la mortalidad de adultos (Arias-Schreiber y Halliday 1999, Zagzebski *et al.* 1999), incremento en la duración de los viajes de alimentación (Crocker *et al.* 1999, Milette *et al.* 1999, Soto y Arias-Schreiber 1999), disminución del crecimiento de las crías y aumento de la mortalidad de las mismas (Arias-Schreiber y Halliday 1999, Boness *et al.* 1991, DeLong *et al.* 1991, Iverson *et al.* 1991, Morris *et al.* 1999, Soto y Arias-Schreiber 1999, Zagzebski *et al.* 1999). Aunque la información aún no es suficiente acerca de cómo los últimos acontecimientos ha afectado a esta población debido a la falta de censos periódicos.

Gallo-Reynoso (1994) reportó que en 1992 el fenómeno de El Niño se presentó un con un aumento significativo en el nivel del mar (Fahrbach *et al.* 1991), provocando cambios drásticos en el comportamiento de alimentación así como en la estructura de la edad de la población, una situación similar se presentó para *A. galapagoensis* (Trillmich Limberger y 1985; Trillmich Dellinger y 1991). En el estudio de Gallo-Reynoso (1994), la principal razón que afectó la población fue la inanición de las crías, en este estudio se menciona un decremento de las crías de 1991 (1680 crías) a 1992 (894 crías), debido probablemente a efectos de huracanes, que pueden provocar el desplazamiento de las crías de sus territorios.

Durante 2006 el número de hembras y crías fue la categoría más abundante, esto puede ser debido a que las hembras permanecen más tiempo durante este periodo en las áreas de reproducción y crianza. Por otro lado, en el caso de los machos puede ser que haya sido menor ya que se alejan del área en busca de alimento.

Cabe mencionar que los resultados de la estructura poblacional pueden presentar algún grado de error generado por dificultades en los conteos realizados, tales como; escasa diferencia entre tamaño y coloración, poca distinción entre las diferentes clases (hembras, juveniles y subadultos), la facilidad que tiene la especie en mimetizar con el entorno, así como el ocultarse en huecos, formaciones rocosas o bien que se expongan en zonas donde hay mucho oleaje lo que no permite que el conteo sea preciso.

Con base en los resultados anteriores es importante mencionar que el porcentaje mayor de la estructura poblacional de *A. townsendi* son las hembras y las crías. Esto puede ser un buen indicador de que en Isla Guadalupe existe una población estable así como con un alto índice de reproducción.

## IV.2. Hábitos alimentarios.

Los otáridos se caracterizan por tener una dieta de diversas especies y actualmente se les considera como depredadores oportunistas (Antonelis y Fiscus, 1980). Sin embargo, existen alrededor de dos a cinco especies presa que son las que aportan la mayor parte de la energía en la dieta. Sinclair *et. al.* (1994) mencionan que *A. townsendi* concentra su alimentación sobre un grupo de presas a pesar de la gran variedad de especies que se presentan dentro de su ámbito de buceo. En el presente trabajo destaca en el espectro trófico de *Arctocephalus townsendi* las especies de Cefalópodos, siendo *Loligo opalescens* y *Onychoteuthis banksii* las principales presas, lo cual nos sugiere que *A. townsendi* es un depredador especialista.

Seagars (1984) y Antonelis y Fiscus (1980) asumían que estos organismos podrían alimentarse de peces, calamares y crustáceos. Gallo-Reynoso (1994) encontró que en Islas San Benito el lobo fino concentra su dieta sobre cefalópodos, en especial sobre el calamar (*L. opalescens*).

Para otras especies de lobo fino tales como *Arctocephalus tropicalis*, *A. forsteri* y *A. philippi*, se ha reportado que calamares de las familias Loliginidae, Ommastrephidae, Histioteuthidae y Onychoteuthidae llega a representar del 50% al 90% de su dieta (Condy, 1981; Bester, 1987; Torres, 1987; Goldsworthy *et al.*, 1997).

Para otras especies de lobo fino como *A. australis*, *A. galapagoensis* y *A. pusillus*, las sardinas (*Sardinops caerulea*, *S. ocellatus*), anchovetas (*Engraulis mordax*, *E. anchoita*, *E. ringens*, *E. capensis*), merluzas (*Merluccius productus*, *M. capensis*, *M. paradoxus*), jureles (*Trachurus symmetricus*, *T. lathani*, *T. capensis*) y mictófidios son los peces consumidos con mayor frecuencia (David, 1987; Majluf, 1987; Shaughnessy y Warneke, 1987; Vaz y Ponce de Leon, 1987; York, 1987; Antonelis *et. al.*, 1990; Sinclair *et al.*, 1994; Lake, 1997; Dellinger y Trillmich, 1999).

Aunque diferentes autores han reportado que los cefalópodos y los peces representan la gran mayoría de especies presa para el género *Arctocephalus* (los lobos finos) es importante mencionar que algunas especies incluyen también cantidades considerables de crustáceos (ej. langostilla) tales como *A. australis*, *A. forsteri* y *A. pusillus* (David, 1987; Shaughnessy y Warneke, 1987; Vaz y Ponce de Leon, 1987; Lake, 1997). Solo *A. gazella* consume el krill *Euphausia superba*, siendo su presa principal, acompañada por algunos peces pelágicos asociados al krill y varias especies de mictófidios.

Camacho (2004) en las Isla San Benito registró que en la dieta de *Arctocephalus townsendi* se observó la presencia de langostilla (7%), pero quizás más relevante sea el alto porcentaje de pastos marinos (40%) en los copros como *Phyllospadix* sp., que pudieron ser ingeridos incidentalmente al alimentarse del calamar *L. opalescens*, especie demersal que habita sobre la plataforma continental (Jackson 1998). Caso similar se reporta en este estudio para isla Guadalupe, los pastos marinos principalmente *Phyllospadix* sp. muestran un alto porcentaje de aparición en los copros con un 40% (Fig.17), se podría pensar que su consumo no es accidental y que cumple alguna función digestiva como purgar o ayuda en el metabolismo como sucede con mamíferos terrestres (Camacho, 2004).

Gallo-Reynoso (1994) registró a partir de cinco copros que la alimentación del lobo fino de Guadalupe está basada en un 79% de calamar y un 21% de peces teleósteos de las familias Scombridae y Clupeidae. Este trabajo presenta a partir de 63 copros proporciones de 92% de calamar y 8% de peces. A pesar de la diferencia en el número de muestras es evidente que los cefalópodos son la presa con mayor presencia en la dieta de *A. townsendi*.

Estudios de telemetría sobre hembras de *A. townsendi* durante viajes de alimentación intensiva y la localización de las zonas de alta productividad en el Pacífico nororiental de México (Gallo-Reynoso, 1994) ha servido para determinar que las zonas de alimentación de las hembras de *A. townsendi* se encuentran hacia el sur de Isla Guadalupe, sobre la Corriente de California, en áreas ricas en calamar, macarelas y mictófidios.

Fiscus (1982) menciona que *A. townsendi* escoge selectivamente a los calamares aunque existan otras presas en el medio. También señala que sobre la plataforma continental los peces constituyen la mayor parte de la dieta, mientras que en aguas oceánicas los calamares generalmente son las presas más importantes. *Arctocephalus townsendi* frecuenta más las aguas oceánicas, áreas de alimentación es de hasta  $444 \pm 151$  km con un tiempo promedio en el mar de  $14 \pm 8.2$  (Gallo-Reynoso, 1994).

El espectro trófico, la poca diversidad y el grado de omnivoría pueden estar asociados al tamaño de la especie, en comparación con otros pinnípedos con los cuales comparte el hábitat. *A. townsendi*, es de menor tamaño que otros otaridos, lo que podría limitar sus capacidades de buceo y por consiguiente su menor espectro de presas disponibles. La profundidad promedio de buceo de una hembra de lobo fino de Guadalupe es de  $16.9 \pm 10.3$  m (intervalo: 3-82 m) (Gallo-Reynoso, 1994), donde su presa principal es el calamar *L. opalescens* el cual habita entre la superficie y 100 m de profundidad (Zuev y Nesis, 1971).

### **IV.3. Caracterización Oceanográfica de aguas adyacentes a Isla Guadalupe.**

Isla Guadalupe presenta una orientación norte-sur, las aguas adyacentes a la isla reciben influencia de la Corriente de California, lo que produce una serie de corrientes ascendentes o surgencias, así como la formación de remolinos en diferentes áreas de la isla, aportando aguas frías ricas en nutrientes (Gallo-Reynoso *et al.* 2005). Al conjuntarse éstas con los vientos dominantes del noroeste (Berdegué, 1957b), se producen remolinos y corrientes de chorro que afectan la superficie del mar, provocando un fenómeno de oleaje producido por las corrientes contrarias en diferentes zonas de la isla (Gallo-Reynoso *et al.* 2005).

Es evidente la preferencia de *A. townsendi* por ciertas áreas como la costa este y sur de la isla, lo que nos sugiere que sus movimientos, permanencia, comportamiento y estrategias de alimentación pueden estar fuertemente influenciados por variaciones temporales en las condiciones ambientales y ecológicas, como la distribución y abundancia de sus presas. Éstas, a su vez, pueden ser afectadas por características topográficas del fondo marino (Hui, 1985), mareas, temperatura según profundidad del agua y la disponibilidad de recursos.

La profundidad y la topografía del lecho oceánico pueden afectar la mezcla entre la columna de agua y la influencia en la productividad primaria del área (St. John y Pon, 1992). Consecuentemente, estas características fisiográficas también pueden influenciar la distribución de los organismos de diferentes niveles tróficos.

En los perfiles de salinidad y temperatura se observa que en las estaciones (16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24) que se encuentran al este de la isla (Anexo III) existe una menor estratificación en la columna de agua con respecto a las estaciones (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12) localizadas en la parte oeste de la isla. En la costa oeste se observan características oceanográficas como amplitud en la capa de mezcla, aguas con menor temperatura y alta salinidad, que sugieren la existencia de fenómenos de surgencia,

La costa oeste presenta mayor grado de exposición a viento, durante gran parte del año los vientos prevalecientes en Isla Guadalupe son del Noroeste (Castro et al., 2003), aunado a esto la exposición al oleaje intenso proveniente del pacifico norte genera alta energía en la costa oeste.

La alta temperatura y baja salinidad en aguas de la costa este, así como una estratificación continua y termoclina somera, sugiere que estas aguas son influenciadas principalmente por el efecto de la incidencia solar. (Gómez-Valdez, 2009 com. pers.).

Se presume que el flujo de la corriente, los afloramientos de nutrientes, la temperatura en la columna de agua y subsecuentemente la producción biológica afecta indirectamente la distribución de los pinnípedos. Estas relaciones sugieren que determinadas condiciones oceanográficas puede concentrar a las especies presa a través de mecanismos como inducir surgencias ricas en nutrientes, incrementando la productividad primaria. El hábitat de *A. townsendi* puede ser definido en términos de estas relaciones con parámetros físicos, pero la influencia primaria en la distribución en los viajes de alimentación es la agregación de las especies presas que son influenciadas por las condiciones físicas (Baumgartner, 1997).

Lo anterior sugiere que en las zonas de alimentación de *A. townsendi* la productividad y la disponibilidad espacial y temporal de alimento siguen un cierto patrón, determinado por la influencia de procesos oceanográficos. El patrón estacional de la concentración de nutrientes, productividad consecuente y la disponibilidad de alimento para *A. townsendi* aparentemente se mantiene en zonas cercanas a la costa, pero probablemente por su magnitud puede cambiar entre años por la influencia de fenómenos oceanográficos de gran escala.

Se han realizado estudios que muestran que de 1970 al 2005 se han presentado forzamientos físicos a gran escala, tanto temporal como espacial, que afectan la región sur de la Corriente de California y por tanto la región de estudio, provocando señales interanuales de variaciones de la temperatura superficial del mar y del aporte de nutrientes a la zona eufótica, los cuales modifican la productividad primaria (Hernández de la Torre *et al.*, 2005).

Existen eventos de gran escala como el “ENSO” el cual genera anomalías de transporte de agua cálida y salina hacia la costa de la región, induciendo calentamiento en la capa superficial y un incremento en el nivel medio del mar (Durazo y Baumgartner, 2002). A través de este proceso se manifiesta la tendencia de que la termoclina se presente a mayor profundidad, disminuyendo el aporte de nutrientes a la superficie como

consecuencia de una marcada estratificación en la columna de agua (Hernández *et al.* 2005).

El fenómeno antes descrito trae como consecuencia una disminución en el crecimiento del fitoplancton a nivel regional. Esta situación se refleja en los pobres valores de la productividad primaria (tasa  $f$ ,  $P_t$  y  $P_{new}$ ) registrada en la serie cronológica de 1970 al 2003 en la región de Isla Guadalupe que presentan Hernández de la torre *et al.* (2005). Condiciones oceanográficas similares a las descritas anteriormente se presentan en aguas adyacentes a Isla Guadalupe donde la estratificación en la columna de agua es muy marcada impidiendo el aporte de nutrientes a la zona eufótica. Esto concuerda con los resultados obtenidos en los que se observa hundimientos de termoclina sumergida hasta 40 db.

Los organismos se distribuyen en zonas donde encuentran recursos que cumplen con sus requerimientos diarios (Burt, 1943), y la distribución espacial es afectada a menudo por la disponibilidad de estos recursos (Crook y Gartlan, 1966). Sin embargo existen otros factores que determinan la distribución de *A. townsendi* a lo largo de la costa de Isla Guadalupe, la topografía y el sustrato que presenta la isla por arriba de la zona intermareal, así como la amplitud y disposición de esta misma zona. La parte oeste de la isla presenta en su mayoría una zona intermareal muy reducida, con cantiles de cientos de metros, continua exposición a intensas ráfagas de viento y oleaje de tormentas invernales.

Durante el otoño y el invierno el centro de baja presión (BP) de las Aleutianas-Golfo de es relativamente fuerte Alaska (Baumgartner y Christensen, 1985), se debilitan los vientos de los centros de alta presión (AP) del Pacífico norte y el viento costero está dominado por el paso de tormentas invernales disminuyendo las surgencias (Lentz, 1987). Durante la primavera y el verano se intensifican los vientos del noroeste debido a que la (BP) continental se acentúa (Hickey, 1979). Durante gran parte del año los vientos prevalecientes en Isla Guadalupe son del noroeste (Castro *et al.*, 2003). Razón por la cual la

costa de oeste de la isla resulta un hábitat muy expuesto a condiciones ambientales desfavorables para *A. townsendi*.

*A. townsendi* muestra una preferencia a establecer zonas de crianza, reproducción y descanso en la costa este y sur de Isla Guadalupe. La protección que ofrece la costa este y sur en topografía y batimetría así como una mayor amplitud de la zona intermareal es un factor de predilección para la población *A. townsendi*. Este ámbito hogareño sugiere que *A. townsendi* se alimenta en la costa este, punta sur y costa oeste a pesar de que las zonas con potencial de mayor productividad se localizan en la costa oeste.

Gallo-Reynoso (1994) realizó estudios en los cuales obtuvo por medio de telemetría con tres hembras de *A. townsendi* información sobre las zonas de alimentación (Fig.24). Los resultados indicaron que esta especie se alimentó entre los 23°00' y 31°00' N y entre los 114° y 122° W. Este registro de zonas de alimentación se ubica al sureste Isla Guadalupe frente a las costas de la Península de Baja California. Son viajes de alimentación intensiva ya que las hembras están preñadas y lactando por lo cual requieren de gran suministro de alimento, en estos viajes de alimentación se pueden alejar de Isla Guadalupe una distancia de hasta 589 km (Gallo-Reynoso 1994).

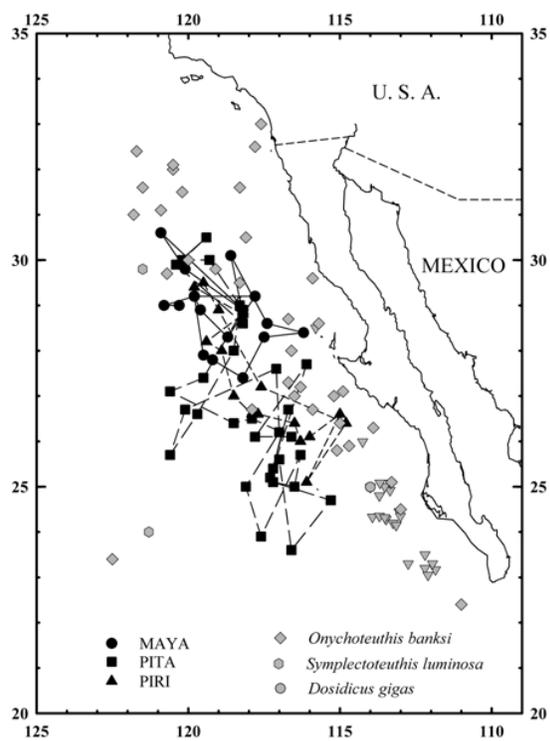


Figura 24. Trayectoria de tres hembras de *A. townsendi* registradas con telemetría en el verano de 1992 (Gallo-Reynoso 1994).

---

## V. Conclusión

---

- La población de *A. townsendi* durante 1993 y 2006 presenta un crecimiento del 34%.
- La distribución de la población de *A. townsendi* está delimitada a la costa este y sur con una mayor densidad en la parte central de la isla.
- El total de la población de *Arctocephalus townsendi* estimada para el verano 2006 fue de  $11625 \pm 88$  individuos.
- La mayor densidad poblacional se presentó en la zona 4 con  $303.5 \pm 17.3$  ind/km y la menor densidad fue de 79.3 ind/km correspondiente a la zona 1.
- La estructura poblacional de *Arctocephalus townsendi* en Isla Guadalupe quedó grande con  $3,880 \pm 92$  individuos, seguido por las crías con  $3134 \pm 39.4$  individuos, posteriormente los machos adultos ocuparon el tercer lugar de abundancia con  $1758 \pm 17.0$  individuos, los subadultos ocuparon el próximo nivel inferior de abundancia con  $1281 \pm 30.4$  individuos, siguiéndoles los “no identificados” con  $865 \pm 12.0$  individuos, Los juveniles fueron la categoría que presentó menor proporción con  $706 \pm 15.2$  individuos.
- Las hembras de *A. townsendi* fueron la categoría más dominante de la población. Por lo cual los hábitos alimentarios reportados en este estudio pueden ser un reflejo de la alimentación principalmente de las hembras.

- *A. townsendi* aparentemente es un depredador especialista que enfoca su alimentación en los cefalópodos, siendo las presas más importantes el calamar *Loligo opalescens* y *Onychoteuthis banksii*.
- La profundidad de la termoclina registrada en la mayoría de las estaciones oceanográficas se encuentra alrededor de los 30m. Una mayor estratificación en la columna de agua en la cara oeste de la isla.
- Se identificaron aguas subsuperficiales en la costa oeste de la isla con baja temperatura y alta salinidad, lo cual nos sugiere zonas de surgencia, en contraste con las aguas frente a la costa este de la isla, las cuales presentaron valores de mayor temperatura y menor salinidad. .

---

## VI. Literatura citada

---

Antonelis, G. y C. Fiscus. 1980. The Pinnipeds of the California Current. *CalCOFI Rep.* 21:68-78 p.

Arias-Schreiber, M.E. y A.J. Halliday. 1999. Effects of the 1997/98 "El Niño" on the abundance and distribution of south American fur seals in Perú. En: 13<sup>th</sup> Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. 28 de noviembre a 3 de diciembre. Wailea, Hawaii.

Aurioles-Gamboa, D. y C. J. Hernandez-Camacho. 1999. Notes on the southernmost records of Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi*, in Mexico. *Mar. Mamm. Sci.* 15:581-583 p.

Baumgartner, M.F. 1997. The distribution of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) with respect to the physiography of the northern Gulf of México. *Marine Mammal Science.* 13(4): 614-638 p.

Baumgartner, T. R. y N. Christensen. 1985. Coupling of the Gulf of California to large-scale interannual climatic variability. *Journal of Marine Research.* 43:825-848 p.

Berdegué, J. 1956. La foca fina, el elefante marino y la ballena gris en Baja California, y el problema de su conservación. Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. 14:1-38 p.

Berdegué, J. 1957b. Redescubrimiento de la foca fina (*Arctocephalus townsendi*, Merriam) en Isla Guadalupe, México; con otras notas acerca de la biología de otros pinnípedos existentes en esas aguas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.* 18:173-198 p.

Bester, M. 1987. Subantarctic fur seal, *Arctocephalus tropicalis*, at Gough Island (Tristan Da Cunha Group). En: Croxall, J. y R. Gentry (eds.). Status, biology and ecology of fur seals: Proceedings of an International Symposium and Workshop. *NOAA Technical Report NMFS 51:* 57-60 p.

- Bester, M. N. 1989. Movements of southern elephant seals and subantarctic fur seals in relation to Marion Island. *Marine Mammal Science*. 5(3):257-265 p.
- Boness, D.J. 1991. Determinants of the mating systems in the Otariidae (Pinnipedia). En: Renouf, D. (eds.) *The behaviour of pinnipeds*. Chapman and Hall. pp. 1-35 p.
- Bonner, N. 1994. *Seals and sea lions of the world*. Facts on File, Inc., New York.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal Mammal*. 24: 346–352 p.
- Camacho F. 2004. Estructura alimentaria y posición trófica de dos especies de otáridos *Zalophus californianus* y *Arctocephalus townsendi*, en las Islas San Benito, B.C. México. Tesis de Maestría. CICIMAR. México. 52 p.
- Castro, R., A. Mascarenhas, A. Sánchez-Barba, R. Durazo y E. Gil-Silva. 2005. Condiciones meteorológicas en el sur de Isla Guadalupe. En: K. Santos del Padro y E. Peters (ed). *Isla Guadalupe. Restauración y conservación*. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, D.F., 27-37 p.
- Christensen, V. y D. Pauly. 1992. Ecopath II: A software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modeling*. 61:169-185 p.
- Condy, P. 1981. Annual food consumption and seasonal fluctuations in biomass of seals at Marion Island. *Mammalia*. 45(1):21-30 p.
- Crocker, D., D. Costa, B. Le Boeuf, P. Webb y D. Houser. 1999. Impact of the 1997-98 El Niño on the foraging behavior of northern elephant seals. En: 13<sup>th</sup> Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. 28 de noviembre a 3 de diciembre. Wailea, Hawaii.
- Crook, J. H. y J. S. Gartlan, 1966. Evolution of primate societies. *Nature (Lond.)* 210: 1200–1203 p.
- David, J. 1987. South African fur seal, *Arctocephalus pusillus pusillus*. En: Croxall, J. y R. Gentry (eds.). *Status, biology and ecology of fur seals: Proceedings of an International Symposium and Workshop*. NOAA Technical Report NMFS 51, 65-72 p.
- Dellinger, T. y F. Trillmich. 1999. Fish prey of the sympatric Galápagos fur seals and sea lions: seasonal variation and niche separation. *Canadian Journal of Zoology*. 77:1204-1216 p.

- DeLong, R. L. y G. A. Antonelis. 1991. Impact of the 1982-1983 El Niño on the northern fur seal population at San Miguel Island, California. En: Trillmich, F. y K. A. Ono (eds.). Pinnipeds and El Niño, Responses to environmental stress. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 75-83 p.
- Eschmeyer, N., E. Herald y H. Hammann. 1983. A field guide to Pacific coast fishes: North America. Houghton Mifflin. E.U.A. 336 p.
- Fahrbach, E., F. Trillmich and W. Arntz. 1991. The time sequence and magnitude of physical effects of El Niño in the Eastern Pacific. *in* F. Trillmich and K. Ono (eds.) Pinnipeds and El Niño, responses to environmental stress. Springer-Verlag. 8-21 p.
- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. Carpenter y V. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Italia. *FAO*. 1-646 p.
- Fiscus, C. 1982. Predation by marine mammals on squids of the Eastern North Pacific Ocean and the Bering Sea. *Marine Fisheries Review*. 44(2):1-10 p.
- Fitch, J. 1966. Additional fish remains, mostly otoliths, from Pleistocene deposit at Playa del Rey, California. *Contributions in Science*. 119:1-16 p.
- Fitch, J. 1967. The marine fish fauna, based primarily on otoliths of a lower pleistocene deposit at San Pedro, California. *Contributions in Science*. 128:1-23 p.
- Fitch, J. 1968. Otoliths and other fish remains from the timms point silt (early pleistocene) at San Pedro, California. *Contributions in Science*. 146:1-29 p.
- Fitch, J. 1970. Fish remains, mostly otoliths and teeth from the Palos Verdes Sand (late Pleistocene) of California. *Contributions in Science*. 199:1-41 p.
- Fleischer, L. 1978. The distribution, abundance and population characteristics of the Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi* (Merriam, 1897). Tesis de Maestría. Universidad de Washington. EUA. 93 p.
- Fleischer, L. A. 1987. Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi*. En J. P. Croxall y R. L. Gentry (eds.). Status, biology, and ecology of fur seals. National Oceanic and Atmospheric Association, Technical Report, National Marine Fisheries Service 51:1-212 p.
- Gallo-Reynoso, J.P. y A.L. Figueroa-Carranza. 1991. Report of an expedition to Isla de Guadalupe, Baja California, Mexico, Summer 1991. University of California, Santa Cruz. 13 p.

Gallo, J.P., A.L. Figueroa y B.J. Le Boeuf. 1993. Population status of Guadalupe fur seals, *Arctocephalus townsendi*. Resumen en: Tenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Galveston, Texas, November 1993. 11-15 p.

Gallo-Reynoso, J. P. 1994. Factors affecting the population status of Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi* (Merriam, 1897), at Isla de Guadalupe, Baja California, Mexico. Tesis de doctorado. University of California, Santa Cruz. 199 pp.

Gallo-Reynoso, J. P y A. L. Figueroa-Carranza. 1996. Size and weight of Guadalupe fur seals. *Marine Mammal Science* 12:318–321 p.

Gallo, J.P., A.L. Figueroa y B.J. Le Boeuf. 2008. Foraging behavior of lactating Guadalupe fur seal females. En Lorenzo, C., E. Espinoza y J. Ortega (eds.). Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. 2008. Publicaciones Especiales, Vol. II, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F. 595-614 p.

Gallo-Reynoso, J.P., B.J. Le Boeuf, A.L. Figueroa, M.O. Maravilla Chávez. 2005. Los pinnípedos de Isla Guadalupe. En: K. Santos del Prado, E. Peters (eds.). Isla Guadalupe. Restauración y Conservación. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, D.F., 135-141 p.

García-Córdova, J., J.M. Robles-Pacheco y J. Gómez-Valdés, 2005. Informe de datos de CTD. Campaña IMECOCAL 0504/05. B/O Francisco de Ulloa. Abril 14 - mayo 5 de 2005. Informe Técnico. Departamento de Oceanografía Física, CICESE. 119 p.

García, F. 1995. Ecología alimentaria del lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus*, en Los Islotes, B. C. S., México. Tesis de Licenciatura. UABCS. México. 106 p.

García, F. 1999. Cambios espaciales y estacionales en la estructura trófica y consumo del lobo marino de California *Zalophus californianus*, en la región de las grandes islas, Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR. México. 85 p.

Gibson, R. y I. Ezzi. 1987. Feeding relationships of a demersal fish assemblage on the west coast of Scotland. *Journal of Fish Biology*. 31:55-69 p.

Goldsworthy, S., M. Hindell y H. Crowley. 1997. Diet and diving behaviour of sympatric fur seals *Arctocephalus gazella* and *A. tropicalis* at Macquaire Island. En: Croxall, J. y R. Gentry (eds.). Status, biology and ecology of fur seals: Proceedings of an International Symposium and Workshop. NOAA Technical Report NMFS 51, 151-163 p.

Hanni, K. D., D. J. Long, R. E. Jones, P. Pyle, y L. E. Morgan. 1997. Sightings and strandings of Guadalupe fur seals in central and northern California, 1988-1995. *Journal of Mammalogy* 78:684-690 p.

- Hernández de la Torre, B., G. Gaxiola Castro, R. Aguirre Gómez, S. Álvarez Borrego, R. Lara-Lara y S. Nájera Martínez. 2005. Serie de tiempo de productividad (1970-2002) en el ecosistema marino de Isla Guadalupe. En: K. Santos del Prado, E. Peters (eds.). Isla Guadalupe. Restauración y Conservación. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, D.F., 135-141 p.
- Hickey, B.M. 1979. The California Current System—hypothesis and facts. *Progress in Oceanography* 8: 191-279 p.
- Hubbs, C. L. 1956a. The Guadalupe fur seal still lives! *Zoonoos, S. D. Zool. Soc.* 29(12):69 p.
- Hubbs, C.L. 1956b. Back from oblivion. *Pacific Discovery* 9:14-21 p.
- Hubbs, C.L. y J.R. Jehl. 1976. Remains of Pleistocene birds from Isla de Guadalupe, México. *The Condor* 78(3):421-422 p.
- Hui, C.A. 1985. Undersea topography and the comparative distributions of two pelagic cetaceans. *Fishery Bulletin, U.S.* 83:472-475 p.
- Iverson, I. y L. Pinkas. 1971. A pictorial guide to beaks of certain Eastern Pacific cephalopods. *Fish Bulletin.* 152: 83-105 p.
- Iverson, S.J., O.T. Oftedal y D.J. Boness. 1991. The Effect of El Niño on Pup Development in the California Sea Lion (*Zalophus californianus*) II. Milk intake. En: Trillmich, F. y K.A. Ono (eds.). *Pinnipeds and El Niño. Responses to Environmental Stress.* Springer-Verlag. Ecological Studies, Berlín, Alemania. Vol. 88.
- Jackson, G. 1998. Research into the life history of *Loligo opalescens*: Where to from here? *CalCOFI Report.* 39:101-107 p.
- Krebs, C. 1999. *Ecological Methodology.* Addison Wesley Longman. E.U.A. 620 p.
- King, J. 1983. *Seals of the World.* British Museum and Cornell University Press. 240 p.
- Lake, S. 1997. Analysis of the diet of New Zealand Fur Seals *Arctocephalus forsteri* in Tasmania. En: Hindell, M. y C. Kemper (eds.). *Marine Mammal Research in the Southern Hemisphere Volume 1: Status, Ecology and Medicine.* Surrey Beary and Sons. Australia. 1:125-129 p.
- Lentz, S.J. 1987. Description of the 1981 and 1982 spring transitions over the Northern California Shelf. *Journal of Geophysical Research* 92: 1745-1568 p.

- Lowry, M. y J. Carretta. 1999. Market squid (*Loligo opalescens*) in the diet of California sea lions (*Zalophus californianus*) in southern California (1981-1995). CalCOFI Report. 40:196-206 p.
- Majluf, P. 1987. South American fur seal, *Arctocephalus australis* in Perú. En: Croxall, J. y R. Gentry (eds.). Status, biology and ecology of fur seals: Proceedings of an International Symposium and Workshop. NOAA Technical Report NMFS 51, 33-36 p.
- Maravilla-Chavez, M. O. y M. S Lowry. 1999. Incipient breeding colony of Guadalupe fur seals at Isla Benito del Este, Baja California, Mexico. Mar. Mamm. Sci. 15:239-241 p.
- Mearns, A., R. Olson, D. Young y H. Schafer. 1981. Trophic structure and the cesium-potassium ratio in pelagic ecosystems. CalCOFI Report. 22:99-110 p.
- Melin, S. R., y R. L. DeLong. 1999. Observations of a Guadalupe fur seal (*Arctocephalus townsendi*) female and pup at San Miguel Island, California. Marine Mammal Science 15: 885-888 p.
- Milette, L.L., A.W. Trites y D. Calkins. 1999. Behaviour of lactating Steller sea lions in Alaska: Are they nutritionally stressed? En: 13<sup>th</sup> Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. 28 de noviembre a 3 de diciembre. Wailea, Hawaii.
- Morris, P.A. G.W. Oliver, J. Elliott, S.R. Melin y R.L. DeLong. 1999. El Niño 1998 and changes in California sea lion, *Zalophus californianus*, use of Año Nuevo island. En: 13<sup>th</sup> Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. 28 de noviembre a 3 de diciembre. Wailea, Hawaii.
- Norma Oficial Mexicana. 1994. Listado de especies de mamíferos que se encuentran en la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-94), México. Consultado en: <http://www.conabio.gob.mx/biodiversidad/mamifnom.htm>
- Nowak, R. M. 1991. Walker's mammals of the world. Fifth edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland 2:643-1629 p.
- Rau, G., A. Mearns, D. Young, R. Olson, H. Schafer y I. Kaplan. 1983. Animal 13C/12C correlates with trophic level in pelagic food webs. Ecology. 64(5):1314-1318 p.
- Seagars, D. J. 1984. The Guadalupe fur seal: a status review. National Marine Fisheries Service, Southwest Region. Administrative Report, SWR-84-6, 29 p.
- Shaughnessy, P. y R. Warneke. 1987. Australian fur seal *Arctocephalus pusillus doriferus*. En: Croxall, J. y R. Gentry (eds.). Status, biology and ecology of fur seals: Proceedings of an International Symposium and Workshop. NOAA Technical Report NMFS 51:73-78 p.

Sinclair, E., T. Loughlin y W. Pearcy. 1994. Prey selection by northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) in the eastern Bering Sea. *Fishery Bulletin*. 92:144-156 p.

Soto, K. y M. Arias-Schreiber. 1999. Effects of the 1997/98 "El Niño" on the reproductive biology of the south American sea lions (*Otaria byronia*) at the Ballestas Islands, Perú. *En: 13<sup>th</sup> Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*. 28 de noviembre a 3 de diciembre. Wailea, Hawaii.

St. John, M.A y S. Pond. 1992. Tidal plume generation around a promontory: effects on nutrient concentrations and primary productivity. *Continental Shelf Research*, 12: 339-354 p.

Sverdrup, H.U. y R.H. Fleming. 1941. The waters off southern California March to July 1937. *Bulletin of the Scripps Institute of Oceanography*. University of California. La Jolla 4: 261-378 p.

Torres, D. 1987. Juan Fernández fur seal, *Arctocephalus philippii*. *En: Croxall, J. y R. Gentry (eds.). Status, biology and ecology of fur seals: Proceedings of an International Symposium and Workshop*. NOAA Technical Report NMFS 51, 37-42 p.

Townsend, C. H. 1931. The fur seal of the California islands with new descriptive and historical matter. *Zoologica* 9:443-457 p.

Trillmich, F. 1991. Introductory remarks on the natural history of fur seals., *En: Trillmich, F. y K. A. Ono (eds.). Pinnipeds and El Niño, Responses to environmental stress*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. 45-46 p.

Trillmich, F. y D. Limberger. 1985. Drastic effects of El Niño on Galapagos pinnipeds. *Oecologia*. 67:19-22 p.

Vaz, R. y A. Ponce de Leon. 1987. South American fur seal, *Arctocephalus australis* in Uruguay. *En: Croxall, J. y R. Gentry (Eds.). Status, biology and ecology of fur seals: Proceedings of an International Symposium and Workshop*. NOAA Technical Report NMFS 51, 29-32 p.

Wedgforth, H. M. 1928. The Guadalupe fur seal (*Arctocephalus townsendi*). *Zoonoos*, S. D. Zool. Soc. 3(3):4-9 p.

Wickens, P. A. y A. E. York. 1997. Comparative population dynamics of fur seals. *Marine Mammal Science* 13:241-292 p.

Wolff, G. 1984. Identification and estimation of size from the beaks of 18 species of cephalopods from the Pacific Ocean. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS 17. 50 p.

York, A. 1987. Northern fur seal *Callorhinus ursinus*, Eastern Pacific Population (Pribilof Islands, Alaska, and San Miquel Island, California). En: Croxall, J. y R. Gentry (eds.). Status, biology and ecology of fur seals: Proceedings of an International Symposium and Workshop. NOAA Technical Report NMFS 51, 9-22 p.

Zagzebski, K.A., A. Phillips y F.D. Frances. 1999. The impact of the 1998 El Niño on pinniped strandings in central California. En: 13<sup>th</sup> Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. 28 de noviembre a 3 de diciembre. Wailea, Hawaii.

Zuev, G. y K. Nesis. 1971. Squid biology and fishing. Fishing Industry Press. Rusia. 360 p.

## ANEXO I.

## Perfiles de Temperatura, Salinidad, Densidad vs Profundidad.

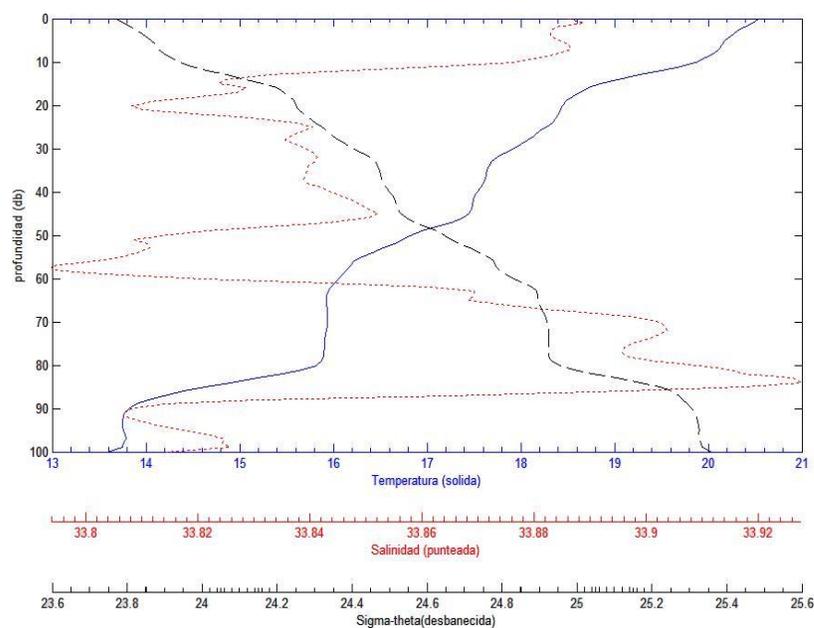


Figura 25. Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 01, Isla Guadalupe.

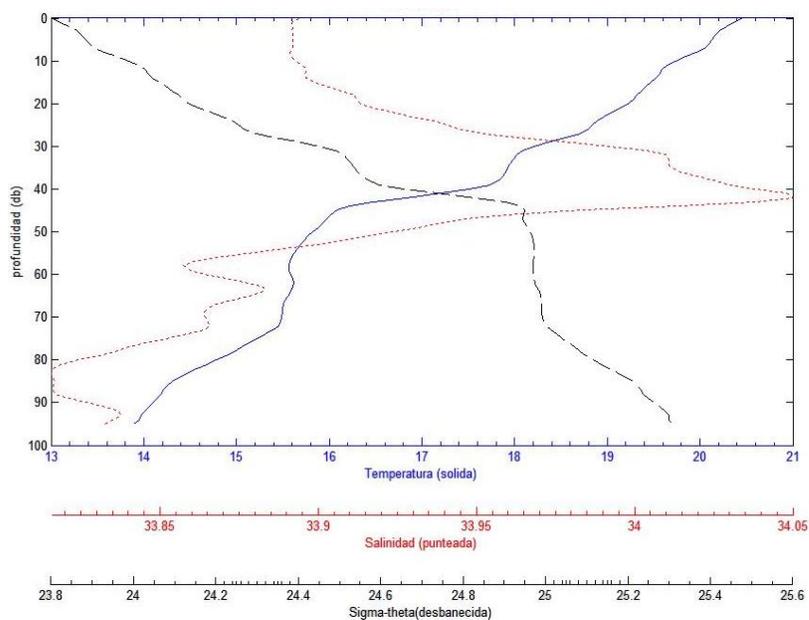
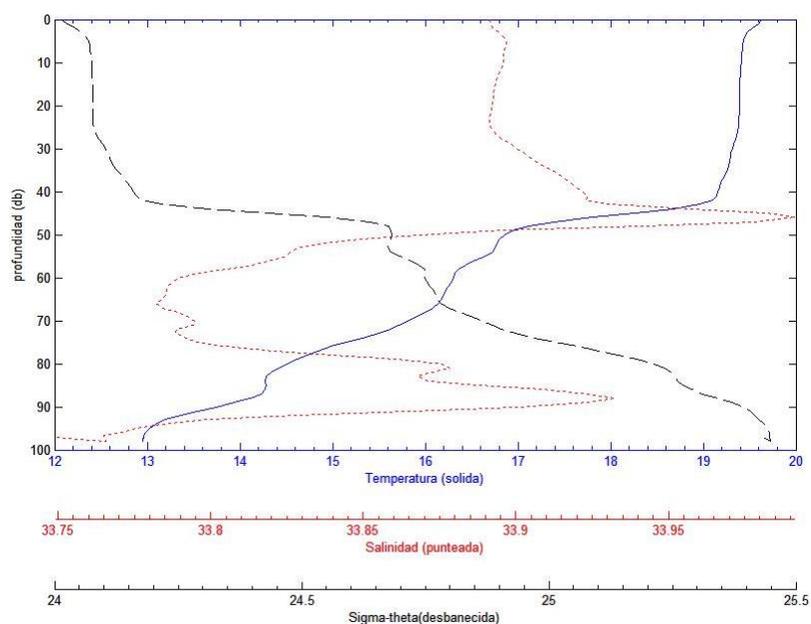
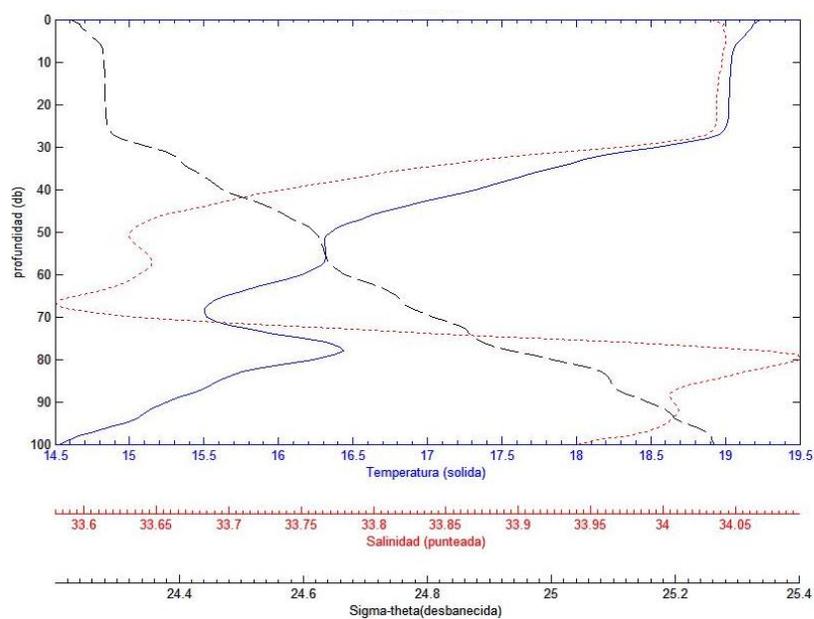


Figura 26. Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 02, Isla Guadalupe.



**Figura 27.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 03, Isla Guadalupe.



**Figura 28.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 04, Isla Guadalupe.

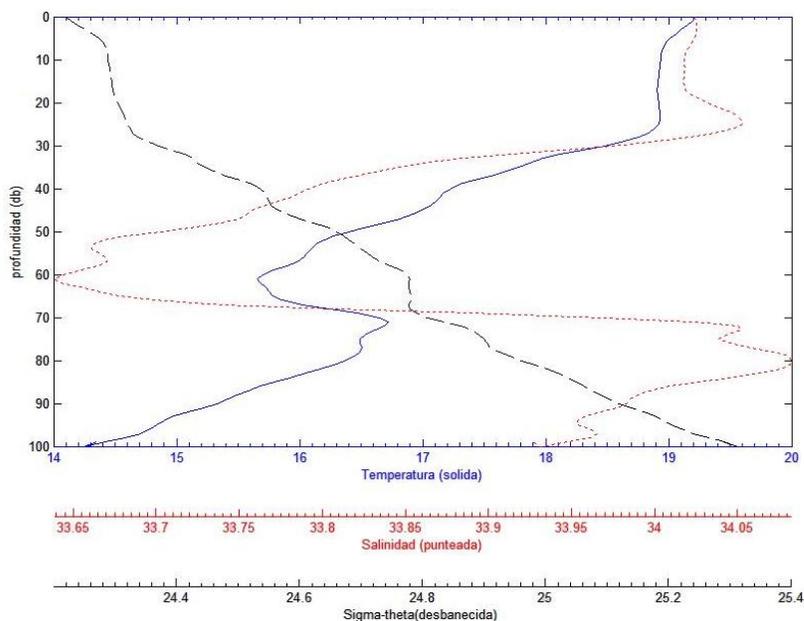


Figura 29. Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 05, Isla Guadalupe.

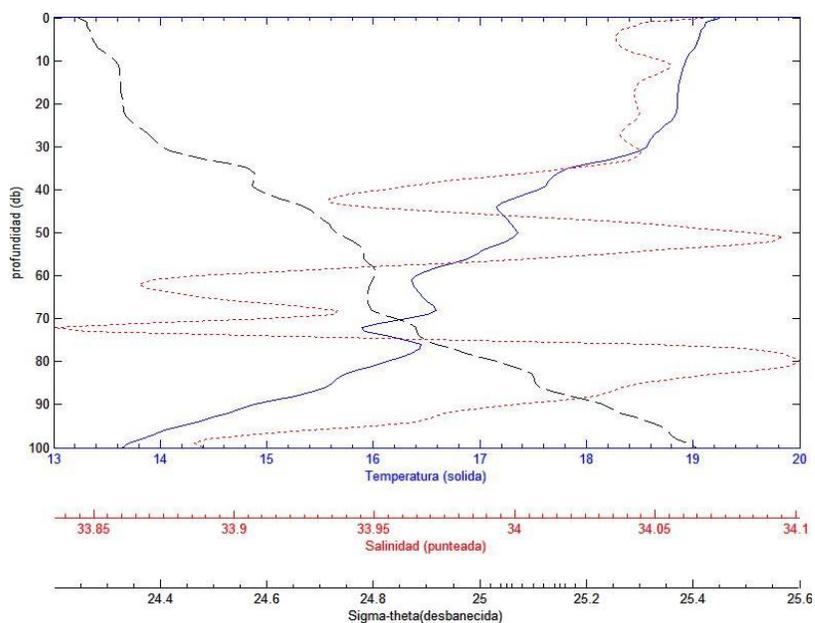
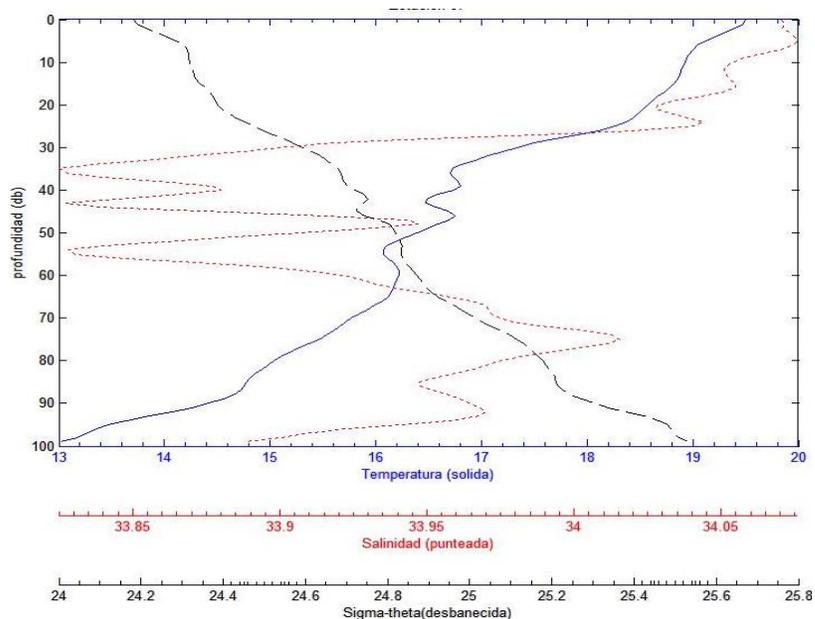
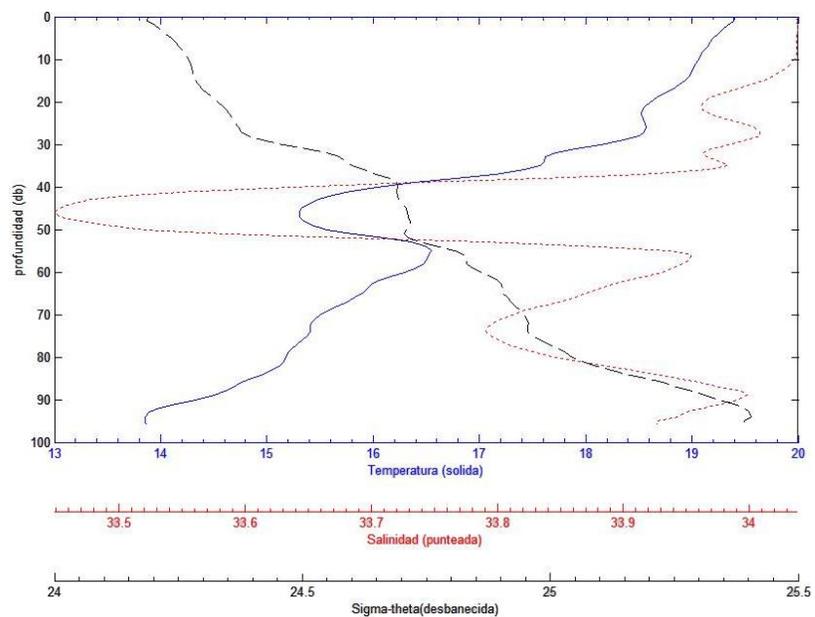


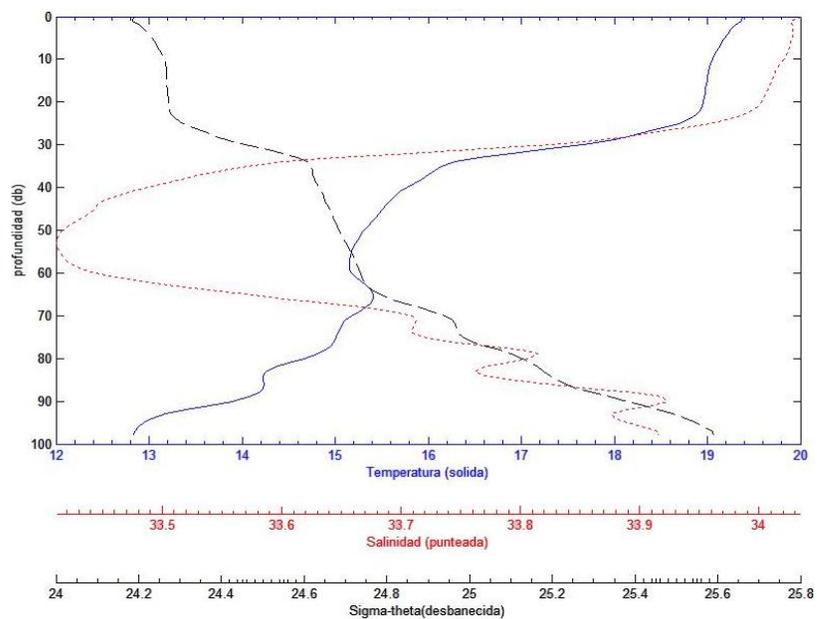
Figura 30. Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 06, Isla Guadalupe.



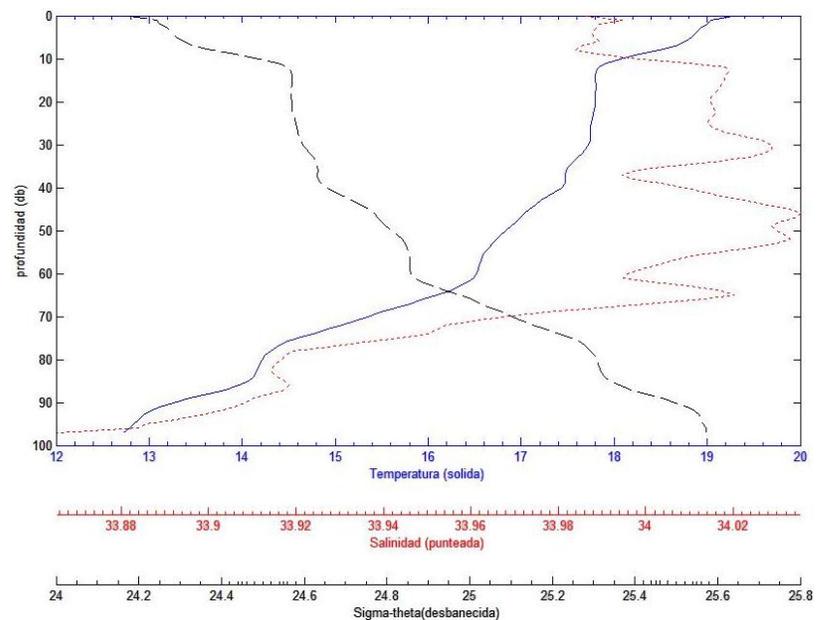
**Figura 31.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 07, Isla Guadalupe.



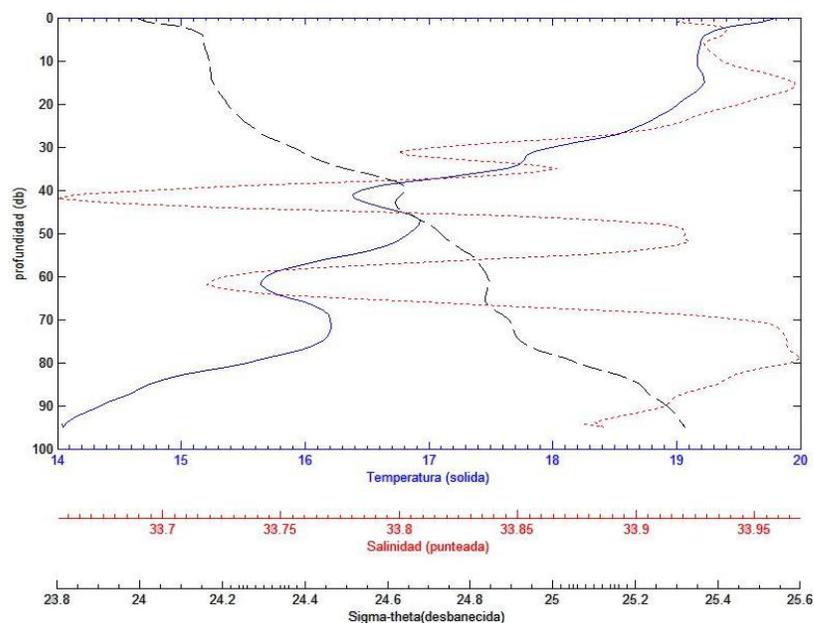
**Figura 32.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 08, Isla Guadalupe.



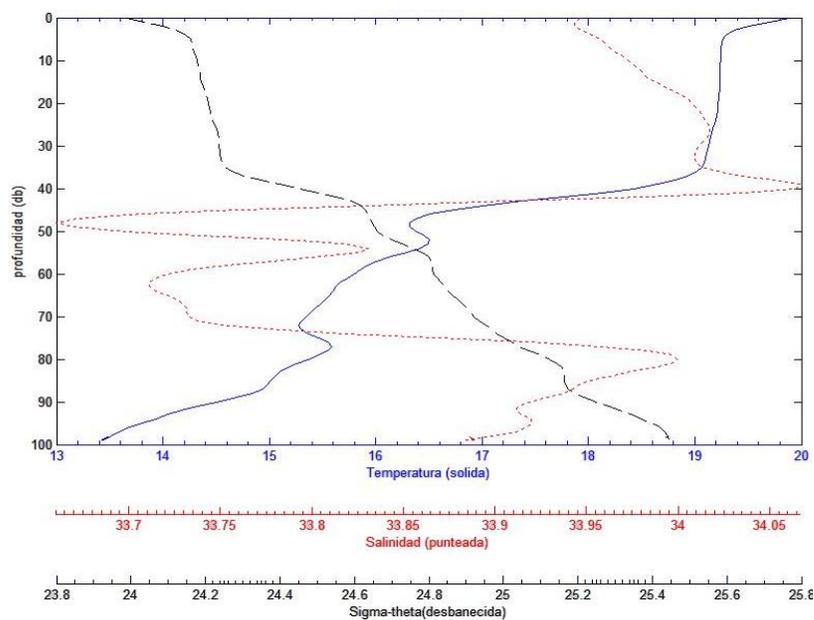
**Figura 33.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 09, Isla Guadalupe.



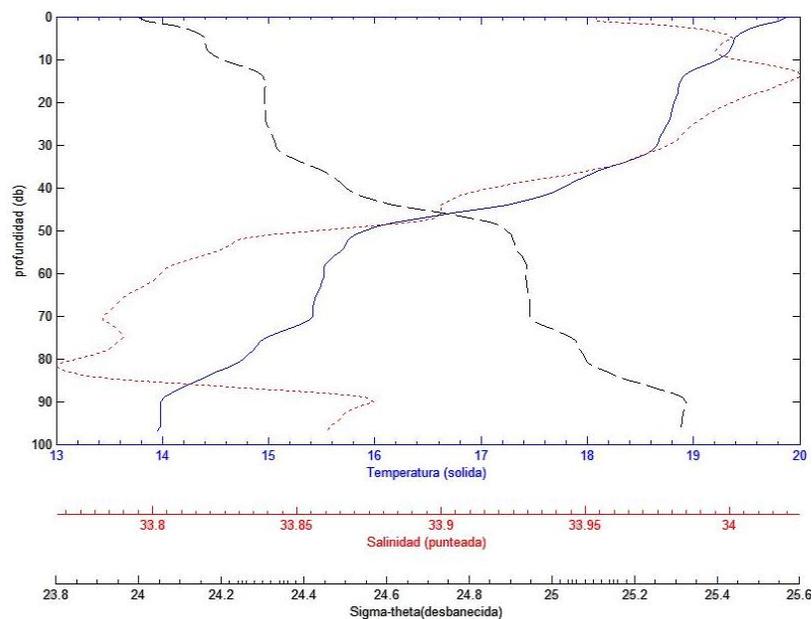
**Figura 34.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 10, Isla Guadalupe.



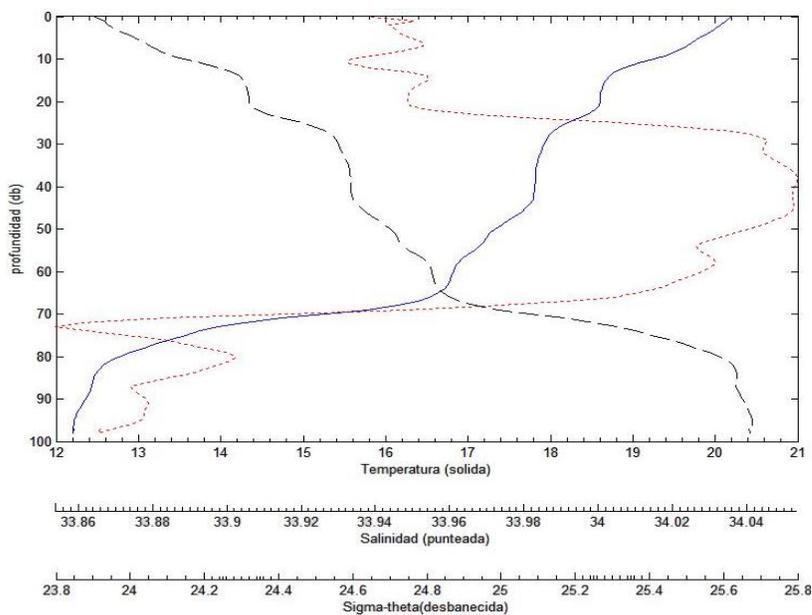
**Figura 35.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 11, Isla Guadalupe.



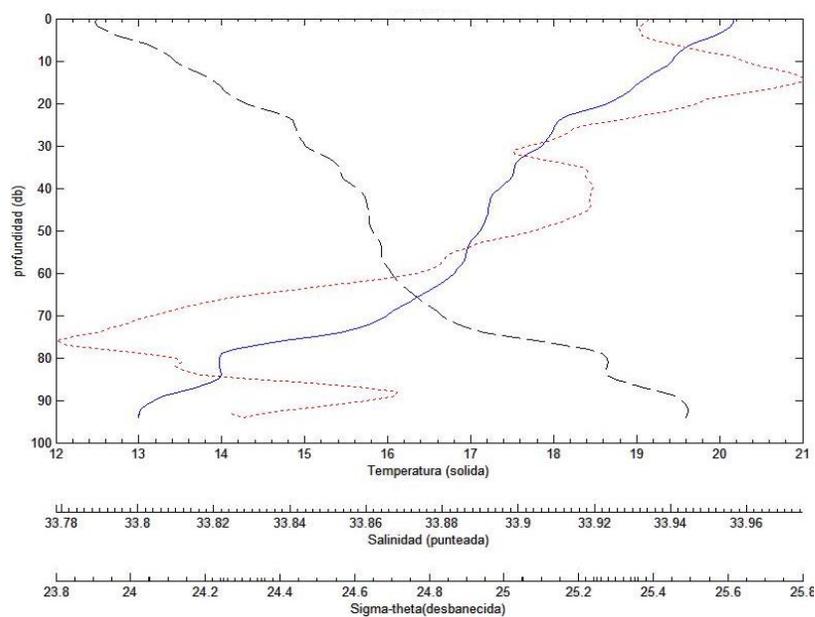
**Figura 36.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 12, Isla Guadalupe.



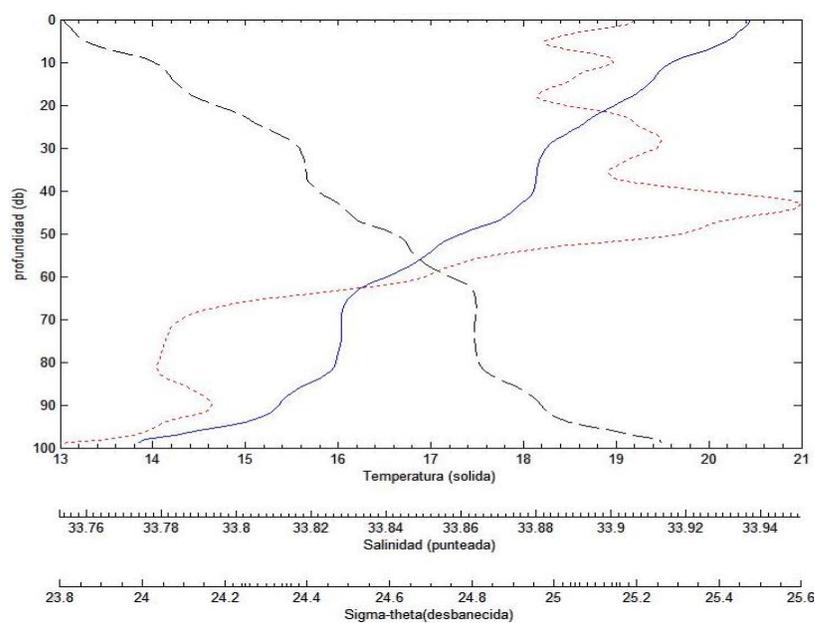
**Figura 37.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 13, Isla Guadalupe.



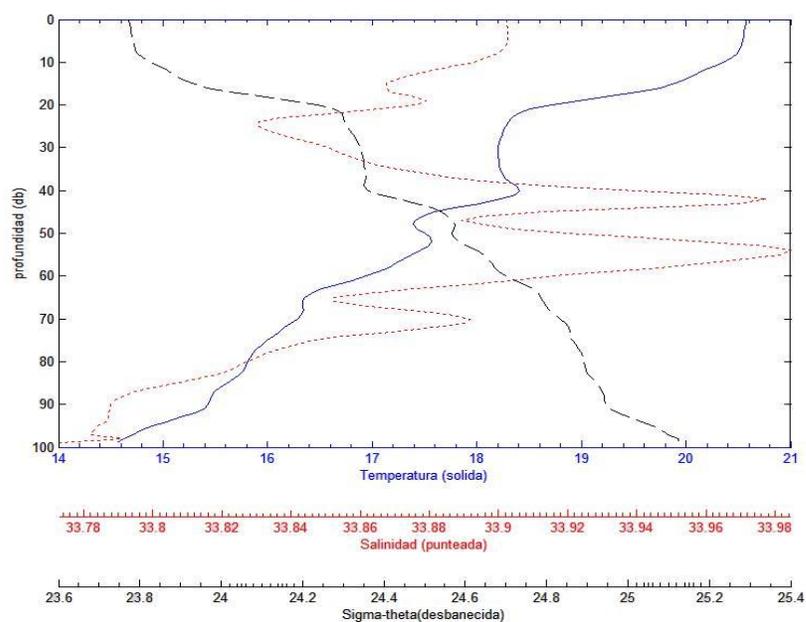
**Figura 38.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 14, Isla Guadalupe.



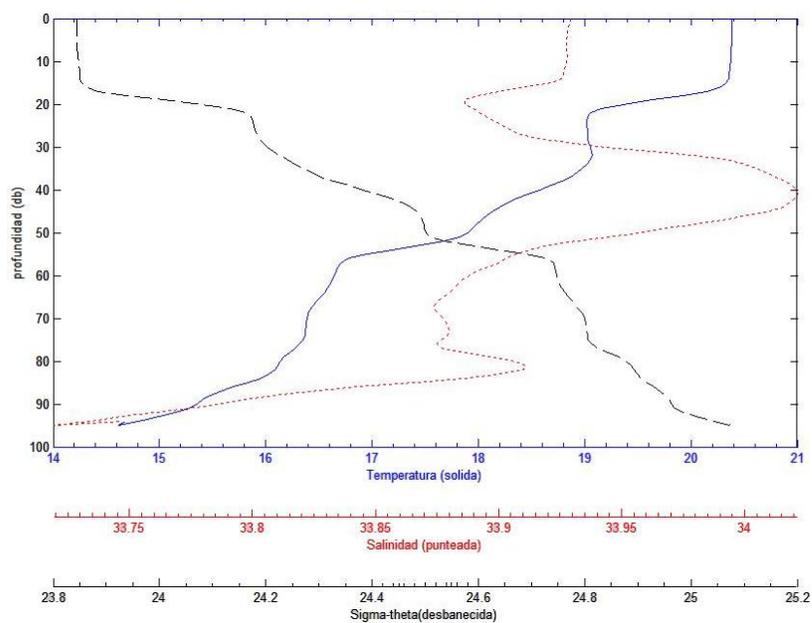
**Figura 39.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 15, Isla Guadalupe.



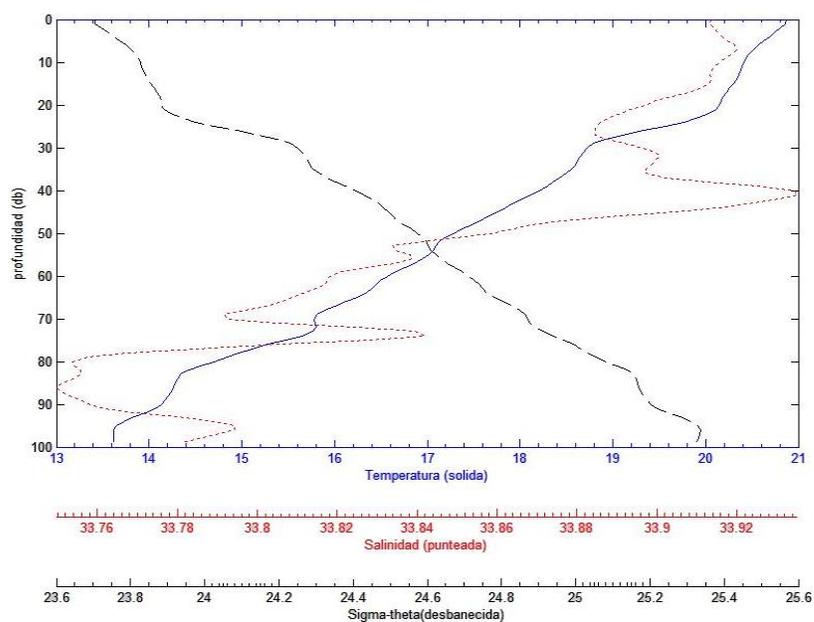
**Figura 40.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 16, Isla Guadalupe.



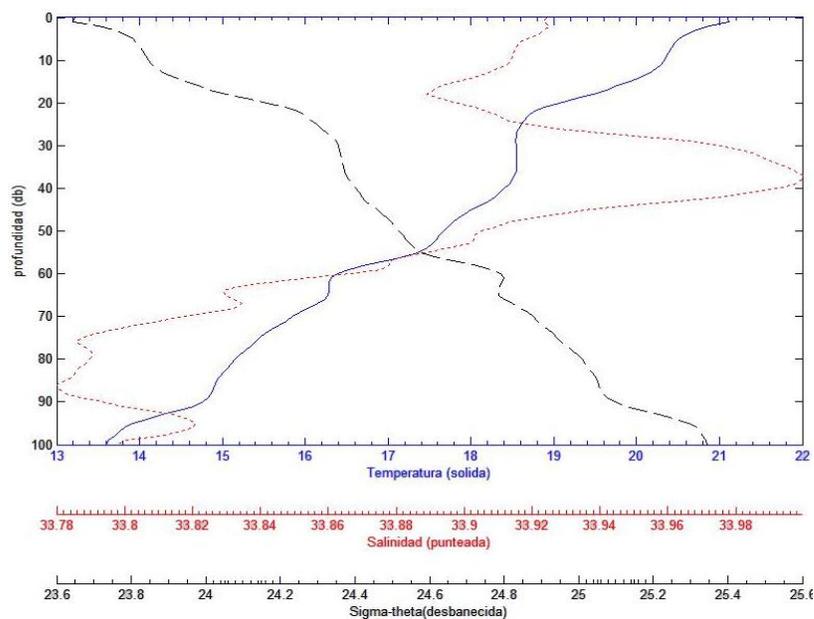
**Figura 41.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 17, Isla Guadalupe.



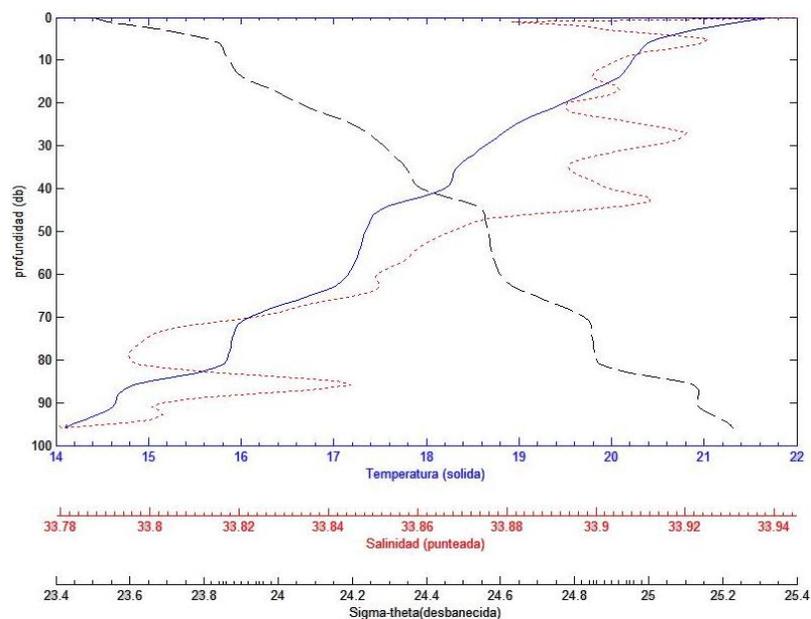
**Figura 42.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad Potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 18, Isla Guadalupe.



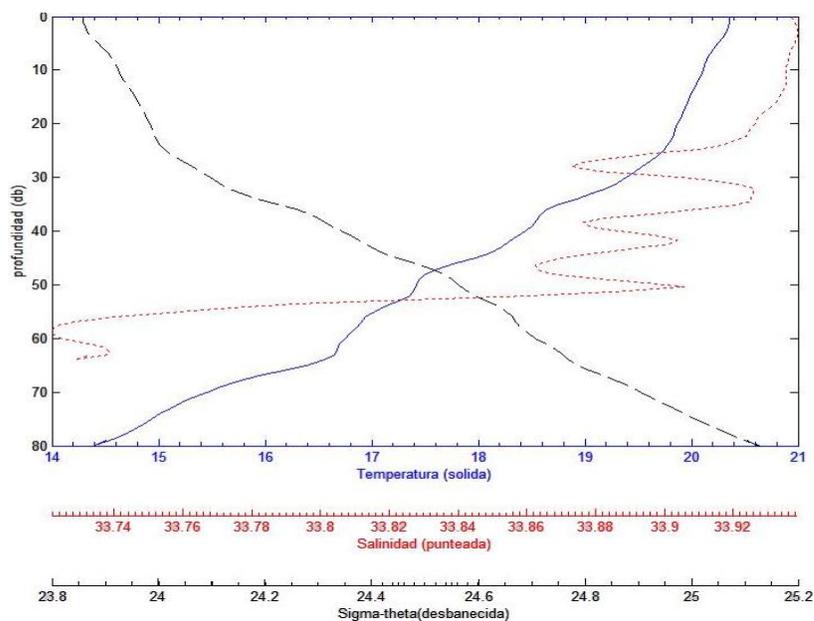
**Figura 43.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ) vs profundidad. Estación 19, Isla Guadalupe.



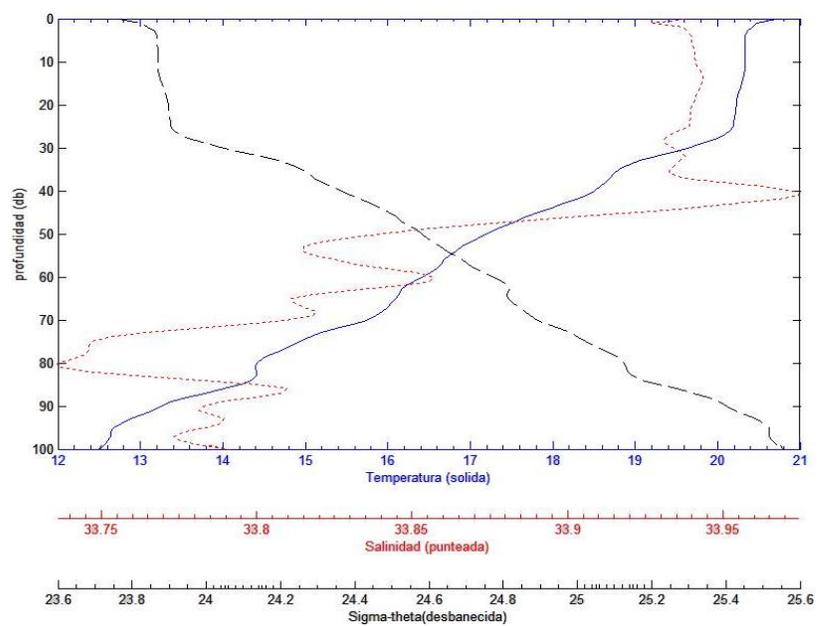
**Figura 44.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ) vs profundidad. Estación 20, Isla Guadalupe.



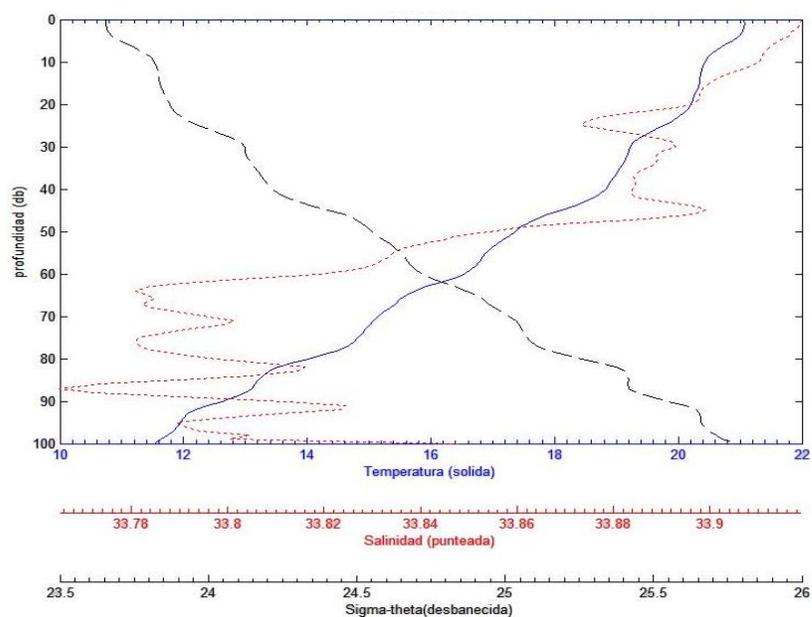
**Figura 45.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 21, Isla Guadalupe.



**Figura 46.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 22, Isla Guadalupe.



**Figura 47.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 23, Isla Guadalupe.



**Figura 48.** Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y densidad potencial ( $\text{Kg/m}^3$ ) vs profundidad. Estación 24, Isla Guadalupe.

## ANEXO II.

### Perfiles horizontales

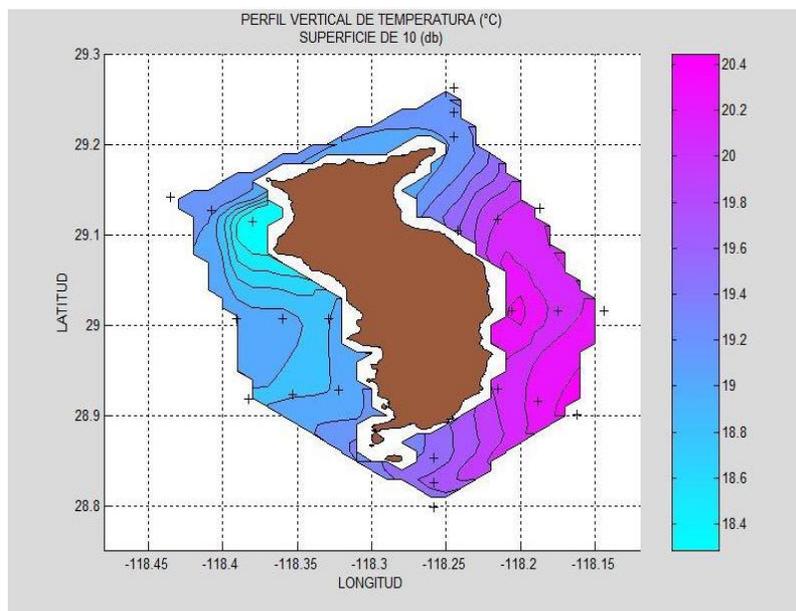


Figura 49. Distribución horizontal de temperatura (°C) en la isobara de 10 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.

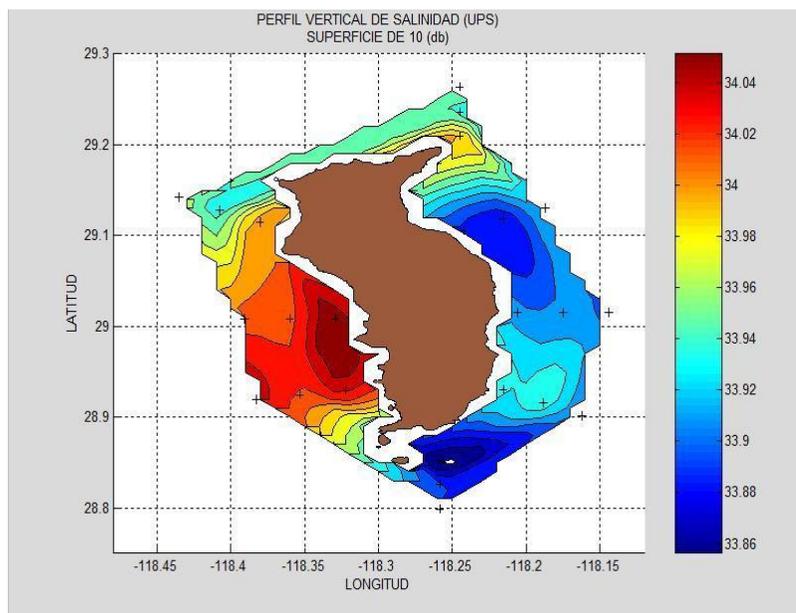
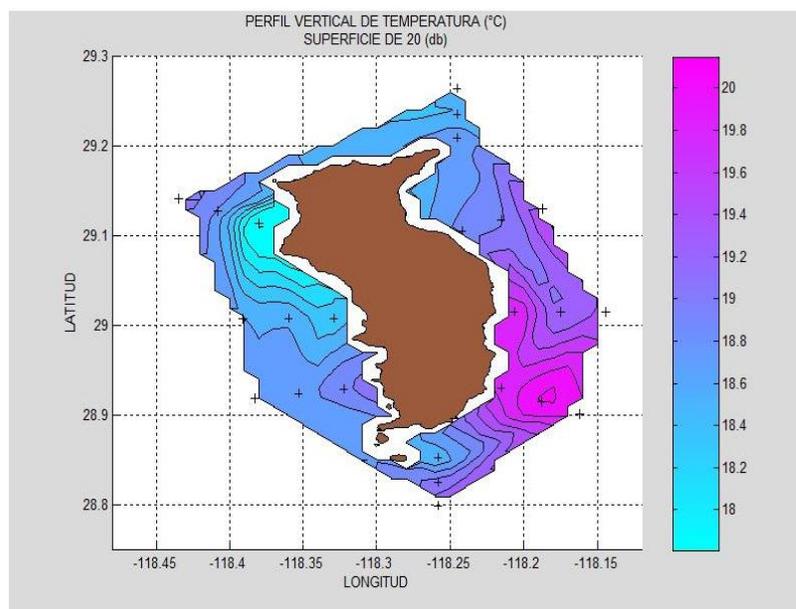
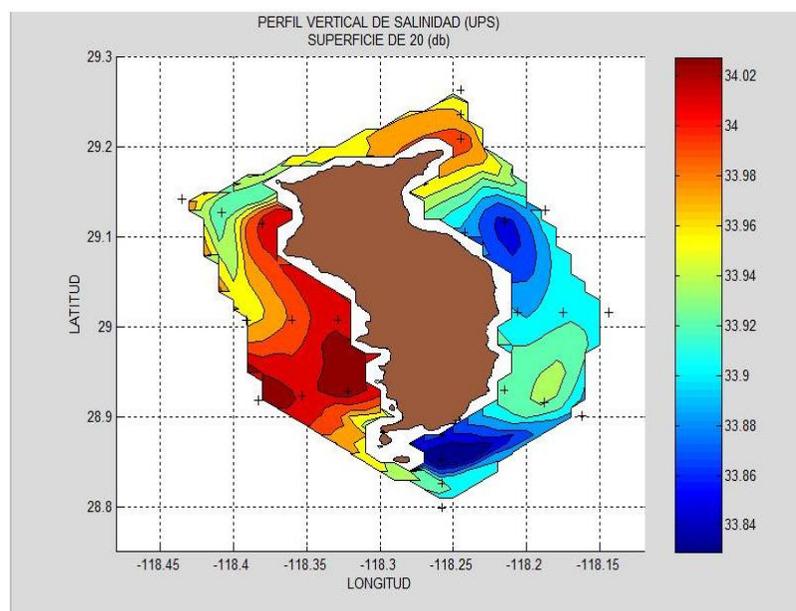


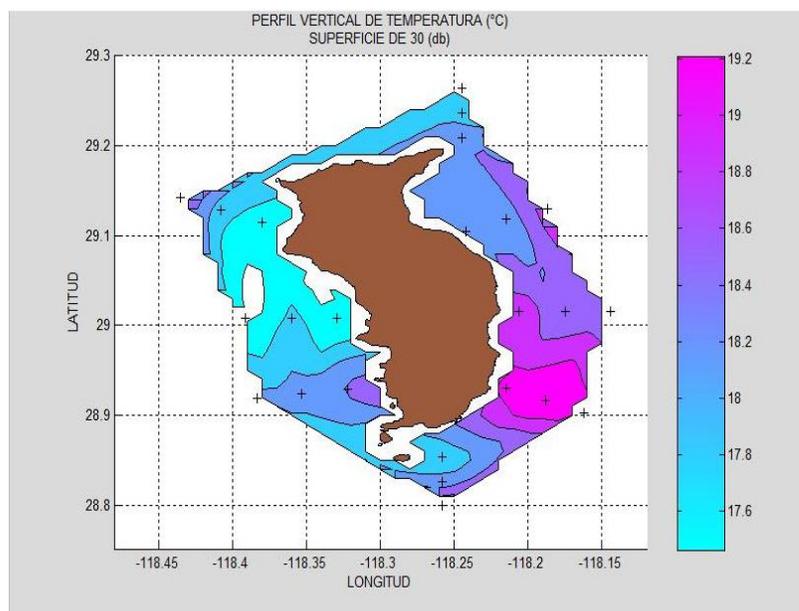
Figura 50. Distribución horizontal de salinidad en la isobara de 10 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.



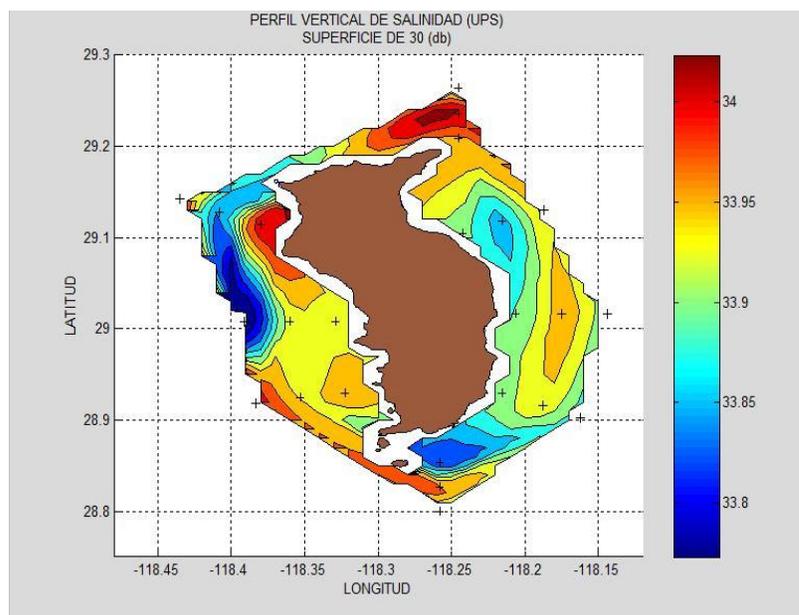
**Figura 51.** Distribución horizontal de temperatura (°C) en la isobara de 20 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.



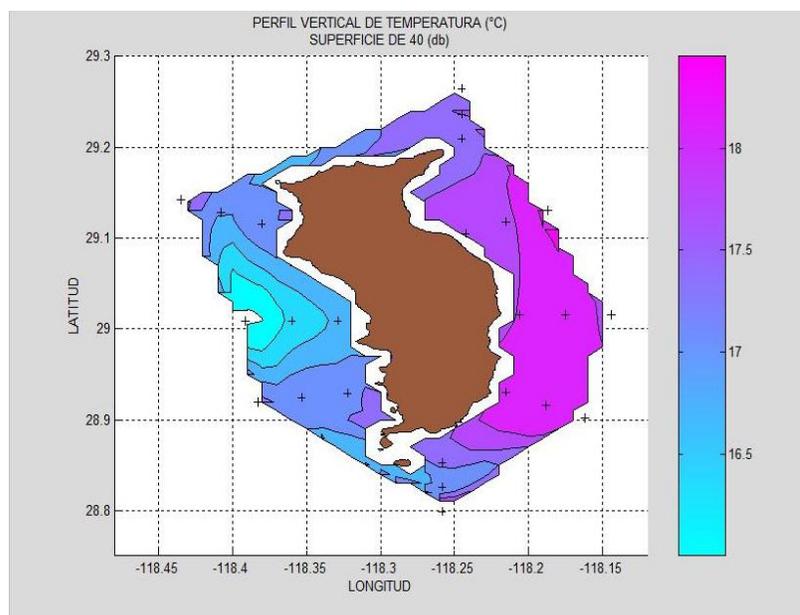
**Figura 52.** Distribución horizontal de salinidad en la isobara de 20 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.



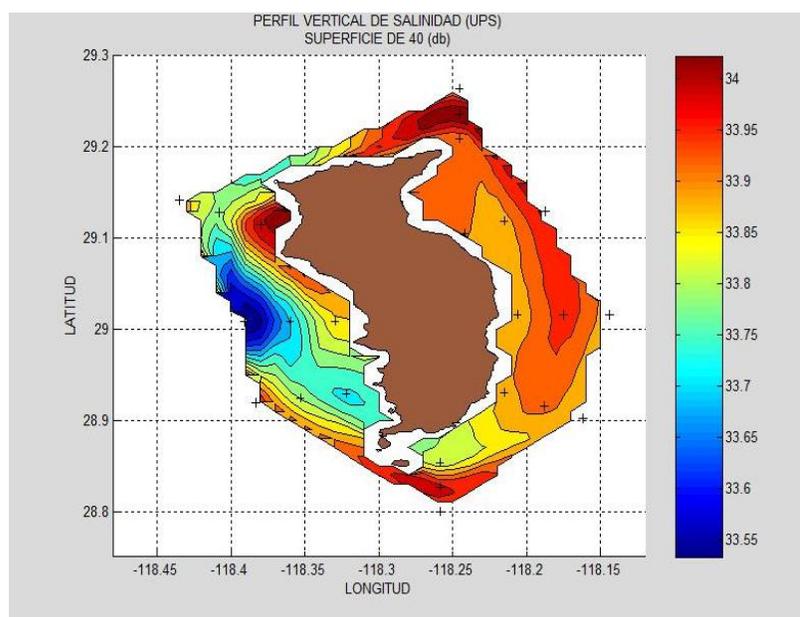
**Figura 53. Distribución horizontal de temperatura (°C) en la isobara de 30 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.**



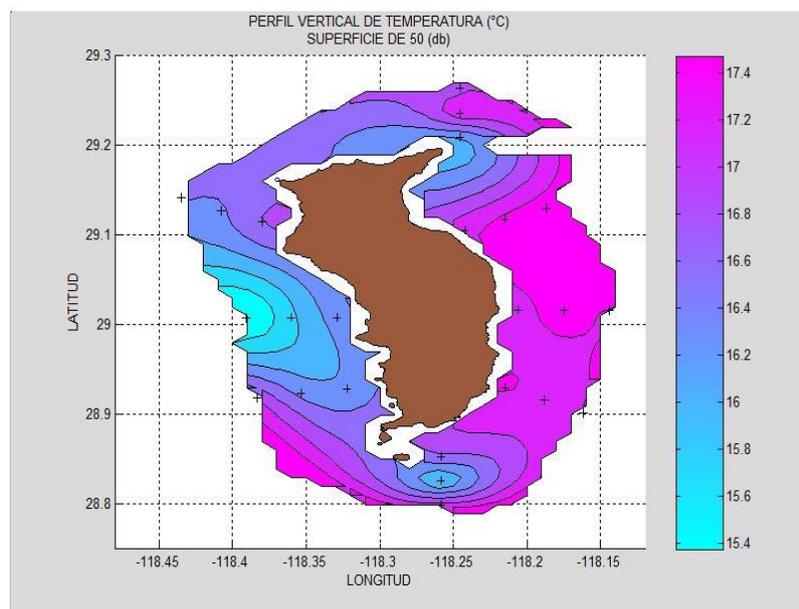
**Figura 54. Distribución horizontal de salinidad en la isobara de 30 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.**



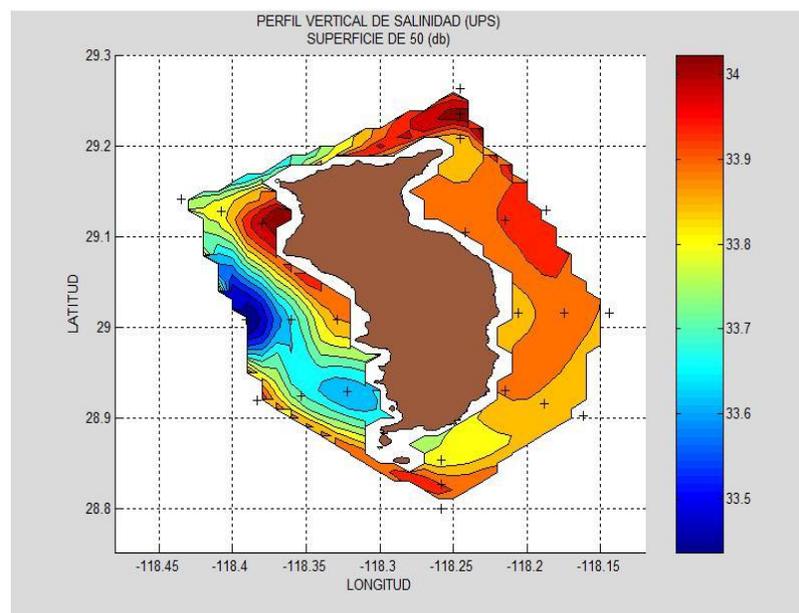
**Figura 55. Distribución horizontal de temperatura (°C) en la isobara de 40 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.**



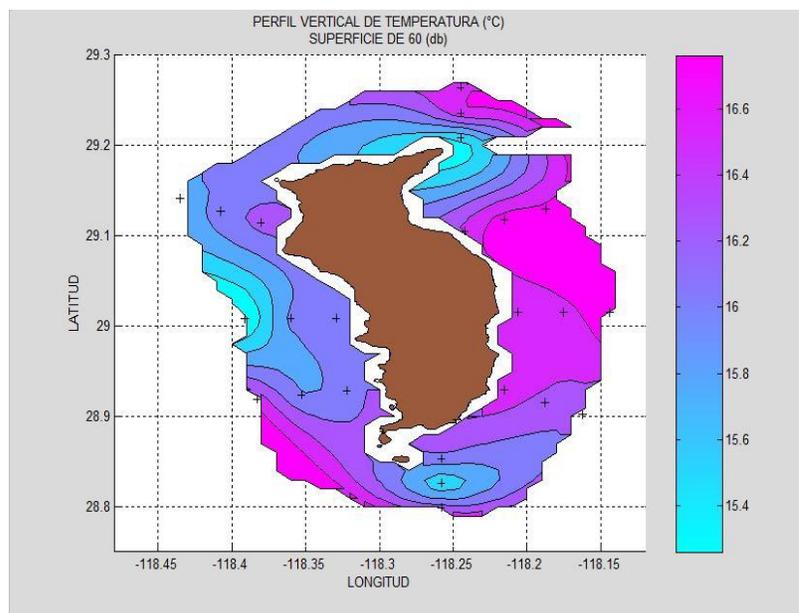
**Figura 56. Distribución horizontal de salinidad en la isobara de 40 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.**



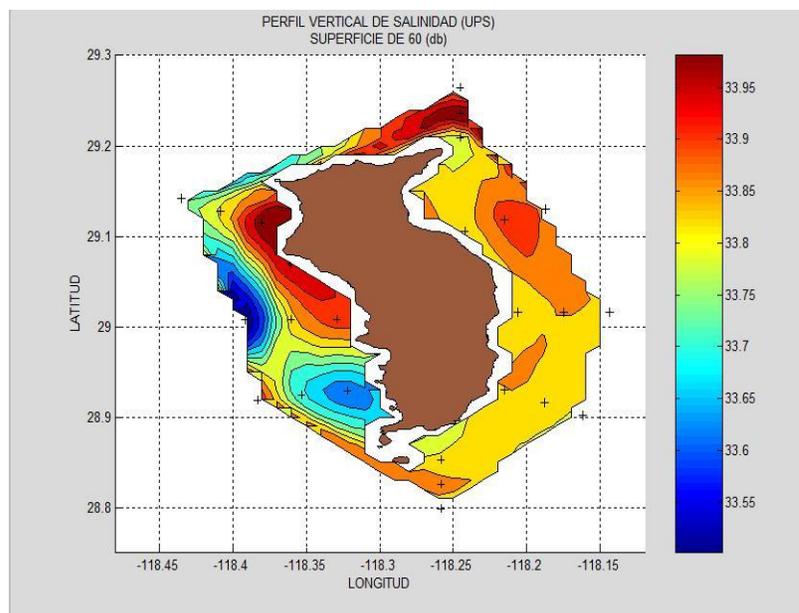
**Figura 57.** Distribución horizontal de temperatura (°C) en la isobara de 50 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.



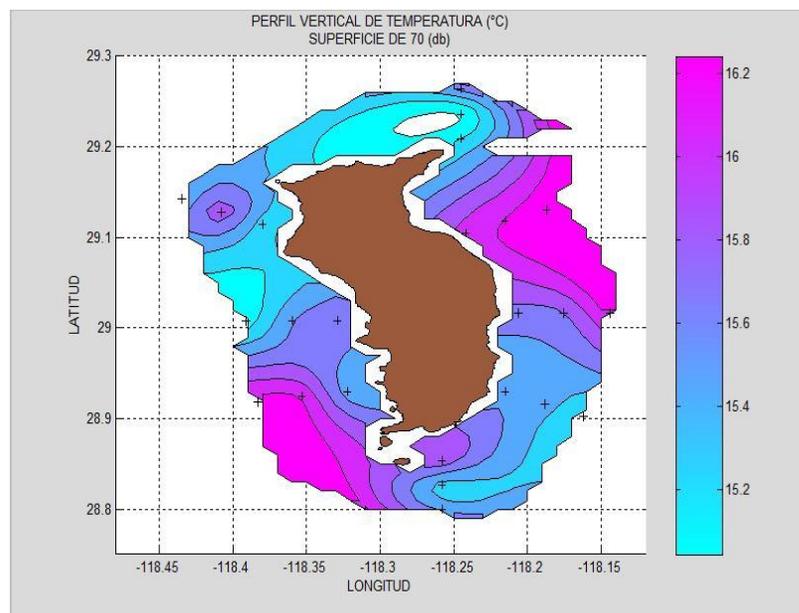
**Figura 58.** Distribución horizontal de salinidad en la isobara de 50 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.



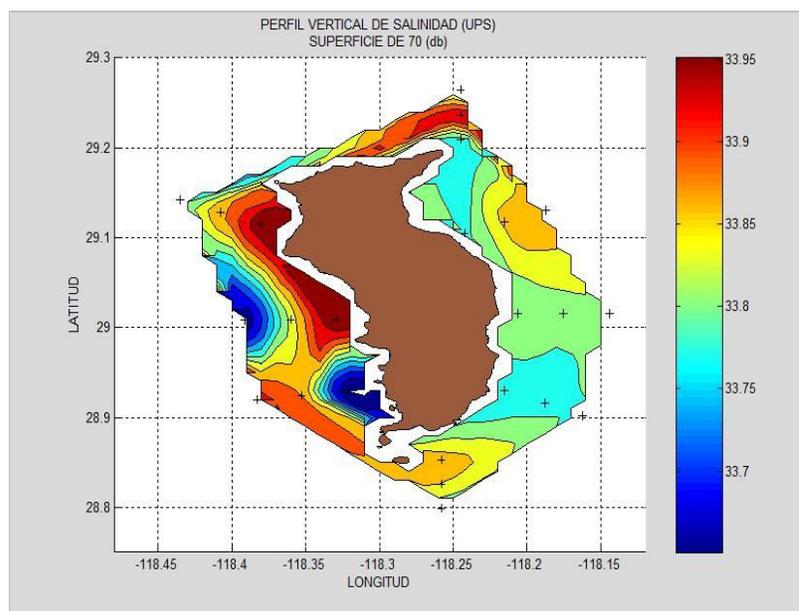
**Figura 59.** Distribución horizontal de temperatura (°C) en la isobara de 60 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.



**Figura 60.** Distribución horizontal de salinidad en la isobara de 60 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.



**Figura 61.** Distribución horizontal de temperatura (°C) en la isobara de 70 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.



**Figura 62.** Distribución horizontal de salinidad en la isobara de 70 decibares en aguas adyacentes a isla Guadalupe.

## ANEXO III.

## Perfiles por transecto

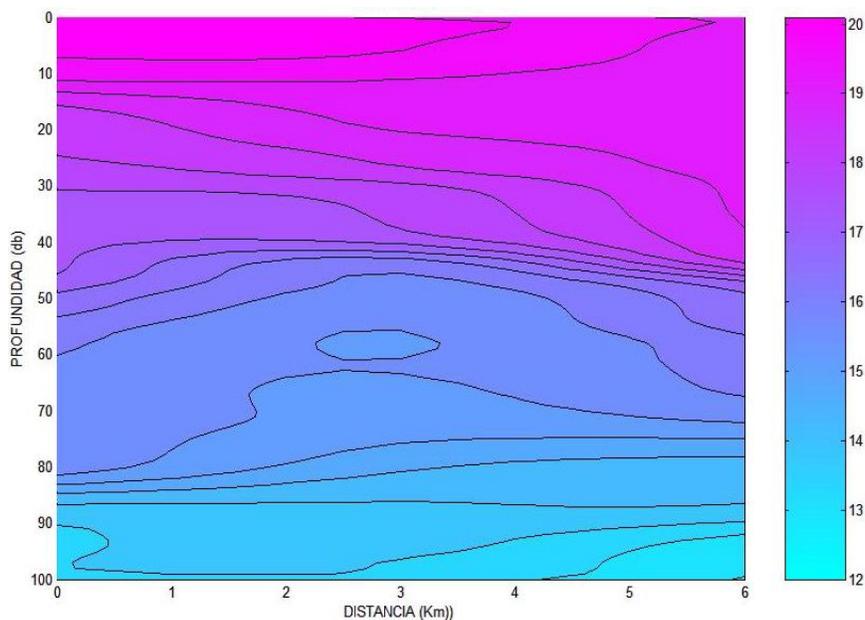


Figura 63. Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 1.

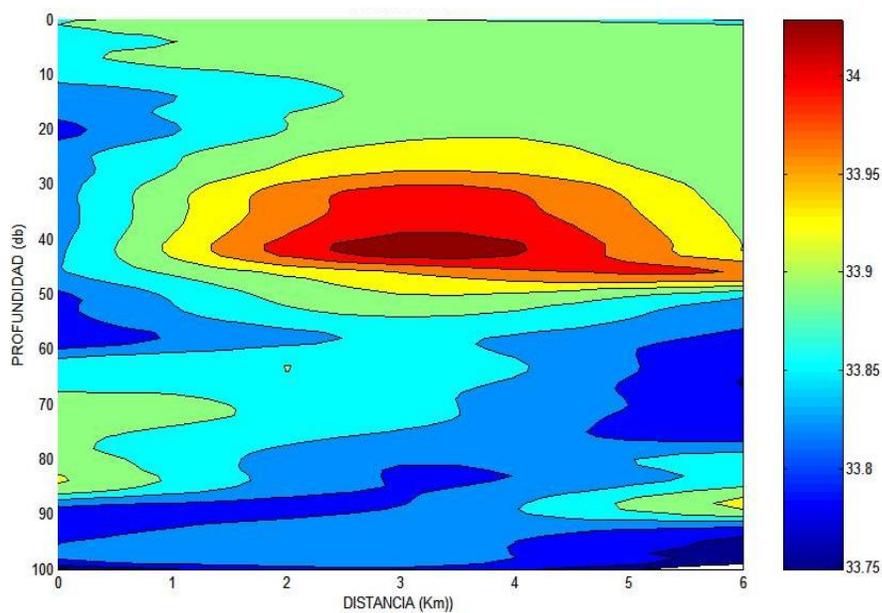
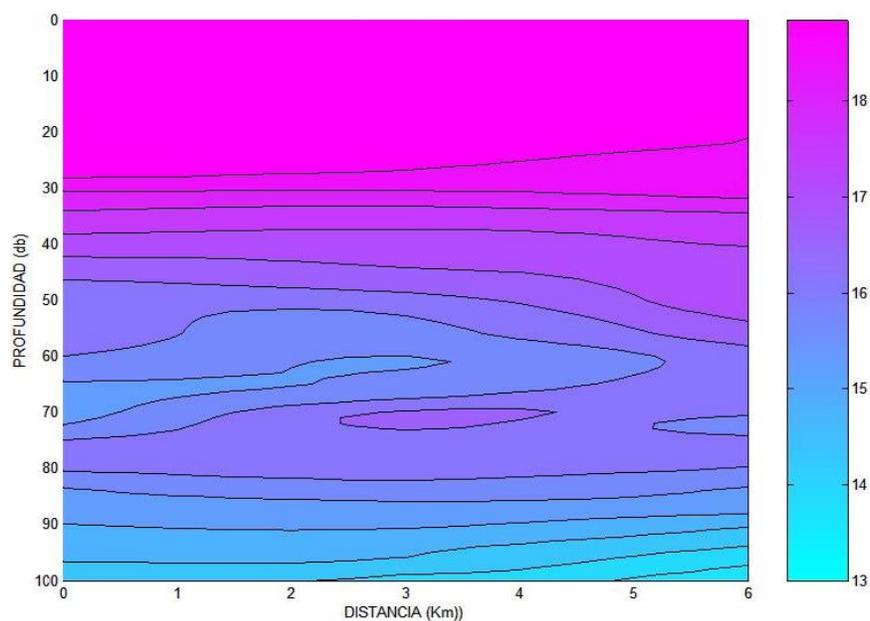
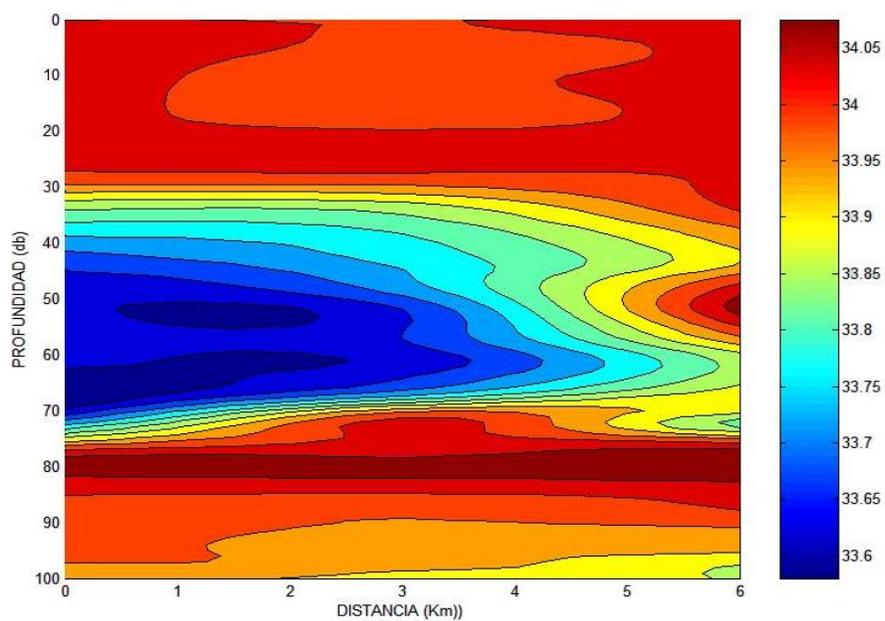


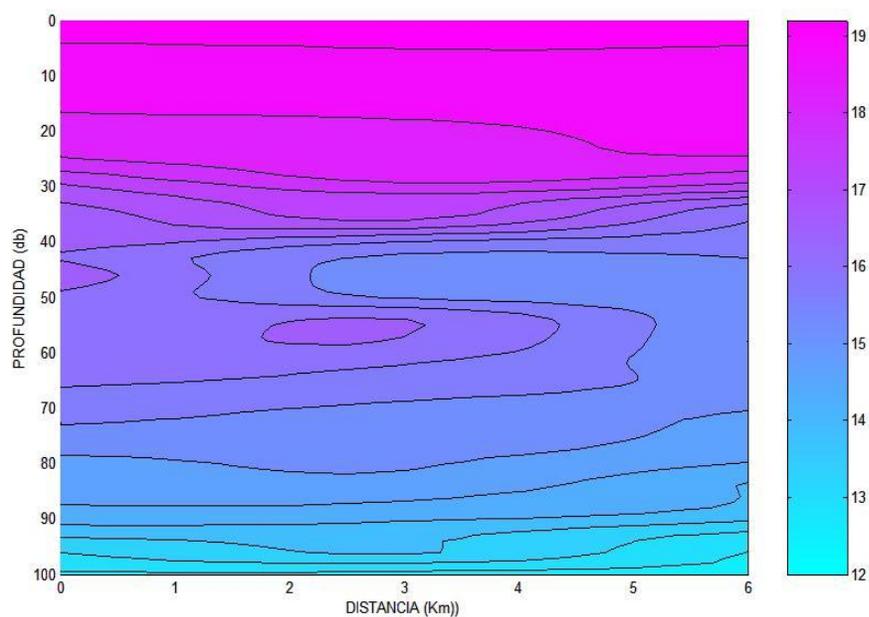
Figura 64. Distribución vertical de salinidad. Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 1.



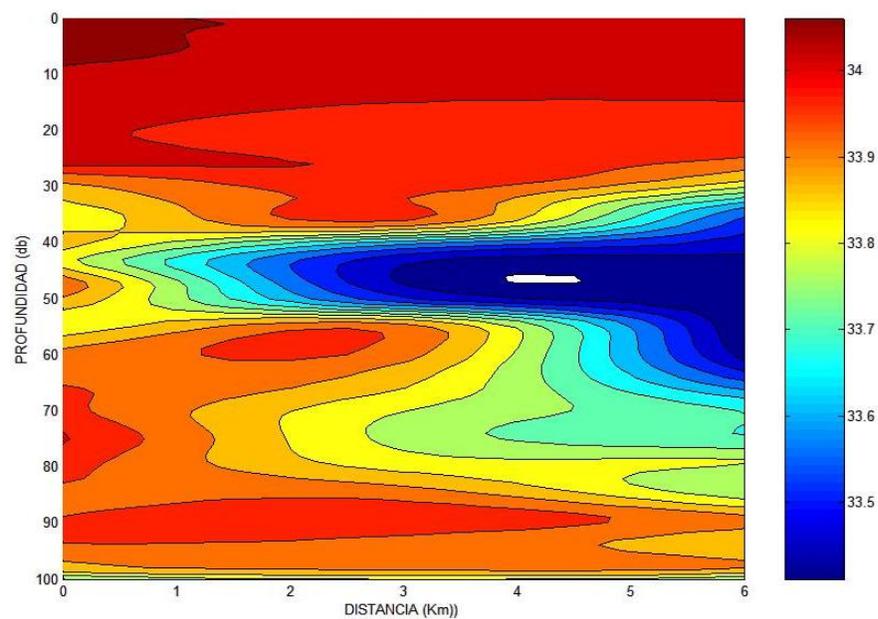
**Figura 65.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 2.



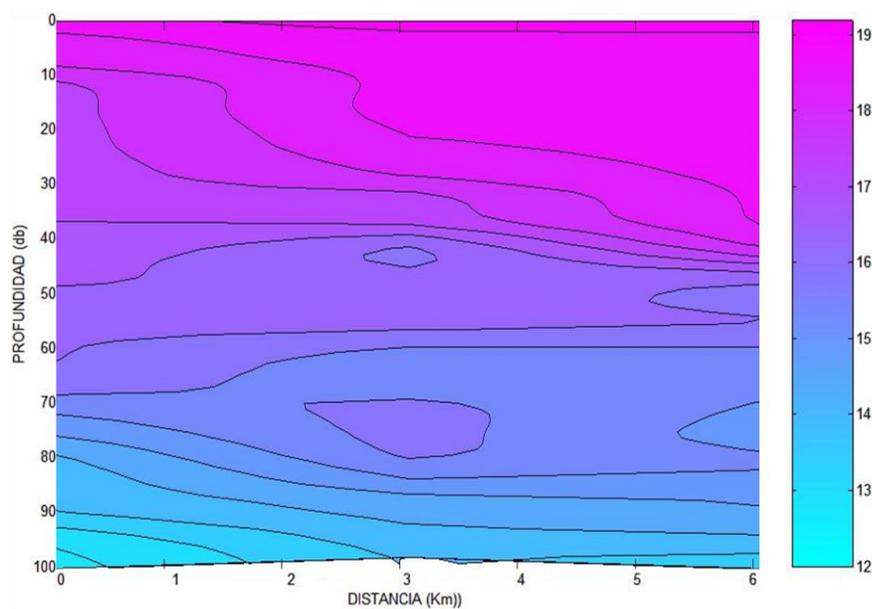
**Figura 66.** Distribución vertical de salinidad. Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 2.



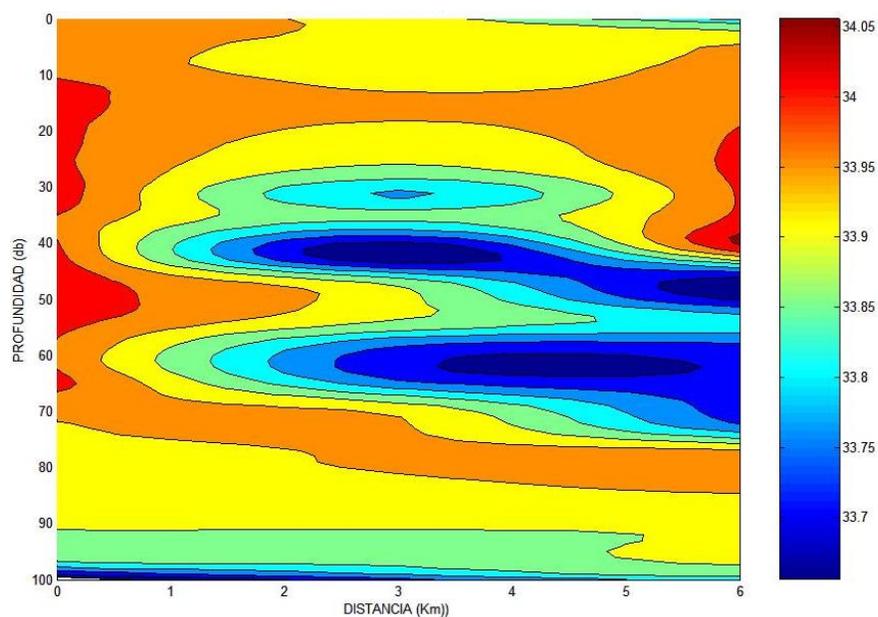
**Figura 67.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 3.



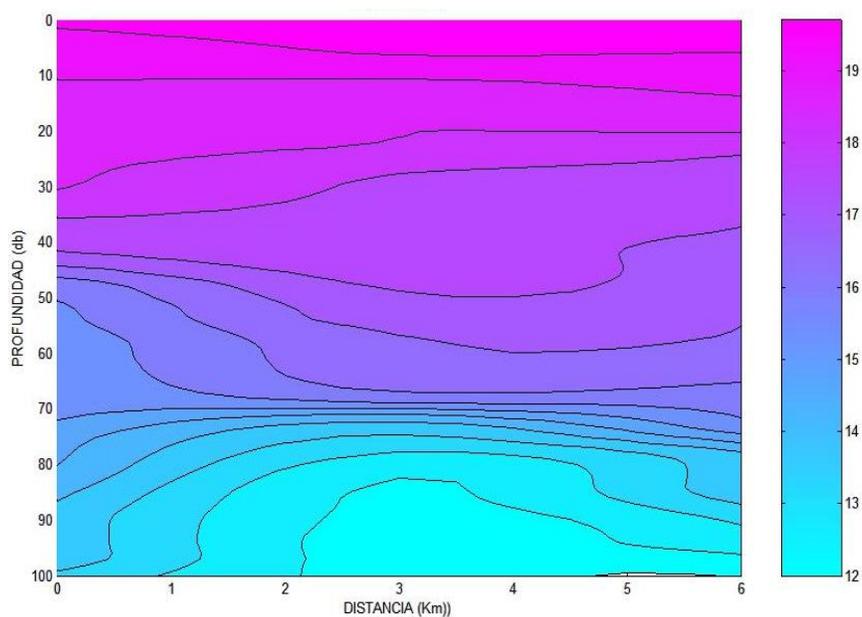
**Figura 68.** Distribución vertical de salinidad. Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 3.



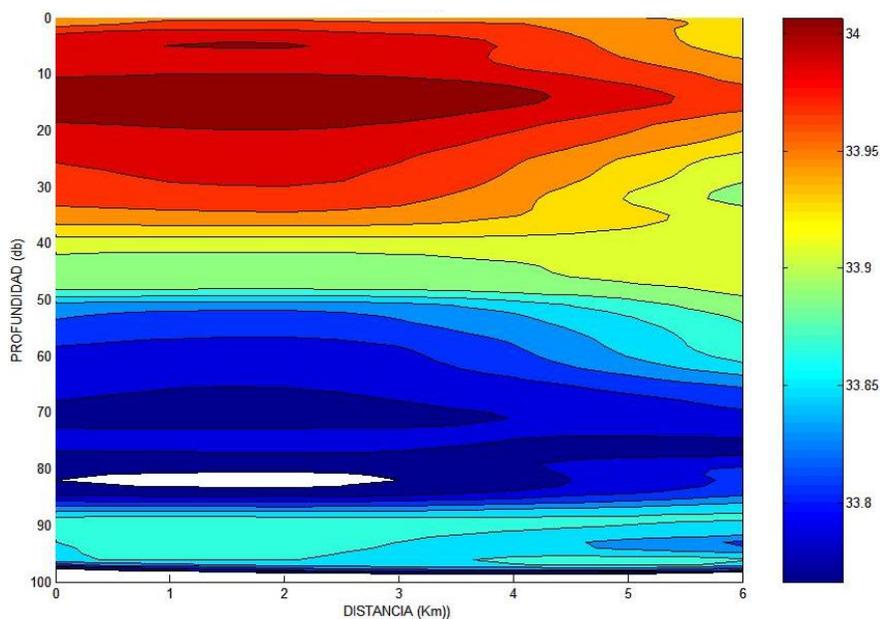
**Figura 69.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 4.



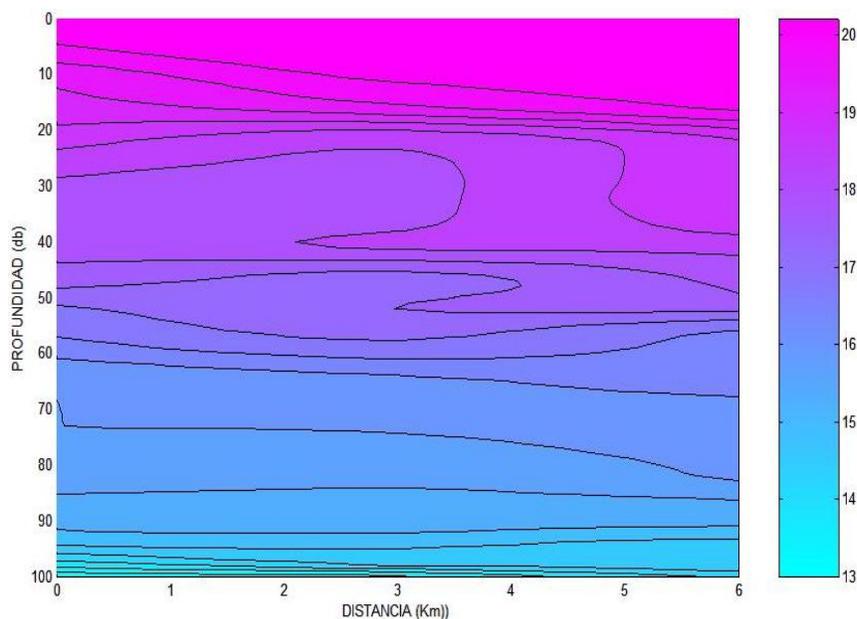
**Figura 70.** Distribución vertical de salinidad. Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 4.



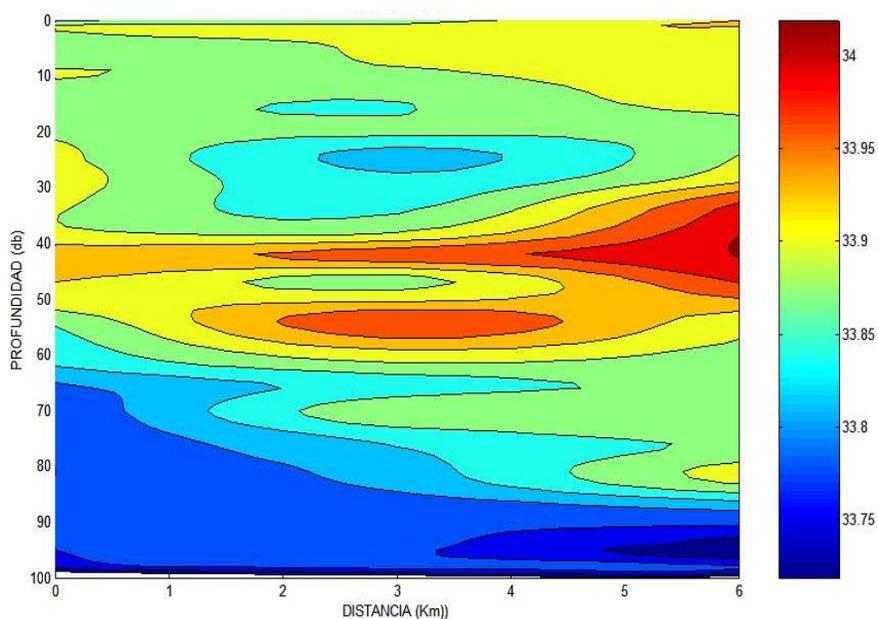
**Figura 71.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 5.



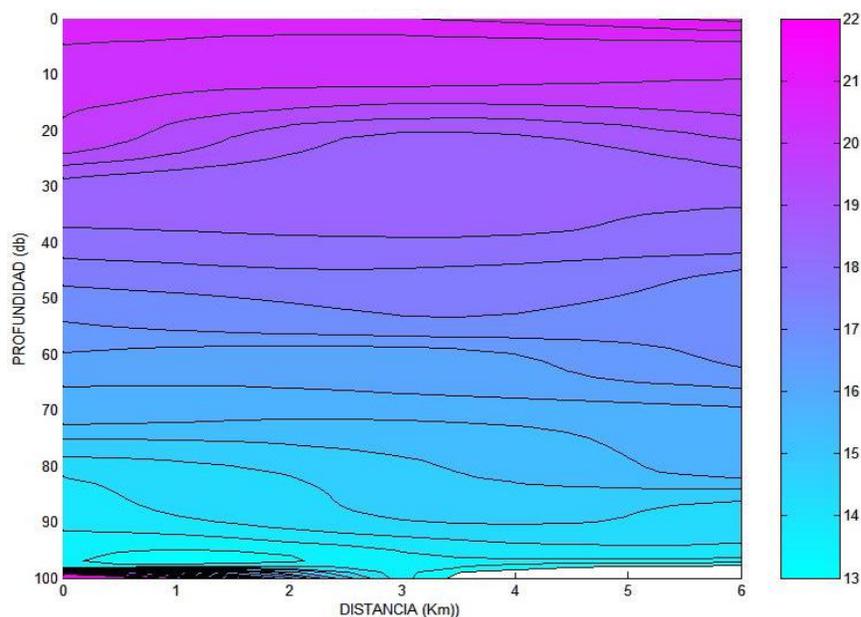
**Figura 72.** Distribución vertical de salinidad. Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 5.



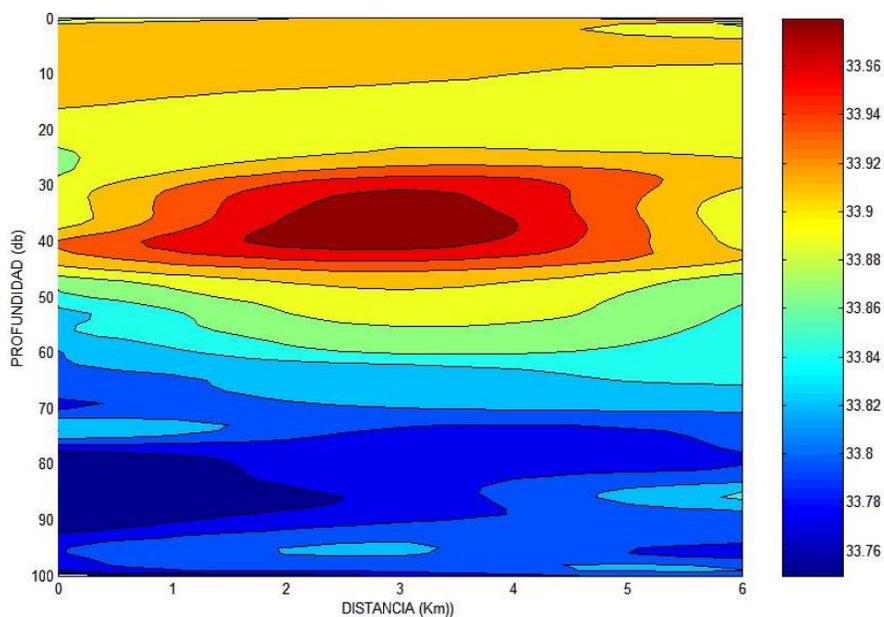
**Figura 73.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 6.



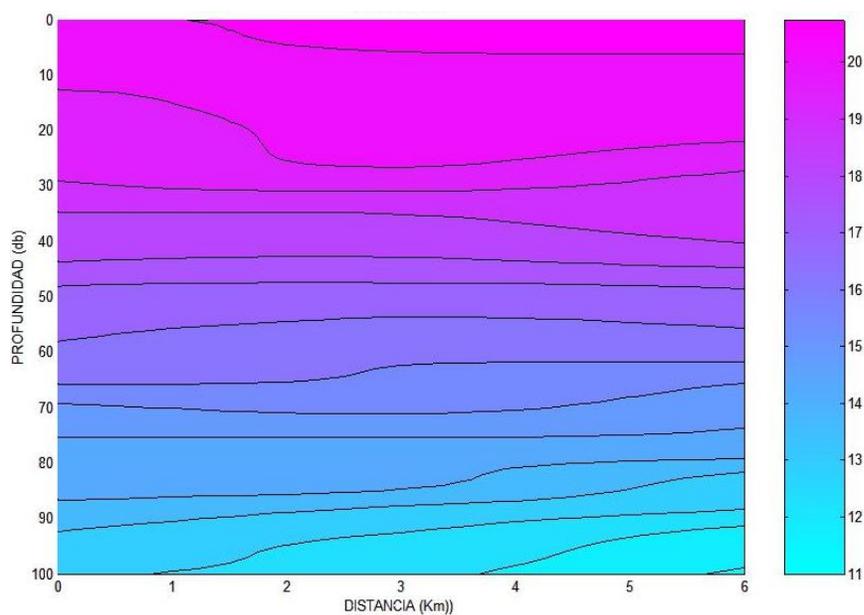
**Figura 74.** Distribución vertical de salinidad. Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 6.



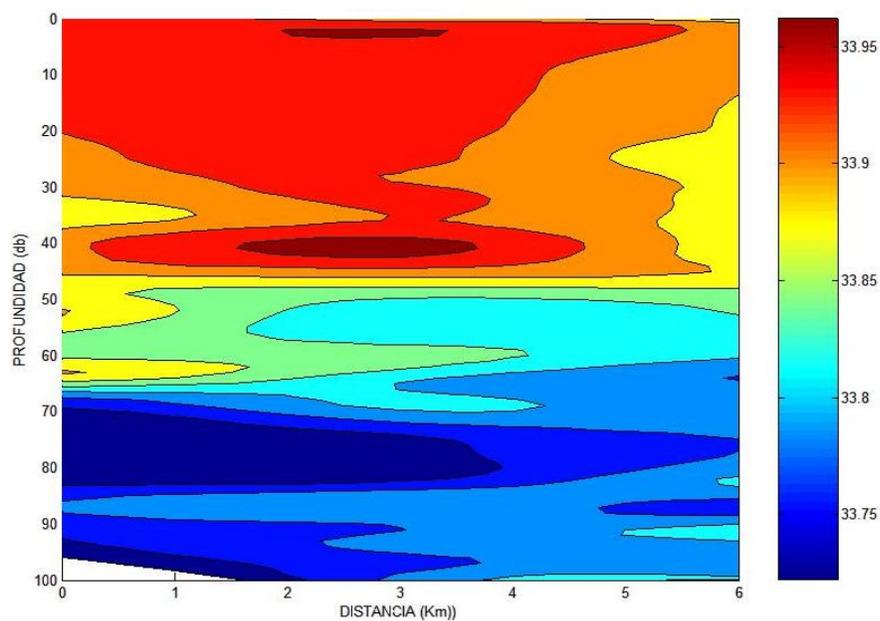
**Figura 75.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 7.



**Figura 76.** Distribución vertical de salinidad. Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 7.



**Figura 77.** Distribución vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 8.



**Figura 78.** Distribución vertical de salinidad. Los transectos son radiales a isla Guadalupe, la distancia expresada en Km indica la distancia a la línea de costa de la isla. Transecto 8.