

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Y GEOGRAFÍA
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR
Casilla 1020. Valparaíso, Chile



PROYECTO FIP N° 2014-04-2

**“FASE II: LEVANTAMIENTO OCEANOGRÁFICO PARA ELABORAR LA
LÍNEA BASE DE LOS MONTES SUBMARINOS JUAN FERNÁNDEZ 5
(JF5), JUAN FERNÁNDEZ 6 (JF6) Y MONTE O’HIGGINS”**

INFORME FINAL

Valparaíso, 15 de Abril de 2016



TÍTULO DEL PROYECTO	:FASE II: LEVANTAMIENTO OCEANOGRÁFICO PARA ELABORAR LA LÍNEA BASE DE LOS MONTES SUBMARINOS JUAN FERNÁNDEZ 5 (JF5), JUAN FERNÁNDEZ 6 (JF6) Y MONTE O'HIGGINS
REQUIRENTE	: Consejo del Fondo de Investigación Pesquera Proyecto FIP N° 2014-04-2
UNIDAD EJECUTORA	: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Escuela de Ciencias del Mar Facultad de Ciencias del Mar y Geografía Avda. Altamirano 1480, Valparaíso, Chile
JEFE DE PROYECTO	: Samuel Ernesto Hormazábal Fritz Escuela de Ciencias del Mar Fono (56) (32) 2274257 E-mail: samuel.hormazabal@pucv.cl.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	21
EQUIPO DE TRABAJO	25
1. INTRODUCCIÓN.....	27
1.1. Características generales de los montes submarinos.....	27
1.2. Características biológicas de los montes submarinos	28
1.2.1. Productividad biológica	31
1.2.2. Biodiversidad y endemismo.....	34
1.3. Características físico-químicas de la columna de agua.....	38
1.3.1. Hidrografía	38
1.3.2. Oxígeno disuelto.....	40
1.4. Antecedentes sobre los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins	41
2. OBJETIVOS	43
2.1. Objetivo general.....	43
2.2. Objetivos específicos.....	43
3. METODOLOGÍA.....	44
3.1. Área de estudio	44
3.2. Crucero Bio-oceanográfico.....	48
3.2.1. Embarcación y equipamiento	49
3.3. Objetivo 1. Determinar las características de la estructura vertical de las propiedades físico químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes) en la región asociada a los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins	53
3.3.1. Actividad 1: Análisis hidrográfico.....	53
3.3.2. Actividad 2: Análisis de nutrientes y oxígeno disuelto.....	57
3.4. Objetivo 2. Caracterizar la distribución vertical y horizontal del fitoplancton (por fracciones de tamaño) en la región asociada a los Montes Submarinos JF5, JF6 y Monte O'Higgins.	61

3.4.1. Actividad 3: Caracterización de comunidades fitoplanctónicas por clase de tamaños y grupos funcionales.....	61
3.4.2. Actividad 4: Caracterizar la distribución vertical y horizontal de la biomasa del mesozoplancton, asociada a los montes submarinos.....	64
3.5. Objetivo 3. Caracterizar la estructura de meso y submesoescala que se encuentran asociadas a los montes submarinos en estudio.....	68
3.5.1 Bases de datos satelitales	71
3.5.2. Actividad 5: Estructuras de mesoescala.....	73
3.5.3. Actividad 6: Estructuras de submesoescala.....	74
3.6. Objetivo 4. Determinar el efecto de los montes submarinos sobre la distribución de las propiedades físico químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, y nutrientes). Establecer las condiciones oceanográficas de cada área objeto del estudio.	75
3.6.1. Actividad 7: Análisis de series de tiempo	75
3.6.2. Actividad 8: Secciones de anomalías de perfiles de CTD	75
4. RESULTADOS.....	76
4.1. Objetivo 1. Determinar las características de la estructura vertical de las propiedades físico químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes) en la región asociada a los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins	76
4.1.1. Análisis hidrográfico y químico Monte O'Higgins	76
4.1.2. Análisis hidrográfico y químico Monte Juan Fernández 5 (JF5)	90
4.1.3. Análisis hidrográfico y químico Monte Juan Fernández 6 (JF6)	105
4.1.4. Masas de Agua.....	117
4.1.5. Procesos de mezcla.....	121
4.1.6. Estabilidad de la columna de agua (Brunt- Väisälä)	123
4.1.7. Secciones de corrientes geostróficas	124
4.1.7.1. Velocidad geostrófica alrededor del monte JF6.....	124
4.1.7.2. Velocidad geostrófica alrededor del monte JF5.....	126
4.1.7.3. Velocidad geostrófica alrededor del monte O'Higgins.....	128
4.2. Objetivo 2. Caracterizar la distribución vertical y horizontal del fitoplancton (por	

fracciones de tamaño) en la región asociada a los Montes Submarinos JF5, JF6 y O'Higgins.	130
4.2.1. Monte JF5.....	131
4.2.2. Monte JF6.....	134
4.2.3. Monte O'Higgins	137
4.2.4. Comparación de distribución de fitoplancton entre los montes JF5, JF6 y O'Higgins	139
4.2.5. Caracterizar la distribución vertical y horizontal de la biomasa del meso-zooplancton, asociada a los montes submarinos.....	142
4.3. Objetivo 3. Caracterizar la estructura de meso y submesoescala que se encuentran asociadas a los montes submarinos en estudio.	144
4.3.1. Remolinos de mesoescala	145
4.4. Objetivo 4. Determinar el efecto de los montes submarinos sobre la distribución de las propiedades físico químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, y nutrientes). Establecer las condiciones oceanográficas de cada área objeto del estudio.	146
4.4.1 Resultados del análisis en el dominio de la frecuencia.....	146
4.4.2 Resultados del análisis de coherencia cuadrada y fase.....	151
4.4.3 Resultados del análisis en el espacio tiempo-frecuencia	152
4.5. TABLAS.....	157
4.6. FIGURAS.....	186
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	330
ANEXO 1. PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD	347

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.2.1. Principales patrones de flujo en un monte circular (círculo rojo) en el hemisferio norte: a) patrón estacionario formando un dipolo para flujo constante débil, b) columna de Taylor para un flujo constante fuerte, c) patrón rotatorio con un dipolo como respuesta transitoria durante un periodo de forzamiento, d) tiempo-medio del flujo rectificadado debido a las ondas atrapadas por el monte (White & Mohn, 2002).	30
Figura 1.2.2. Patrón idealizado del flujo sobre un monte, mostrando un flujo radial exterior en el borde del monte, una disminución en magnitud con la altura, y un flujo lento de retorno lento hacia la región de la cumbre (convergencia superficial) y el hundimiento (downwelling) asociado (Mullineaux & Mills, 1997).	31
Figura 1.2.3. Diagrama que representa cómo las migraciones del plancton provocan un atrapamiento de éste (Gubbay, 2003).	32
Figura 1.2.4. Modelos del reclutamiento de las poblaciones de especies que viven en los montes (Gubbay, 2003).	33
Figura 3.1.1. Estaciones de muestreo en el monte submarino JF5 (panel superior) y grilla utilizada para la interpolación de las variables oceanográficas para el monte JF5 (interpolación realizada con DIVA) (panel inferior). En todas las estaciones (27 más una de referencia) se realizaron mediciones de CTDO (cuadrado 1 cast de CTDO, cruz 2 cast de CTDO y círculo 3 cast de CTDO). Los círculos indican la posición donde se realizaron las mediciones de nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y toma de muestras de zooplancton. En la estación de referencia, realizada a ~30 km al sur del monte (no mostrada) se tomaron muestras para el análisis del contenido de nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y zooplancton. Los recuadros rojos indican las transectas zonales (Z) y meridionales (M) utilizadas en el análisis hidrográfico del monte JF5.	45
Figura 3.1.2. Estaciones de muestreo en el monte submarino JF6 (panel superior) y grilla utilizada para la interpolación con DIVA de las variables oceanográficas (panel inferior). En todas las estaciones (13 más una de referencia) se realizan mediciones de CTDO (cuadrado 1 cast de CTDO, cruz 2 cast de CTDO y círculo 3 cast de CTDO). Los círculos indican la posición donde se realizaron mediciones de nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y se tomaron muestras de zooplancton. En la estación de referencia ubicada a ~30 km al sur del monte (no mostrada) se realizaron mediciones de CTDO, nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y se tomaron muestras de zooplancton. Los recuadros rojos indican las transectas zonales (Z) y meridionales (M) utilizadas en el análisis hidrográfico del monte JF6.	46
Figura 3.1.3. Estaciones de muestreo en el monte O'Higgins (panel superior) y grilla utilizada para la interpolación con DIVA de las variables oceanográficas (panel inferior). En todas las estaciones (20 más una de referencia) se realizan mediciones de CTDO (cuadrado 1 cast de CTDO, cruz 2 cast de CTDO y círculo 3 cast de CTDO). Los círculos indican la posición donde	

se realizaron mediciones de nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y se tomaron muestras de zooplancton. En la estación de referencia ubicada a ~30 km al sur del monte (no mostrada) se realizaron mediciones de CTDO, nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y se tomaron muestras de zooplancton. Los recuadros rojos indican las transectas zonales(Z) y meridionales(M) utilizadas en el análisis hidrográfico del monte O'Higgins. 47

Figura 3.2.1.Fotografía del buque pesquero-oceanográfico B/I Abate Molina de IFOP..... 49

Figura 3.3.1. Representación gráfica de los resultados del cálculo del ángulo de Turner (en grados). 56

Figura 3.3.2. Relación entre las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas mediante titulación Winkler y las del CTDO para el Monte O'Higgins, durante el crucero FIP Montes Submarinos. 59

Figura 3.3.3. Relación entre las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas mediante titulación Winkler y las del CTDO para el Monte JF5, durante el crucero FIP Montes Submarinos. 59

Figura 3.3.4. Relación entre las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas mediante titulación Winkler y las del CTDO para el Monte JF6, durante el crucero FIP Montes Submarinos 60

Figura 3.3.5. Ejemplo de perfil vertical de oxígeno disuelto a partir de los datos obtenidos del CTDO (línea negra) y del mismo perfil vertical de oxígeno disuelto corregido con los análisis por titulación Winkler (línea roja). 60

Figura 3.5.1. Perfiles verticales de los principales parámetros físicos sobre una transecta zonal que abarca desde el monte O'Higgins hasta el JF1. Figura extraída de Informe Final Proyecto FIP 2005). 69

Figura 3.5.2. Contornos de concentración de clorofila-a satelital en mg m^{-3} asociado a la isla Alejandro Selkirk (a y c) y, las islas Robinson Crusoe – Santa Clara (b y d) que muestran calles de remolinos de Von Kármán con altas concentraciones de clorofila-a en los centros de remolinos de submesoescala. Figura tomada de Andrade et al., 2014c..... 70

Figura 4.1.1. Secciones longitudinales correspondientes a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M1(este) $73,75^{\circ}\text{W}$. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad ($\sigma\text{-t}$; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho). 187

Figura 4.1.2. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M1(este) $73,75^{\circ}\text{W}$. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad ($\sigma\text{-t}$; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho). 188

Figura 4.1.3. Secciones longitudinales correspondientes a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M2 (intermedia) $73,88^{\circ}\text{W}$. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad ($\sigma\text{-t}$; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel

inferior derecho).....	189
Figura 4.1.4. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M2 (intermedia) 73,88°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	190
Figura 4.1.5. Secciones longitudinales correspondientes a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M3 (oeste) 74,02°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).....	191
Figura 4.1.6. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M3 (oeste) 74,02°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	192
Figura 4.1.7. Secciones latitudinales correspondientes al monte O'Higgins, transecta Z1 (norte) 32,80°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).....	193
Figura 4.1.8. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte O'Higgins, Z1 (norte) 32,80°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	194
Figura 4.1.9. Secciones latitudinales correspondientes al monte O'Higgins, transecta Z2 (centro) 32,90°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).....	195
Figura 4.1.10. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte O'Higgins, transecta Z2 (centro) 32,90°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	196
Figura 4.1.11. Secciones latitudinales correspondientes al monte O'Higgins, transecta Z3 (sur) 33,00°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).....	197
Figura 4.1.12. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte O'Higgins, transecta Z3 (sur) 33,00°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	198
Figura 4.1.13. Distribución vertical de: a) Salinidad; b) sigma-t (Kg m^{-3}); c) oxígeno disuelto (mL L^{-1}) sobre transecta de estudio (e) del monte O'Higgins. d) diagrama de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Salinidad de las estaciones muestreadas sobre el Monte O'Higgins; los cuadrados indican las localización de temperatura y salinidad de los núcleos del ASAA (rojo), AESS (verde), AIAA	

(azul) y APP (naranja). e) Estaciones sobre el Monte (puntos rojos) y batimetría del área de estudio. Además se indican las isóbatas y las estaciones consideradas para la transecta representada en a, b y c (rectángulo negro).	199
Figura 4.1.14. Distribución horizontal de saturación de oxígeno disuelto (%) a los niveles de profundidad: a) 0m ; b) 50m; c) 100 m; d) 200 m; e) 300 m; f) 500 m; g) 750 m; h) 1000 m; i) 1250 m; j) 1500 m; k) 1750 m; y l) 2000 m de profundidad en el área de estudio sobre el Monte O'Higgins. Las líneas representan los niveles de saturación de oxígeno disuelto (%). Las áreas sombreadas representan la presencia del monte.....	200
Figura 4.1.15. Distribución espacial de a) batimetría (m), b) Gradiente de oxígeno disuelto en la oxiclina ($\text{mL O}_2 \cdot \text{L} \cdot \text{m}^{-1}$); c) Profundidad de inicio de la ZMO (m); d) Profundidad del fin de la ZMO (m); e) grosor de la ZMO (m); f) Mínima concentración de oxígeno disuelto observada en la columna de agua (mL L^{-1}); g) concentración nitrato superficial (μM); h) concentración nitrito superficial (μM); i) concentración amonio superficial (μM); j) concentración de fosfato superficial (μM); k) N^* (μM), en el área de estudio ; l) concentración de silicato superficial (μM) sobre el Monte O'Higgins durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2016.	201
Figura 4.1.16. Distribución vertical de a) Nitrato; b) Nitrito (μM); y c) Amonio (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte O'Higgins durante el crucero FIP Montes Submarinos.	202
Figura 4.1.17. Distribución vertical de a) fosfato (μM), b) N^* (μM), y c) Silicato (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte O'Higgins.	203
Figura 4.1.18. Distribución espacial del campo de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) correspondiente al Monte O'Higgins para 6 niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles.....	204
Figura 4.1.19 Distribución espacial del campo de salinidad correspondiente al Monte O'Higgins para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles	205
Figura 4.1.20. Distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto (mL L^{-1}) correspondiente al Monte O'Higgins para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. Para 5 y 25 metros el gradiente entre cada isolínea es de $0,05 \text{ mL L}^{-1}$, para 75 m de $0,15 \text{ mL L}^{-1}$ y para 150, 200 y 300 m de $0,1 \text{ mL L}^{-1}$	206
Figura 4.1.21. Distribución espacial del campo de fluorescencia (mg m^{-3}) correspondiente al Monte O'Higgins para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. Para 5 y 25 metros el gradiente entre cada isolínea es de $0,2 \text{ mg}^{-3}$ y para 150, 200 y 300 m de $0,005 \text{ mg m}^{-3}$	207
Figura 4.1.22. Perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (g/kg), oxígeno disuelto (ml/l) y fluorescencia (mg/m^3) de las diferentes estaciones correspondientes al monte O'Higgins, para los primeros 300 m de profundidad. La línea gris representa los perfiles de las diferentes estaciones y la línea roja representa el perfil promedio de las diferentes estaciones (panel superior). La línea negra representa la estación de referencia (panel inferior).	208
Figura 4.1.23. Secciones longitudinales correspondientes al monte JF5, transecta M1 a $79,45^{\circ}\text{W}$. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad ($\sigma\text{-t}$;	

panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	209
Figura 4.1.24. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta M1 a 79,45°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	210
Figura 4.1.25. Secciones longitudinales correspondientes al monte JF5, transecta M2 a 79,63°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	211
Figura 4.1.26. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta M2 a 79,63°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	212
Figura 4.1.27. Secciones longitudinales correspondientes al monte JF5, transecta M3 a 79,76°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	213
Figura 4.1.28. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta M3 a 79,76°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	214
Figura 4.1.29. Secciones longitudinales correspondientes al monte JF5, transecta M4 a 79,89°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	215
Figura 4.1.30. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta M4 a 79,89°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	216
Figura 4.1.31. Secciones longitudinales correspondientes al monte JF5, transecta M5 a 80,02°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	217
Figura 4.1.32. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta M5 a 80,02°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	218
Figura 4.1.33. Secciones latitudinales correspondientes al monte JF5, transecta Z1 (norte) a 33,62°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).....	219
Figura 4.1.34. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta Z1 (norte) a 33,62°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad	

(panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).....	220
Figura 4.1.35. Secciones latitudinales correspondientes al monte JF5, transecta Z2(centro) 33,73°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).....	221
Figura 4.1.36. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta Z2 (centro) 33,73°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).....	222
Figura 4.1.37. Secciones latitudinales correspondientes al monte JF5, transecta Z3 (sur) 33,82°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).	223
Figura 4.1.38. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta Z3 (sur) 33,82°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).....	224
Figura 4.1.39. Distribución vertical de: a) Salinidad; b) sigma-t (Kg m^{-3}); c) oxígeno disuelto (mL L^{-1}) en la transecta zonal (Z2) sobre el monte JF5. d) diagrama de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Salinidad de las estaciones muestreadas sobre el Monte JF5; los cuadrados indican las localización de temperatura y salinidad de los núcleos del ASAA (rojo), AESS (verde), AIAA (azul) y APP (naranja). e) Estaciones sobre el Monte (puntos rojos) y batimetría del área de estudio. Además se indican las isóbatas y las estaciones consideradas para la transecta representada en a, b y c (rectángulo negro).	225
Figura 4.1.40. Distribución horizontal de saturación de oxígeno disuelto (%) a los niveles de profundidad: a) 0m ; b) 50m; c) 100 m; d) 200 m; e) 300 m; f) 500 m; g) 750 m; h) 1000 m; i) 1250 m; j) 1500 m; k) 1750 m; y l) 2000 m de profundidad en el área de estudio sobre el Monte JF5. Las líneas representan los niveles de saturación de oxígeno disuelto (%). Las áreas sombreadas representan la presencia del monte.....	226
Figura 4.1.41. Distribución espacial de a) batimetría (m), b) Gradiente de oxígeno disuelto en la oxiclina ($\text{ml O}_2\text{l m}^{-1}$); c) Profundidad de inicio de la ZMO (m); d) Profundidad del fin de la ZMO (m); e) grosor de la ZMO (m); f) Mínima concentración de oxígeno disuelto observada en la columna de agua (mL L^{-1}); g) concentración nitrato superficial (μM); h) nitrito superficial (μM); i) concentración fosfato superficial (μM); i) concentración de sílice superficial (μM); k) N^* (μM), en el área de estudio sobre el Monte JF5 l) concentración de sílice superficial (μM) durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2016.....	227
Figura 4.1.42. Distribución vertical de a) Nitrato; b) Nitrito (μM); y c) Amonio (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte JF5 durante el crucero FIP Montes Submarinos.....	228
Figura 4.1.43. Distribución vertical de a) fosfato (μM), b) N^* (μM), y c) Silicato (μM) a lo largo	

de la transecta zonal sobre el Monte JF5.	229
Figura 4.1.44. . Distribución espacial del campo de temperatura (°C) correspondiente al monte Juan Fernández 5 (JF5) para seis niveles distintos. Las escalas varían en los diferentes niveles.	230
Figura 4.1.45. Distribución espacial del campo de salinidad correspondiente al monte Juan Fernández 5 (JF5) para seis niveles distintos. Las escalas varían en los diferentes niveles.....	231
Figura 4.1.46. Distribución espacial del campo de oxígeno disuelto (mL L^{-1}) correspondiente al monte Juan Fernández 5 (JF5) para seis niveles distintos. Las escalas varían en los diferentes niveles, para 5, 25, 75 y 300 m de profundidad el gradiente entre cada isolínea es de 0.5 mL L^{-1} y para 150 m y 200 m es de 0.2 mL L^{-1}	232
Figura 4.1.47. Distribución espacial del campo de fluorescencia (mg m^{-3}) correspondiente al monte Juan Fernández 5 (JF5) para seis niveles distintos. Las escalas varían en los diferentes niveles, para 5, 25 y 75 m de profundidad el gradiente entre cada isolínea es de 0.15 mg m^{-3} y para 150, 200 y 300 m es de 0.005 mg m^{-3}	233
Figura 4.1.48. Perfiles verticales de temperatura (°C), salinidad, oxígeno disuelto (mL L^{-1}) y fluorescencia (mg m^{-3}) de las diferentes estaciones correspondientes al monte submarino Juan Fernández 5 (JF5), obtenidos durante la campaña de medición oceanográfica “Montes”. La línea gris representa los perfiles de las diferentes estaciones, la línea roja representa el perfil promedio de las diferentes estaciones y la línea negra representa la estación de referencia.....	234
Figura 4.1.49. Secciones latitudinales, en la transecta Z1 (norte) a $34,02^\circ\text{S}$, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.	235
Figura 4.1.50. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones latitudinales, en la transecta Z1 (norte) a $34,02^\circ\text{S}$, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.	236
Figura 4.1.51. Secciones latitudinales, en la transecta Z2 (centro) a los $34,08^\circ\text{S}$, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.....	237
Figura 4.1.52. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones latitudinales, en la transecta Z2 (centro) a los $34,08^\circ\text{S}$, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.	238
Figura 4.1.53. Secciones latitudinales, en la transecta Z3 (sur) a los $34,15^\circ\text{S}$, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.....	239
Figura 4.1.54. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones latitudinales, en la transecta Z3 (sur) a los $34,15^\circ\text{S}$, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel	

superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.	240
Figura 4.1.55. Secciones longitudinales, en la transecta M1 (este) a los 80,20°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.....	241
Figura 4.1.56. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones longitudinales, en la transecta M1 (este) a los 80,20°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.	242
Figura 4.1.57. Secciones longitudinales, en la transecta M2 (intermedia) a los 80,27°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6. .	243
Figura 4.1.58. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones longitudinales, en la transecta M2 (intermedia) a los 80,27°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.	244
Figura 4.1.59. Secciones longitudinales, en la transecta M3 (oeste) a los 80,33°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.....	245
Figura 4.1.60. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones longitudinales, en la transecta M3 (oeste) a los 80,33°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.	246
Figura 4.1.61. Distribución vertical de: a) Salinidad; b) sigma-t (Kg m^{-3}); c) oxígeno disuelto (mL L^{-1}) en la transecta zonal (Z2) sobre el monte JF6. d) diagrama de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Salinidad de las estaciones muestreadas sobre el Monte JF6; los cuadrados indican las localización de temperatura y salinidad de los núcleos del ASAA (rojo), AESS (verde), AIAA (azul) y APP (naranja). e) Estaciones sobre el Monte (puntos rojos) y batimetría del área de estudio. Además se indican las isobatas y las estaciones consideradas para la transecta representada en a, b y c (rectángulo negro).	247
Figura 4.1.62. Distribución espacial de a) batimetría (m), b) Gradiente de oxígeno disuelto en la oxiclina ($\text{mL O}_2 \cdot \text{L} \cdot \text{m}^{-1}$); c) Profundidad de inicio de la ZMO (m); d) Profundidad del fin de la ZMO (m); e) grosor de la ZMO (m); f) Mínima concentración de oxígeno disuelto observada en la columna de agua (mL L^{-1}); g) concentración nitrato superficial (μM); h) nitrito superficial (μM); i) concentración amonio superficial (μM); j) concentración fosfato superficial (μM); k) N^* (μM), en el área de estudio sobre el Monte JF6, l) concentración de sílice superficial (μM); durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2016.....	248
Figura 4.1.63. Distribución horizontal de saturación de oxígeno disuelto (%) a los niveles de	

profundidad: a) 0m ; b) 50m; c) 100 m; d) 200 m; e) 300 m; f) 500 m; g) 750 m; h) 1000 m; i) 1250 m; j) 1500 m; k) 1750 m; y l) 2000 m de profundidad en el área de estudio sobre el Monte JF6. Las líneas representan los niveles de saturación de oxígeno disuelto (%). Las áreas sombreadas representan la presencia del monte..... 249

Figura 4.1.64. Distribución vertical de a) Nitrato; b) Nitrito (μM); y c) Amonio (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte JF6 durante el crucero FIP Montes Submarinos..... 250

Figura 4.1.65. Distribución vertical de a) fosfato (μM), b) N^* (μM), y c) Silicato (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte JF6. 251

Figura 4.1.66. Distribución espacial del campo de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) correspondiente al Monte Juan Fernández 6 (JF6) para 6 niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. 252

Figura 4.1.67. Distribución espacial del campo de salinidad correspondiente al Monte Juan Fernández 6 (JF6) para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. Para 5, 25 y 75 m el gradiente entre cada isolínea es de 0,005 y para 150, 200 y 300 m de 0,02. 253

Figura 4.1.68. Distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto (mL L^{-1}) correspondiente al Monte Juan Fernández 6 (JF6) para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. Para 5, 25 y 75 m el gradiente entre cada isolínea es de 0,01 mL/L , para 150 y 200 m de 0,1 mL L^{-1} y para 300 m de 0,2 mL L^{-1} 254

Figura 4.1.69. Distribución espacial del campo de fluorescencia (mg m^{-3}) correspondiente al Monte Juan Fernández 6 (JF6) para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. Para 5, 25 y 75 m el gradiente entre cada isolínea es de 0,1 mg m^{-3} y para 150, 200 y 300 m de 0,003 mg m^{-3} 255

Figura 4.1.70. Perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, oxígeno disuelto (mL L^{-1}) y fluorescencia (mg m^{-3}) de las diferentes estaciones correspondientes al monte submarino Juan Fernández 6 (JF6), obtenidos durante la campaña de medición oceanográfica “Montes”. La línea gris representa los perfiles de las diferentes estaciones, la línea roja representa el perfil promedio de las diferentes estaciones y la línea negra representa la estación de referencia..... 256

Figura 4.1.71. Digrama T-S correspondiente al Monte Juan Fernández 5. En azul se observan los triángulos de masas de agua presente nombradas por sus siglas en inglés; STW, Subtropical Water (Agua subtropical, AST); ESSW, Equatorial Subsurface Water (Agua Ecuatorial Subsuperficial, AESS); AAIW, Antarctic Intermediate Water (Agua Intermedia Antártica, AIAA) SAAW, Subantartic Water (Agua Subantártica, ASSA) y PDW, Pacific Deep Water (Agua Profunda del Pacífico, APP). 257

Figura 1.4.72. Diagrama T-S correspondiente al monte Juan Fernández 6. En azul se observan los triángulos de masas de agua presente nombradas por sus siglas en inglés; STW, Subtropical Water (Agua subtropical, AST); ESSW, Equatorial Subsurface Water (Agua Ecuatorial Subsuperficial, AESS); AAIW, Antarctic Intermediate Water (Agua Intermedia Antártica, AIAA) SAAW,

Subantartic Water (Agua Subantártica, ASSA) y PDW, Pacific Deep Water (Agua Profunda del Pacífico, APP).	258
Figura 4.1.73. Diagrama T-S correspondiente al Monte O'Higgins. En azul se observan los triángulos de masas de agua presente nombradas por sus siglas en inglés; STW, Subtropical Water (Agua subtropical, AST); ESSW, Equatorial Subsurface Water (Agua Ecuatorial Subsuperficial, AESS); AAIW, Antarctic Intermediate Water (Agua Intermedia Antártica, AIAA) SAAW, Subantartic Water (Agua Subantártica, ASSA) y PDW, Pacific Deep Water (Agua Profunda del Pacífico, APP).	259
Figura 4.1.74. Ángulo de Turner correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada al Monte Juan Fernández 5 (JF5).	260
Figura 4.1.75. Ángulo de Turner correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada Monte Juan Fernández 6 (JF6).	261
Figura 4.1.76. Ángulo de Turner correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada Monte O'Higgins.	262
Figura 4.1.77. Spiciness correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada Monte Juan Fernández 5 (JF5).	263
Figura 4.1.78. Spiciness correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada Monte Juan Fernández 6 (JF6).	264
Figura 4.1.79. Spiciness correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada Monte O'Higgins.	265
Figura 4.1.80. Perfiles de: a) temperatura conservativa (θ), b) salinidad absoluta (S_A), c) anomalía de densidad potencial (σ_θ), d) frecuencia de boyantes al cuadrado (N^2), e) razón de estabilidad vertical (R_p) y f) ángulo de turner (Tu) sobre las cimas de cada monte submarino. En e) y f) la franja de gris oscuro indica la región dominada por difusión convectiva mientras que la franja de gris claro indica aquella dominada por dedos de sal.	266
Figura 4.1.81. Perfiles verticales de la frecuencia de Brunt-Väisälä para las diferentes estaciones correspondientes al monte submarino JF5. La línea gris corresponde a los perfiles de todas las estaciones oceanográficas realizadas alrededor del monte JF5 y la línea roja corresponde al promedio de todas ellas (panel izquierdo). La línea negra corresponde a la estación de referencia (control) (panel derecho).	268
Figura 4.1.82. Perfiles verticales de la frecuencia de Brunt-Väisälä para las diferentes estaciones oceanográficas correspondientes al monte submarino JF6. La línea gris corresponde a los perfiles de todas las estaciones oceanográficas realizadas alrededor del monte JF6 y la línea roja corresponde al promedio de todas ellas (panel izquierdo). La línea negra corresponde a la estación de referencia (control) (panel derecho).	269
Figura 4.1.83. Perfiles verticales de frecuencia de Brunt-Väisälä para las diferentes estaciones oceanográficas correspondientes al monte O'Higgins. La línea gris corresponde a los perfiles de todas las estaciones oceanográficas realizadas alrededor del monte O'Higgins y la línea roja	

corresponde al promedio de todas ellas (panel izquierdo). La línea negra corresponde a la estación de referencia (control) (panel derecho).....	270
Figura 4.1.84. Secciones de velocidades geostroficadas para el monte JF6. Los paneles superiores (a-d) indican las velocidades obtenidas en el sector oeste y norte del monte, estas fueron calculadas entre el par de estaciones a) 13-12, b) 12-11, c) 11-6 y d) 6-1. Los paneles inferiores (e-h) indican las velocidades obtenidas el sector sur y este del monte, estas fueron calculadas entre el par de estaciones e) 13-8, f) 8-3, g) 3-2 y h) 2-1.	271
Figura 4.2.1. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino JF5, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.	275
Figura 4.2. 2. Distribución de clorofila-a en la sección 2 del monte submarino JF5, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.	276
Figura 4.2.3. Distribución de clorofila-a en la sección 3 del monte submarino JF5, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.	277
Figura 4.2.9. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino JF6, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.	283
Figura 4.2.10. Distribución de clorofila-a en la sección 2 del monte submarino JF6, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.	284
Figura 4.2.11. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino JF6 y estación de referencia (control), incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. Proyecto FIP 2014-04-02.	285
Figura 4.2.12. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el pico-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino JF6, incluyendo pico-Eucariotas, cianobacterias Prochlorococcus, Synechococcus y las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.	286
Figura 4.2.13. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el nano-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino JF6, incluyendo Flagelados (ANF), Dinoflagelados (ANDIN), Ciliados (ANCIL), Diatomeas (DIAT) y autótrofos totales (NAT). En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.	287
Figura 4.2.14. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el micro-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino JF6 y estación de referencia (00), incluyendo el total (MAT), Diatomeas (MDIAT), Dinoflagelados (AMDIN), Ciliados (AMCIL), y Flagelados (AMFL). Proyecto FIP 2014-04-02.	288
Figura 4.2.15. Regresión lineal entre fluorescencia de CTD (eje y) y clorofila-a (eje x) con datos del monte submarino JF6. Proyecto FIP 2014-04-02.	289

Figura 4.2.16. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino O'Higgins, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.....	290
Figura 4.2.17. Distribución de clorofila-a en la sección 2 del monte submarino O'Higgins, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.....	291
Figura 4.2.18. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino O'Higgins y estación de referencia (control), incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. Proyecto FIP 2014-04-02.....	292
Figura 4.2.19. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el pico-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino O'Higgins, incluyendo pico-Eucariotas, cianobacterias Prochlorococcus, Synechococcus y las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.....	293
Figura 4.2.20. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el nano-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino O'Higgins, incluyendo Flagelados (ANF), Diatomeas (NDIAT), Dinoflagelados (ANDIN), autótrofos totales (NAT) y las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.....	294
Figura 4.2.21. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el micro-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino O'Higgins y estación de referencia (00), incluyendo el total (MAT), Diatomeas (MDIAT), Dinoflagelados (AMDIN), Ciliados (AMCIL), y Flagelados (AMFL). Proyecto FIP 2014-04-02.....	295
Figura 4.2.22. Regresión lineal entre fluorescencia de CTD (eje y) y clorofila-a (eje x) con datos del monte submarino O'Higgins. Proyecto FIP 2014-04-02.....	296
Figura 4.2.23. Comparación de la biomasa de fitoplancton (clorofila-a) y en 3 clases de tamaño en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia (00): promedio, desviación estándar y rango mínimo y máximo (0-75 m). Proyecto FIP 2014-04-02.....	297
Figura 4.2.24. Regresión lineal entre fluorescencia de CTD (eje y) y clorofila-a (eje x) con todos los datos de los 3 montes submarinos: JF5, JF6 y O'Higgins. Proyecto FIP 2014-04-02.....	298
Figura 4.2.25. Comparación de la abundancia de fitoplancton en la fracción pico-planctónica en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia (00): promedio, desviación estándar y rango mínimo y máximo (0-75 m). Proyecto FIP 2014-04-02.....	299
Figura 4.2.26. Comparación de la abundancia de fitoplancton en la fracción nano-planctónica en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia (00): promedio, desviación estándar y rango mínimo y máximo (0-75 m). Proyecto FIP 2014-04-02.....	300
Figura 4.2.27. Comparación de la abundancia de fitoplancton en la fracción micro-planctónica en	

la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia (00): promedio, desviación estándar y rango mínimo y máximo (0-50 m). Proyecto FIP 2014-04-02.....	301
Figura 4.2.28. Relación entre biomasa estimada directamente y aquella estimada por método automatizado (ZooScan).....	302
Figura 4.2.29. Distribución vertical de biomasa de zooplancton en 4 estaciones de muestreo en Monte O'Higgins y una estación de referencia (control).....	303
Figura 4.2.30. Distribución vertical de biomasa de zooplancton en 5 estaciones de muestreo en el Monte JF5 y una estación de referencia (control).....	304
Figura 4.2.31. Distribución vertical de biomasa de zooplancton en 3 estaciones de muestreo en el Monte JF6 y una estación de referencia (control).....	305
Figura 4.2.32. Distribución vertical de biomasa de zooplancton en las estaciones de muestreo para los montes JF5, JF6 y O'Higgins, con sus respectivas estaciones de referencia (control)...	306
Figura 4.3.1. Clorofila Modis-A y vectores de velocidad geostrófica para el día 3 de Septiembre de 2015. Los triángulos rojos indican la posición de los montes submarino estudiados.	307
Figura 4.3.2. Clorofila MODIS-A y vectores de velocidad geostrófica para el día 3 de Septiembre de 2015. Acercamiento a los montes JF5 y JF6 (triángulos rojos).....	308
Figura 4.3.3. Clorofila MODIS-A y vectores de velocidad geostrófica para el día 3 de Septiembre de 2015. Acercamiento al Monte O'Higgins (triángulo rojo próximo a 74°W).	309
Figura 4.3.4. Grupos Funcionales del Fitoplancton, derivadas de las reflectancias MODIS-A. Los grupos funcionales identificados correspondieron a NanoEucariotes (NEU), Prochlorococcus (PRO), Synechococcus/Cianobacterias (SLC); Diatomeas (DIA); Phaeocystis (PHA) y florecimientos de Cocolitoforidos (COB). Los triángulos rojos indican la posición de los montes submarino estudiados.	310
Figura 4.3.5. Grupos Funcionales del Fitoplancton, derivadas de las reflectancias MODIS-A. Los grupos funcionales identificados correspondieron NanoEucariotes (NEU), Prochlorococcus (PRO), Synechococcus/Cianobacterias (SLC); Diatomeas (DIA); Phaeocystis (PHA) y florecimientos de Cocolitoforidos (COB). Acercamiento a los montes JF5 y JF6 (triángulos rojos).....	311
Figura 4.3.6. Grupos Funcionales del Fitoplancton, derivadas de las reflectancias MODIS-A. Los grupos funcionales identificados correspondieron a NanoEucariotes (NEU), Prochlorococcus (PRO), Synechococcus/Cianobacterias (SLC); Diatomeas (DIA); Phaeocystis (PHA) y florecimientos de Cocolitoforidos (COB). Acercamiento al monte O'Higgins (triángulo rojo próximo a 74°W).....	312
Figura 4.3.7. Seguimiento de la trayectoria y desarrollo del remolino de mesoescala encontrado en los montes submarino durante el período de estudio (línea gris/blanca). En colores se muestra la altura del nivel del mar, mientras que los vectores (flechas) indican la dirección (orientación flecha) y magnitud (longitud flecha) de la velocidad geostrófica.....	313

Figura 4.3.8. Velocidad geostrófica sobre el monte O'Higgins para el 16/09/2015. En colores se muestra la altura del nivel del mar, mientras que los vectores (flechas) indican la dirección (orientación flecha) y magnitud (longitud flecha) de la velocidad geostrófica. 314

Figura 4.3.9. Velocidad geostrófica sobre el monte JF5 para el 12/09/2015. En colores se muestra la altura del nivel del mar, mientras que los vectores (flechas) indican la dirección (orientación flecha) y magnitud (longitud flecha) de la velocidad geostrófica. 315

Figura 4.3.10. Velocidad geostrófica sobre el monte JF6 para el 16/09/2015. En colores se muestra la altura del nivel del mar, mientras que los vectores (flechas) indican la dirección (orientación flecha) y magnitud (longitud flecha) de la velocidad geostrófica. 316

Figura 4.4.1. Densidad espectral de las series de tiempo de TSM (a, b y c), Clo-a (d y e) y ANM (f, g y h) sobre los montes (línea sólida): JF6 (1ra columna), JF5 (2da columna) y O'Higgins (3ra columna) y su respectiva estación de referencia (línea segmentada). La estimación espectral se realizó con 8, 12, 16 y 20 grados de libertad en las bandas de 0,001-0,01 (cpd), 0,01-0,03 (cpd), 0,03-0,1 (cpd) y 0,1-0,2 (cpd), respectivamente, con un 95% de significancia. 317

Figura 4.4.2. Espectros de coherencia cuadrada (a, b y c) y fase (d, e y f) entre las series de tiempo sobre los montes JF6, JF5 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de control (línea verde, azul y roja, respectivamente) para la TSM (a y d), Clo-a (b y e) y ANM (c y f). Éstos fueron estimados con 8, 12, 16 y 20 grados de libertad en las bandas de 0,001-0,01 (cpd), 0,01-0,03 (cpd), 0,03-0,1 (cpd) y 0,1-0,2(cpd), respectivamente. La línea segmentada negra en los espectros de coherencia cuadrada indica el 99% de significancia. 320

Figura 4.4.3. Espectro de potencia de Wavelet para la TSM sobre el monte JF6 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años). 321

Figura 4.4.4. Espectro de potencia de Wavelet para la Clo-a sobre el monte JF6 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años). 322

Figura 4.4.5. Espectro de potencia de Wavelet para la ANM sobre el monte JF6 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años). 323

Figura 4.4.6. Espectro de potencia de Wavelet para la TSM sobre el monte JF5 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual

(365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años)..... 324

Figura 4.4.7. Espectro de potencia de Wavelet para la Clo-a sobre el monte JF5 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años)..... 325

Figura 4.4.8. Espectro de potencia de Wavelet para la ANM sobre el monte JF5 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años)..... 326

Figura 4.4.9. Espectro de potencia de Wavelet para la TSM sobre el monte O'Higgins (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años)..... 327

Figura 4.4.10. Espectro de potencia de Wavelet para la ANM sobre el monte O'Higgins (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años)..... 328

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.2.1. Dimensiones y medidas de la biodiversidad marina (Sala & Knowlton, 2006).....	34
Tabla 3.1.1. Sector 1 (JF5).....	44
Tabla 3.1.2. Sector 2 (JF6).....	44
Tabla 3.1.3. Sector 3 (Monte O'Higgins).....	44
Tabla 3.1.4. Posición (latitud y longitud) y profundidad (m) de las estaciones oceanográficas asociadas a cada monte submarino.....	48
Tabla 3.3.1. Estructura de la mezcla presente en la columna de agua de acuerdo al ángulo de Turner.....	55
Tabla 3.3.2. Clasificación de la intensidad del régimen doble difusivo, según You, 2002.....	56
Para los montes O'Higgins, JF5 y JF6 se realizaron muestreos estratificados mediante una red electrónica múltiple, de 0,25 m ² de apertura, equipada con 5 redes de 200 micrones de trama y flujómetro calibrado. El equipo funciona con cierre automático pre-programado. Ocasionalmente, debido a las malas condiciones de mar, se optó por el uso de una red WP2 de 0,7 m de diámetro y con doble cierre. Los muestreos fueron verticales con una velocidad de arrastre de aproximadamente 1 m s ⁻¹ . Los estratos nominales fueron: 0-100, 100-200, 200-400, 400-600 y 600-800 m. No obstante, éstos variaron dependiendo de la profundidad de la estación, de manera que el estrato más profundo fue cercano al fondo, a una distancia mínima de 20 m de éste. La Tabla 3.4.1 resume las estaciones muestreadas y estratos correspondientes. Tabla 3.4.1: Estaciones de muestreo de zooplancton para los montes submarinos: Monte O'Higgins, Monte JF5 y Monte JF6, con los estratos muestreados por red tipo Multired y red WP2.	64
Tabla 3.4.1: Estaciones de muestreo de zooplancton para los montes submarinos: Monte O'Higgins, Monte JF5 y Monte JF6, con los estratos muestreados por red tipo Multired y red WP2.	65
Tabla 3.5.1. Descripción de las bases de datos satelitales.	71
Tabla 4.1.1. Estadística de las variables biogeoquímicas (oxígeno disuelto, nutrientes y razones entre nutrientes) determinadas en la capa superficial de la columna de agua sobre el monte O'Higgins durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2015.	158
Tabla 4.1.2. Características de la distribución de las variables físicas y biogeoquímicas en la columna de agua sobre el monte O'Higgins y su estación de referencia, durante el crucero FIP-Monte Submarino 2016.	159
Tabla 4.1.3. Estadística de las variables biogeoquímicas (oxígeno disuelto, nutrientes y razones entre nutrientes) determinadas en la capa superficial de la columna de agua sobre el Monte JF5 durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2015.....	160
Tabla 4.1.4. Características de la distribución de las variables físicas y biogeoquímicas en la columna de agua sobre el monte JF5 y su estación de referencia, durante el crucero FIP-Monte Submarino 2016.	161

Tabla 4.1.5. Estadística de las variables biogeoquímicas (oxígeno disuelto, nutrientes y razones entre nutrientes) determinadas en la capa superficial de la columna de agua sobre el Monte JF6 durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2015.....	163
Tabla 4.1.6. Características de la distribución de las variables físicas y biogeoquímicas en la columna de agua sobre el monte JF6 y su estación de referencia, durante el crucero FIP-Monte Submarino 2016.	164
Tabla 4.2.1. Resumen de estaciones de muestreo (perfiles: 0 a 150 m como máximo) para fitoplancton en los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins, y de referencia (Ref). Proyecto FIP 2014-04-02.....	165
Tabla 4.2.2. Biomasa de fitoplancton como concentración de clorofila-a total y en clases de tamaño (micro-, nano- y pico-planctónica) en el monte submarino JF5 y su estación de referencia: promedio \pm desviación estándar, y contribución de cada clase al total de clorofila-a (rango y promedio) para datos en perfiles (0 a 150 m; mg m^{-3}), superficiales (0 m; mg m^{-3}), e integrados (0 a 100 m; mg m^{-2}). Proyecto FIP-2014-04-02.....	167
Tabla 4.2.3. Abundancia (células mL^{-1}) de pico-plancton en cada estación de la sección 1 del monte submarino JF5 y estación de referencia (00), incluyendo pico-plancton total (PTT), picoplancton autótrofo (APP), Synechococcus (Syn), Prochlorococcus (Proc) y Pico-eucariotas (PEUC). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP 2014-04-02.	168
Tabla 4.2.4. Abundancia (células mL^{-1}) de nano-plancton en cada estación de la sección 1 del monte submarino JF5 y estación de referencia (00), incluyendo nano-Diatomeas (NDIAT), nano-Ciliados autótrofos (ANCIL), nano-Dinoflagelados autótrofos (ANDIN), nano-Flagelados autótrofos (ANF), nano-plancton autótrofo total (NAT) y nano-plancton total (NT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP-2014-04-02.	169
Tabla 4.2.5. Abundancia (células L^{-1}) de micro-plancton en cada estación de la sección 1 del monte submarino JF5 y su estación de referencia (00), incluyendo micro-Diatomeas (MDIAT), micro-Ciliados autótrofos (AMCIL), micro-Dinoflagelados autótrofos (AMDIN), micro-Flagelados autótrofos (AMFL), micro-plancton autótrofo total (MAT), y micro-plancton total (MT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP 2014-04-02.	170
Tabla 4.2.6. Biomasa de fitoplancton como concentración de clorofila-a total y en clases de tamaño (micro-, nano- y pico-planctónica) en el monte submarino JF6 y su estación de referencia: promedio \pm desviación estándar, y contribución de cada clase al total de clorofila-a (rango y promedio) para datos en perfiles (0 a 150 m; mg m^{-3}), superficiales (0 m; mg m^{-3}), e integrados (0 a 100 m; mg m^{-2}). Proyecto FIP-2014-04-02.....	171
Tabla 4.2.7. Abundancia (células mL^{-1}) de pico-plancton en cada estación de la sección 1 del monte submarino JF6 y estación de referencia (00), incluyendo pico-plancton total (PTT), picoplancton autótrofo (APP), Synechococcus (Syn), Prochlorococcus (Proc) y Pico-eucariotas (PEUC). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP 2014-04-02.	172
Tabla 4.2.8. Abundancia (células mL^{-1}) de nano-plancton en cada estación de la sección 1 del	

monte submarino JF6 y estación de referencia (00), incluyendo nano-Diatomeas (NDIAT), nano-Ciliados autótrofos (ANCIL), nano-Dinoflagelados autótrofos (ANDIN), nano-Flagelados autótrofos (ANF), nano-plancton autótrofo total (NAT) y nano-plancton total (NT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP-2014-04-02.	173
Tabla 4.2.9. Abundancia (células L ⁻¹) de micro-plancton en cada estación de la sección 1 del monte submarino JF6 y su estación de referencia (00), incluyendo micro-Diatomeas (MDIAT), micro-Dinoflagelados autótrofos (AMDIN), micro-Ciliados autótrofos (AMCIL), micro-Flagelados autótrofos (AMFL), micro-plancton autótrofo total (MAT), y micro-plancton total (MT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP 2014-04-02.	174
Tabla 4.2.10. Biomasa de fitoplancton como concentración de clorofila-a total y en clases de tamaño (micro-, nano- y pico-planctónica) en el monte submarino O'Higgins y su estación de referencia: promedio ± desviación estándar, y contribución de cada clase al total de clorofila-a (rango y promedio) para datos en perfiles (0 a 150 m; mg m ⁻³), superficiales (0 m; mg m ⁻³), e integrados (0 a 100 m; mg m ⁻²). Proyecto FIP-2014-04-02.....	175
Tabla 4.2.11. Abundancia (células mL ⁻¹) de pico-plancton en cada estación de la sección 1 del monte submarino O'Higgins y estación de referencia (00), incluyendo pico-plancton total (PTT), pico-plancton autótrofo (APP), Synechococcus (Syn), Prochlorococcus (Proc) y Pico-Eucariotas (PEUC). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP 2014-04-02.	176
Tabla 4.2.12. Abundancia (células mL ⁻¹) de nano-plancton en cada estación de la sección 1 del monte submarino O'Higgins y estación de referencia (00), incluyendo nano-Diatomeas (NDIAT), nano-Ciliados autótrofos (ANCIL), nano-Dinoflagelados autótrofos (ANDIN), nano-Flagelados autótrofos (ANF), nano-plancton autótrofo total (NAT) y nano-plancton total (NT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP-2014-04-02.	177
Tabla 4.2.13. Abundancia (células L ⁻¹) de micro-plancton en cada estación de la sección 1 del monte submarino O'Higgins y su estación de referencia (00), incluyendo micro-Diatomeas (MDIAT), micro-Dinoflagelados autótrofos (AMDIN), micro-Ciliados autótrofos (AMCIL), micro-Flagelados autótrofos (AMFL), micro-plancton autótrofo total (MAT), y micro-plancton total (MT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP 2014-04-02.	178
Tabla 4.2.14. Biomasa de fitoplancton como concentración de clorofila-a total y en clases de tamaño (micro-, nano- y pico-planctónica) en los montes submarinos JF6, JF5, O'Higgins y sus estaciones de referencia. Promedio y desviación estándar en perfiles de 0 a 50 m en la sección 1. Proyecto FIP-2014-04-02.	179
Tabla 4.2.15. Abundancia (células mL ⁻¹) de pico-plancton en la sección 1 de los montes JF5, JF6, O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia: promedio, desviación estándar, y porcentaje de contribución al pico-plancton autótrofo total (APP) de Synechococcus (Syn), Prochlorococcus (Proc) y Pico-Eucariotas (PEUC), además de picoplancton total (PPT), en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP 2014-04-02.....	180

Tabla 4.2.16. Abundancia (células mL ⁻¹) de nano-plancton en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins, y sus respectivas de referencia: promedio, desviación estándar, y porcentaje de contribución al nano-plancton autótrofo total (NAT) de nano-Diatomeas (NDIAT), nano-Dinoflagelados autótrofos (ANDIN), nano-Flagelados autótrofos (ANF), además de nano-plancton total (NT), en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP-2014-04-02.	181
Tabla 4.2.17. Abundancia (células L ⁻¹) en grupos funcionales de micro-plancton en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia: promedio, desviación estándar, y porcentaje de contribución al total del micro-plancton autótrofo (MAT) de micro-Diatomeas (MDIAT), micro-Ciliados autótrofos (AMCIL), micro-Dinoflagelados autótrofos (AMDIN), micro-Flagelados autótrofos (AMFL), además de micro-plancton total (MT), en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP 2014-04-02.....	182
Tabla 4.2.18. Abundancia (células L ⁻¹) en géneros dominantes de la fracción micro-planctónica en los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia: promedio, desviación estándar, y porcentaje de contribución al total del micro-plancton. Proyecto FIP 2014-04-02.....	183
Tabla 4.2.19. Biomasa de zooplancton estimada para estaciones de muestreo en montes submarinos. El promedio de la columna de agua es hasta un máximo de 600 m.....	184
Tabla 4.2.20. Composición taxonómica del zooplancton asociado a los montes submarinos del Archipiélago Juan Fernández: Monte O'Higgins, Monte JF5 y Monte JF6. Las abundancia en número/m ³ son el promedio de estaciones para la capa superficial 0-100m.	185

EQUIPO DE TRABAJO

Investigadores

Samuel Hormazabal - Investigador. Jefe de proyecto. Oceanografía Física

Marcela Cornejo - Investigador. Oceanografía Química

Marco Correa-Ramírez - Investigador. Oceanografía Física. Análisis de datos satelitales

Nelson Silva - Investigador. Oceanografía Química

Rubén Escribano - Investigador. Oceanografía Biológica. Análisis zooplancton

Carmen Morales - Investigador. Oceanografía Biológica. Análisis fitoplancton

Claudio Silva - Investigador. Oceanografía Física. Análisis datos satelitales (mesoescala)

Co-investigadores

Joaquim Bento - Co-investigador. Coordinador de proyecto. Oceanografía Física

Verónica Molina Trincado – Co-investigador. Oceanografía Química

Cristián Henríquez - Co-investigador. Integración-análisis de información

Jairo Gutiérrez Fuentes - Co-investigador. Procesamiento datos oceanográficos

Luis Valencia - Co-investigador. Procesamiento datos oceanográficos

Paula Muñoz - Co-investigador. Procesamiento datos oceanográficos

Darinka Pecarevic - Co-investigador. Procesamiento datos oceanográficos

Erika Sagardía – Co-investigador. Integración de resultados

Adrián Bustamante - Co-investigador. Procesamiento datos oceanográficos

Alejandro A Murillo - Co-investigador. Análisis y procesamiento de datos

Valeria Anabalón - Co-investigador. Toma y análisis de muestras de fitoplancton

Eliana Velasco Vinasco - Co-investigador. Toma y análisis de muestras de fitoplancton July

Andrea Corredor Acosta- Co-investigador. Toma y análisis de muestras de fitoplancton

Pamela Alejandra Labbé Ibáñez - Co-investigador. Toma y análisis de muestras de fitoplancton

Josseline Andrea Fernández Cuevas - Co-investigador. Muestreador análisis químico

María Jesús Gálvez Zenteno - Co-investigador. Muestreador análisis químico

Francisco Gallardo - Técnico. Muestreador análisis químico

Leissing Eugenia Frederick Figueroa - Co-investigador. Muestreador análisis zooplancton

Daniel Antonio Toledo Campos - Co-investigador. Muestreador análisis zooplancton

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe una creciente preocupación mundial por los efectos de las actividades antropogénicas sobre el medio marino y, especialmente sobre los ecosistemas marinos vulnerables (EMV). Según las Naciones Unidas (Informe de la 58ª Asamblea General, 2003), un EMV se define como "aquel que es particularmente susceptible a perturbaciones, daños o destrucción debido a sus características físicas, las actividades e interacciones de los organismos en él y los impactos que experimentan producto de actividades humanas y del entorno que los rodea". Dentro de este contexto la Asamblea General de las Naciones Unidas, en la Resolución 59/25, ha instado a emprender acciones de investigación, y de ser necesario, implementar normas de protección de los EMV de alta mar, entre los cuales se encuentran los montes submarinos.

En particular, los montes submarinos concitan un interés ecológico y biogeográfico dado su alto nivel de endemismo y por las particulares formas zoológicas que los habitan. La información mundial sobre biodiversidad y ecología de montes submarinos es limitada, especialmente para aquellos cuya profundidad es mayor a 300 m (Tracey *et al.*, 2004). El resultado de la falta de conocimiento científico, la fragilidad del hábitat y la vulnerabilidad biológica atribuida a la mayoría de las especies presentes, ha cuestionado la sustentabilidad de actividades pesqueras en estas áreas (Koslow *et al.*, 2000).

1.1. Características generales de los montes submarinos

Los montes submarinos (MS) son elevaciones topográficas típicas del lecho marino, que no alcanzan la superficie del mar (Menard, 1964). Se pueden encontrar de forma aislada o agregada, cumpliendo distintas funciones dentro del ecosistema marino. Sin embargo, algunos autores han limitado esta definición, restringiéndola a ciertas características como por ejemplo el origen; donde Epp & Smoot (1989) hacen referencia a los MS como aquellas características de origen volcánico circulares o elípticas; mientras que otros pueden haber sido formados por movimientos tectónicos verticales a lo largo de márgenes de las placas tectónicas (Fryer & Fryer, 1987). Por otro lado existen trabajos que se enfocan en la altura como el factor determinante, siendo

definidos como MS, sólo aquellos elementos topográficos que tienen más de 1000 m de altura con un alcance limitado de la cumbre (US Board of Geographic Names, 1981). También, existen definiciones que tratan de clasificar los MS de acuerdo a la profundidad a la cual se encuentran sus cimas, de esta forma se distinguen: a) Montes submarinos someros, donde la profundidad de la columna de agua desde la cima hasta la superficie del mar es <1000 m. Este tipo de ambientes tiende a albergar de igual forma a especies locales (cortas migraciones endémicas) y cosmopolitas; b) Montes submarinos profundos, donde la profundidad de la columna de agua que se encuentra en la cima es >1000 m y a diferencia de los MS someros, son típicamente habitados por especies cosmopolitas. Sin embargo, se ha visto que el grado de endemismo que puedan presentar las especies que los habitan, parece no estar relacionado con la profundidad a la cual se encuentran las cimas (Stock, 2002).

La topografía de los MS desde la base hasta la cima, modifica el flujo incidente, afecta a las corrientes marinas, amplifica la amplitud de las ondas internas y su reflexión, permite la formación de jets, remolinos de meso/submesoescala y columnas de Taylor (Rogers, 1994; Cruz *et al.*, 2008). Las cimas de los MS que poseen formas planas, han sido asociadas a un ambiente propicio para que algunas especies se desarrollen en forma eficiente.

1.2. Características biológicas de los montes submarinos.

En las últimas décadas, diversos esfuerzos han sido conducidos al estudio biológico descriptivo de estos ecosistemas, lo que ha permitido visualizarlos como sitios altamente productivos y, al mismo tiempo donde se ve favorecido el desarrollo de importantes pesquerías (Brainard, 1986; Froese & Smpang, 2004; Andrade & Pequeño, 2008). Sin embargo, la mayoría de las especies que comúnmente habitan estos ambientes poseen historias de vida complejas (alta longevidad, madurez tardía, lento crecimiento y bajas tasas de mortalidad natural) lo que las hace comparativamente más vulnerables a la explotación pesquera (Morato *et al.*, 2004), debido a que son especies de lenta o escasa recuperación.

El predominio de la roca expuesta sobre los MS, proporciona un marcado contraste respecto de las planicies abisales adyacentes, caracterizadas por ser planas y estar cubiertas de sedimento. Sin

embargo, áreas de sedimento suave también pueden presentarse en los MS, siendo los grupos taxonómicos de las clases Xenophyophorea y Polychaeta los más abundantes de la epifauna e infauna, respectivamente. Algunos MS pueden encontrarse asociados a chimeneas hidrotermales, y por lo tanto albergar comunidades especializadas para tales condiciones (Gubbay, 2002).

Respecto de las comunidades pelágicas que habitan estos nichos, se han visto diferencias cualitativas y cuantitativas de importancia en comparación con la fauna pelágica y flora de las aguas circundantes, debido a los efectos de la dinámica física sobre los procesos biogeoquímicos. La biomasa planctónica sobre los MS es a menudo más alta que aquella presente en las aguas circundantes, posiblemente como resultado de los procesos de surgencia que ocurren alrededor y sobre los MS. Sin embargo, en otros casos se ha observado lo contrario, sugiriendo que la disminución en la biomasa planctónica puede ser debido a un intenso pastoreo por depredadores o por la migración vertical y “esparcimiento” (*scattering*) de sus componentes (*e.g.* eufásidos; Stock, 2002).

La abundancia y composición de especies que habitan estos ambientes está fuertemente influenciado por: 1) patrones de circulación; 2) corrientes marinas locales que favorecen la dispersión entre montes o entre montes y la zona costera continental; 3) la hipótesis de “*stepping stone*” que favorecería la dispersión trans-oceánica, ampliando los rangos biogeográficos de las especies y, 4) la topografía de los MS que podrían intensificar los flujos de agua y generar turbulencia, promoviendo el afloramiento de aguas ricas en nutrientes.

Dentro de este contexto se ha sugerido que los productores primarios son advectados del monte inicialmente por la surgencia y luego son atrapados en el monte por las columnas de Taylor (Figura 1.2.2). Esta surgencia mueve hacia la superficie del monte los nutrientes que son críticos para el crecimiento del fitoplancton. Una explicación alternativa es que la producción primaria se debe al creciente flujo de material orgánico suspendido en los montes dada la abrupta topografía que amplifica el excedente inferior de los flujos, esto podría sostener altas densidades locales de organismos zooplanctónicos y peces bentónicos. Los estudios basados en resultados de modelos numéricos han demostrado que la retención de material sobre el monte y la posición inicial de las

partículas pertenecientes al monte, depende significativamente de la magnitud y dirección de las corrientes (Beckman & Mohn, 2002; Gubbay, 2003; Coehlo & Santos, 2003; Schwartz, 2005; Kiriakoulakis & Wolf, 2005) (Figura 1).

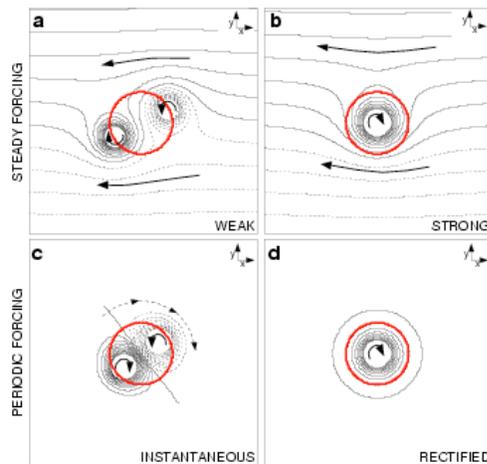


Figura 1.2.1. Principales patrones de flujo en un monte circular (círculo rojo) en el hemisferio norte: a) patrón estacionario formando un dipolo para flujo constante débil, b) columna de Taylor para un flujo constante fuerte, c) patrón rotatorio con un dipolo como respuesta transitoria durante un periodo de forzamiento, d) tiempo-medio del flujo rectificad debido a las ondas atrapadas por el monte (White & Mohn, 2002).

1.2.1. Productividad biológica

La productividad biológica asociada a estos ecosistemas podría encontrarse directamente relacionada con los incrementos de fitoplancton alrededor y sobre las cimas de los montes. Diversos estudios han demostrado que a través de la interacción entre la topografía de los montes submarinos y los diferentes forzantes físicos (*e.g.* vientos y corrientes), se favorece la formación de estructuras de meso y submesoescala (*e.g.* remolinos y filamentos), que inyectan macro y micronutrientes en la zona eufótica, teniendo efectos significativos sobre la producción fitoplanctónica (Andrade *et al.*, 2012; 2014a; 2014b; 2014c). Para identificar los mecanismos a través de los cuales se incrementa la biomasa biológica de los montes submarinos, se requiere de un muestreo de alta resolución espacial, que permita identificar la variabilidad vertical y horizontal de las propiedades físicas, químicas y biológicas (*e.g.* nutrientes, temperatura, salinidad y oxígeno) de la columna de agua.



Figura 1.2.2. Patrón idealizado del flujo sobre un monte, mostrando un flujo radial exterior en el borde del monte, una disminución en magnitud con la altura, y un flujo lento de retorno lento hacia la región de la cumbre (convergencia superficial) y el hundimiento (downwelling) asociado (Mullineaux & Mills, 1997).

La advección combinada con procesos biológicos tales como migración vertical y depredación, también son altamente significativos en los montes submarinos. La retención de la producción primaria sobre los montes es importante para la transferencia de energía a niveles tróficos más altos y la diferencia entre los dos puede ser resuelto con escalas de tiempo mayores (Beckman & Mohn, 2002; Genin, 2004; Kiriakoulakis & Wolf, 2005).

Acumulaciones de plancton diarias pueden ocurrir sobre este tipo de topografías cuando éstas bloquean el descenso migratorio del zooplancton de aguas intermedias y profundas (Figura 1.2.3). Durante la migración nictimeral del zooplancton, existen otros mecanismos de respuesta a las corrientes verticales, que son utilizadas para mantenerse en una profundidad determinada. También la acumulación de plancton se podría relacionar con la intensificación de las corrientes en topografías abruptas, ya que fuertes corrientes aumentan el crecimiento de la población de los organismos residentes al aumentar el flujo de alimento suspendido (Genin, 2004).

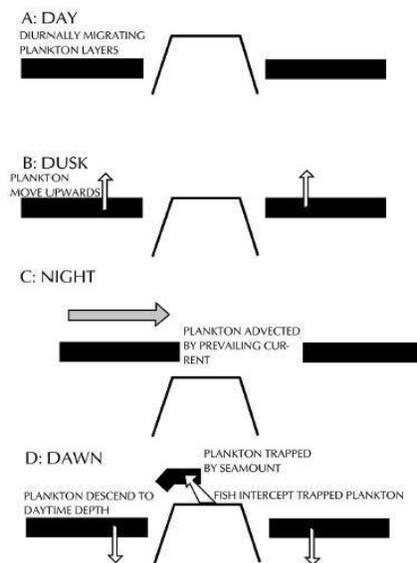


Figura 1.2.3. Diagrama que representa cómo las migraciones del plancton provocan un atrapamiento de éste (Gubbay, 2003).

La gran biomasa de organismos planctónicos que se encuentra sobre los montes submarinos constituye una base importante para la dieta de los depredadores, tales como calamares, tiburones, rayas, atún y pez espada. Los grandes y pequeños cetáceos, junto con las tortugas marinas también se agregan en estas regiones biológicamente productivas (Gubbay, 2003). Estas características pueden ser importantes en términos de una óptima localización para el desove sobre características topográficas y su resultante retención o advección hacia zonas lejanas. Se sugiere que la interacción de las corrientes con la topografía genera zonas de retención que permiten aglutinar a las larvas alrededor de los montes, provocando en algunas zonas un reclutamiento béntico adicional. Este mecanismo puede aumentar los flujos verticales descendientes de partículas de materia orgánica de alta calidad para las comunidades bénticas que habitan sobre el centro del monte (Beckman & Mohn, 2002; Kiriakoulakis & Wolf, 2005) (Figura 1.2.4)

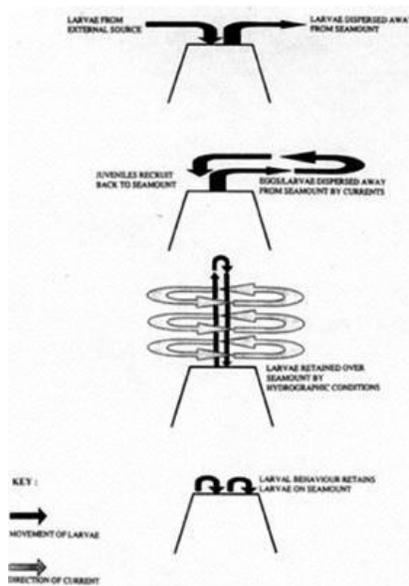


Figura 1.2.4. Modelos del reclutamiento de las poblaciones de especies que viven en los montes (Gubbay, 2003).

El acoplamiento de la fauna béntica a menudo refleja la productividad primaria superficial, de tal forma que en teoría, la exploración del bentos del monte y sus alrededores podrían indicar los efectos potenciales del monte en la productividad primaria (Kiriakoulakis & Wolf, 2005).

1.2.2. Biodiversidad y endemismo

Las definiciones de biodiversidad, según la estructuración del ecosistema, acentúan la fuerte relación entre la escala de muestreo y los procesos que influyen la diversidad. A pequeña escala la diversidad dentro del hábitat es llamada diversidad alfa, en ella se asume que todas las especies interactúan y compiten por recursos similares. En una escala levemente más grande, la diversidad se ha denominado diversidad beta o entre hábitat, y esta corresponde cuando se cubre más de un hábitat o comunidad. Por otra parte, a escala regional la diversidad se denomina gamma y ocurre cuando funcionan los procesos evolutivos (Tabla 1) (Sala & Knowlton, 2006).

Tabla 1.2.1. Dimensiones y medidas de la biodiversidad marina (Sala & Knowlton, 2006)

Escala	Composición	Estructura	Función
Especies/poblaciones	Entre especies, diversidad de genes, divergencia, disparidad	Abundancia	Entre especies, genes, expresión v divergencia
Comunidades/ecosistemas	α -diversidad β -diversidad	Ecodiversidad, uniformidad, disparidad, espectros de la ecodiversidad (β -diversidad), complejidad en la ventana alimenticia	Funcional, diversidad
Regional a global	γ -diversidad, comunidad/diversidad ecosistémica	Espectros de la ecodiversidad (β -diversidad)	Diversidad funcional

La biodiversidad marina abarca todos los niveles de complejidad de vida en el mar, dentro de las especies y a través de los ecosistemas. En todos los niveles, la biodiversidad marina ha exhibido en general una trayectoria natural de lento incremento, con pocas extinciones masivas en la escala evolutiva por disturbios en la escala ecológica. En épocas pasadas, una sinergia de amenazas humanas, incluyendo la sobrepesca, el calentamiento global, introducciones de especies biológicas y la contaminación, han causado una declinación rápida en la biodiversidad marina global, según lo establecido a través de la extinción de especies, reducción de poblaciones, y la

homogenización de la comunidad. Las consecuencias de esta pérdida de biodiversidad incluyen cambios en el funcionamiento del ecosistema y una reducción en la disposición de los servicios del ecosistema. La pérdida global de biodiversidad continuará y se acelerará probablemente en el futuro, con colapsos ecológicos que potencialmente serán más frecuentes y con grandes cambios en las comunidades. Sin embargo, la sincronización y la magnitud de estos acontecimientos catastróficos son probablemente imprevisibles (Sala & Knowlton, 2006).

Worm *et al.* (2003) observan un aumento de la biodiversidad marina en características topográficas específicas tales como islas, talud y montes. Los montes submarinos corresponden a zonas donde se presenta una gran diversidad, que claramente se diferencia de la presente en el fondo marino circundante. Johnston & Santillo (2004) observan una mayor abundancia de peces sobre los montes que en aguas oceánicas, donde además advierten una rica y diversa fauna bentónica. Otros antecedentes de aumento de productividad y diversidad han sido reportados por Push *et al.* (2004) para varias especies de peces mesopelágicos de familias principalmente oceánicas (*e.g.*, Sternoptychidae, Photichthyidae, Myctophidae, Melamphaidae) en el océano Atlántico y por Rivera & Mujica (2004b) para larvas de crustáceos en el océano Pacífico Sudeste.

Las comunidades de los montes submarinos pueden ser similares a las encontradas en las plataformas continentales próximas. Los montes que se encuentran a poca profundidad tienden a tener un gran componente de especies con restringido rango biogeográfico, en comparación a los montes más profundos que albergan acoplamientos de especies más cosmopolitas (Johnston & Santillo, 2004).

La fauna de los montes se encuentra dominada por organismos que se alimentan de la resuspensión (zooplancton y fitoplancton), la que se encuentra favorecida por la intensificación de las corrientes que se encuentran alrededor de los montes. Los corales son particularmente abundantes en los montes, y son de tipo gorgonias, scleractinianos y antipatharianos principalmente. Otros organismos que se alimentan del material suspendido, y que a veces se encuentran en forma abundante en los montes, son las esponjas, hidroideos, ascidias, crinoideos, asteroideos, ofiuroides, holoturoideos, moluscos y decápodos (Johnston & Santillo, 2004).

La fauna bentónica de los montes incluye especies que crean estructuras de hábitat diversos, los cuales pueden ser hábitats esenciales para algunos peces y crustáceos de aguas profundas (Moore *et al.*, 2003). Por definición, los peces y especies de aguas profundas corresponden a los que viven o habitan entre 500-1000 m (o más) de profundidad. Además existe la designación de especies de “monte”, que se usa extensamente, para lo cual se han definido criterios rigurosos para definirlos. Se categorizan las especies como especies que se asocian a los montes a las que prefieren estas zonas como hábitat para alimentarse, desovar y crecer, este grupo incluye a los peces profundos como orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) y alfonsino (*Beryx splendens*). Muchas otras especies, sin embargo, concurren a los montes o se agregan sobre sus cumbres para alimentarse de la producción primaria atrapada o para desovar, como es el caso de algunos tiburones, atunes y otros grandes depredadores pelágicos (Froese & Sampang, 2004).

Los peces de montes submarinos forman una gran y única porción de biodiversidad de peces. Estos tienden a ser grupos que aparecieron hace poco como evolución de peces modernos. Sin embargo, muchos de ellos están adaptados a este particular ambiente y condiciones de profundidad, conociéndose principalmente su forma y taxonomía, pero poco de su biología (Froese & Sampang, 2004).

La biología e historia de vida de las especies bentónicas de los montes submarinos han sido poco estudiadas, conociéndose principalmente la diversidad y excepcionalmente la distribución de algunas de ellas. Los pocos estudios existentes han sido realizados a través de la recolección de especies y del registro proveniente del *bycatch* de las capturas efectuadas por la pesquería de alta mar realizada en los montes (Koslow *et al.*, 2001).

La diversidad y evidente endemismo de la fauna bentónica de los Montes Submarinos, pueden ser explicados por la aceleración de los procesos evolutivos debido a la fragmentación de la especie en poblaciones aisladas y pequeñas. En este contexto, las masas de aguas oceánicas se consideran como barreras físicas que inducen al aislamiento entre pequeñas poblaciones (Samadi *et al.*, 2006), apoyando la premisa de que los montes o cadenas de islas pueden funcionar como grupos ecológicos, conduciendo a distribuciones localizadas de especies. Dentro de este contexto,

es importante considerar que el endemismo evidente podría ser un artefacto del conocimiento incompleto de las distribuciones de las especies (Johnston & Santillo, 2004).

Para explicar el evidente endemismo y las pocas especies que se traslapan entre los montes, se presume que la dispersión larval es limitada por fenómenos hidrográficos tales como columnas de Taylor (Fig. 2), que promueven la retención y agregación larval. Este fenómeno podría limitar la eficacia de la dispersión larval para los organismos que habitan los montes, induciendo al aislamiento y permitiendo la especificación subsecuente (Samadi *et al.*, 2006).

En contraste con el supuesto aislamiento de las poblaciones de los montes por las columnas de Taylor, otros autores sugieren que la interacción entre las características topográficas y las masas de agua, aumenta la turbulencia y la mezcla, e incrementa la producción de biomasa local al elevar los nutrientes hacia la zona eufótica (Worm *et al.*, 2003, Genin, 2004). Esto sugiere que los montes submarinos corresponderían a verdaderos oasis con una producción biológica que puede albergar, en áreas pequeñas, a densas poblaciones de muchas especies (Samadi *et al.*, 2006).

Evidencias de endemismo en la literatura son documentadas por diferentes autores: De Forges *et al.* (2000), trabajando en el sur de Nueva Caledonia registran índices de endemismo del orden de 36% en las cordilleras de Norfolk y de 31% en los montes Lord Howe Island. Parin *et al.* (1997) en la Cordillera de Nazca y Sala -y-Gómez registra índices de 44% para peces y 52% para invertebrados. Estos altos índices no son universales: una compilación reciente de datos de los montes de Hawái y Emperador reportó índices de endemismo de 17% para peces (Stocks, 2002), y en un estudio en el monte Gran Meteoro se encontró un índice de endemismo para peces, de sólo 9% (Fock *et al.*, 2002).

1.3. Características físico-químicas de la columna de agua

1.3.1. Hidrografía

La dinámica oceanográfica alrededor de los montes es altamente compleja con interacciones que dependen de forzantes físicos y las características topográficas de éstos. La influencia topográfica de un monte depende de su altura y extensión, profundidad de la cima respecto de la superficie del mar, ubicación geográfica (latitud y distancia a la plataforma continental) y pendiente. Las características oceanográficas de los montes pueden variar en términos de sus escalas espaciales, su grado de persistencia o repetición, los mecanismos forzantes, y sus impactos biológicos. (Beckman & Mohn, 2002; Trasviña-Castro *et al.*, 2003; Palacios *et al.*, 2006).

Se ha propuesto que los patrones básicos de la circulación de las aguas en los alrededores de los montes submarinos estarían determinados por dos procesos básicos (Beckman & Mohn, 2002; Mohn & Beckmann, 2003) (Figura 1.2.1):

- La rectificación y reforzamientos de los movimientos de marea, que conducen a la generación de onda internas, ondas atrapadas, flujos rectificados y un sistema de celdas cerradas de circulación.
- La interacción entre la topografía de un monte submarino o una cadena montes submarinos y las corrientes, que favorecería la formación de *jets*, remolinos y columnas de Taylor. Los remolinos pueden afectar un monte, introduciendo propiedades físico-químicas de la masa de agua desde su área de formación, exportar hacia zonas alejadas las propiedades físico-químicas de la columna de agua sobre el monte, o generar upwelling o downwelling sobre el monte.

Los procesos predominantes en la interacción entre los flujos medios y la topografía de los montes submarinos se pueden dilucidar a través de modelos numéricos de alta resolución, tanto espacial como temporal. Estos modelos deben ser alimentados con una topografía de alta resolución, series de tiempo conformadas por mediciones directas de parámetros físico-químicos de la columna de agua y mediciones directas de corrientes en sistemas anclados. Una buena

calidad de las mediciones que alimentan a los modelos permitiría evaluar que modelo es el más adecuado para la región y evitar la falta de éxito que tienen algunos modelos para predecir, entre otros aspectos, el grado de amplificación de la marea y la velocidad media del flujo en los montes.

1.3.1.1. Hidrografía de la Dorsal Juan Fernández

La circulación oceánica entre Valparaíso y el Archipiélago Juan Fernández, ha sido estudiada principalmente a través de estimaciones geostróficas basadas en unas pocas expediciones oceanográficas. En esta región, se ha indicado que la circulación oceánica está constituida por un sistema de corrientes que fluyen paralelas a la costa y que generalmente son anchas, poco profundas, de baja velocidad, características propias de las corrientes de borde oriental de los océanos (Arana *et al.*, 1976).

En la región oriental del Archipiélago de Juan Fernández se ha observado la presencia de dos flujos de agua en dirección opuesta. Uno de ellos fluye hacia el sur, desplazándose entre 78°W y 80°W, que ha sido asociado a la contracorriente oceánica del Perú (Arana *et al.*, 1976). Esta contracorriente se caracteriza por tener velocidades de 6-8 cm s⁻¹, cuyo núcleo se sitúa a niveles subsuperficiales tanto en invierno como verano, época en que afecta notablemente a las aguas superficiales de las islas del Archipiélago. Este flujo transporta hacia latitudes mayores un volumen de agua de ~3 Sv entre 0 y 1200 m (1 Sverdrup “Sv” equivale a 10⁶ m³ s⁻¹; Arana *et al.*, 1976).

En el límite oriental de esta contracorriente, y más cercano al continente, se ha observado la existencia de un fuerte flujo hacia el norte que se desplaza entre 75° y 78°W, el que ha sido identificado como la rama oceánica de la corriente de Humboldt, el cual posee fluctuaciones estacionales en su intensidad, con velocidades comprendidas entre 11 y 27 cm s⁻¹, y un transporte que fluctúa entre 5,6 Sv en verano y 10 Sv en invierno (Arana *et al.*, 1976). Al oeste del Archipiélago de Juan Fernández, más allá de 81°W, la información oceanográfica es aún más limitada, sin embargo se ha descrito una corriente geostrófica con dirección norte, de baja velocidad y con un transporte de volumen pequeño (Arana *et al.*, 1976).

1.3.2. Oxígeno disuelto

La tendencia general en la distribución de la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua circundante a un monte se asocia a un flujo ascendente con aguas que poseen concentraciones de oxígeno disuelto menores que las aguas asociadas al flujo descendiente sobre el monte y sus laderas. Se proponen dos explicaciones para esta tendencia del oxígeno disuelto. La primera explicación se asocia a una productividad primaria diferente sobre y en la ladera del monte. Las mayores tasas de productividad primaria se pueden alcanzar con una biomasa pequeña de productores primarios con baja tasa de movimiento. Por lo tanto, el fitoplancton sobre el monte que está potencialmente siendo pastoreado por el zooplancton cercano, tendría altas tasas de productividad, mientras que el fitoplancton en el flujo podría tener una mayor biomasa, pero su tasa de productividad es menor (Kelso, 2005). Una segunda explicación sobre los mayores niveles de oxígeno en los flujos descendientes podría estar asociada a la mayor fotosíntesis que se presenta sobre el monte. Sin embargo, las zonas de flujo descendiente sobre el monte y sus laderas podrían tener niveles similares de oxígeno si la zona con flujo descendiente tiene mayores niveles de zooplancton que realicen respiración aeróbica y utilicen el oxígeno presente en el agua (Kelso, 2005).

La capa mínima de oxígeno parece ser un factor importante que influencia la distribución vertical de los diferentes taxos de zooplancton bajo la termoclina. La menor abundancia y biomasa a profundidades intermedias (picos subsuperficiales) constituyen una evidencia de que las bajas concentraciones de oxígeno excluyen a la mayoría del zooplancton. El zooplancton es más abundante bajo la interfaz de la zona mínima de oxígeno que sobre esta capa (Saltzman & Wishner, 1997).

En el Pacífico Suroriental la capa mínima de oxígeno se encuentra asociada al Agua Ecuatorial Subsuperficial, la que se localiza entre 250-350 m sobre la zona sur y central de la Cordillera de Nazca y a 100-500 m en la parte norte, con un rango de concentración de oxígeno de 0,15-0,20 mL L⁻¹. Aguas con menores concentraciones de oxígeno ocupan de vez en cuando la capa cercana al fondo en las cumbres de algunos montes, mientras que las cumbres más profundas se

encuentran en la capa de mínimo oxígeno (Parin *et al.*, 1997).

Se ha indicado que la Contracorriente del Perú determina la extensión de las aguas pobres en oxígeno en la cordillera de Nazca. Cambios en la magnitud de la advección de las aguas tropicales intermedias bajo la influencia de esta contracorriente, pueden causar grandes cambios en las concentraciones de oxígeno, en las aguas que se extienden cerca del fondo o en las cimas de los montes. Además se ha indicado que las concentraciones de oxígeno sobre la cima de los montes pueden cambiar mucho en relación a eventos El Niño y la Oscilación del Sur (ENSO).

1.4. Antecedentes sobre los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins

Los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins forman parte de la Dorsal Juan Fernández (33°40'S, 79°00'W), la cual presenta 424 km de longitud y 50 km de ancho (Morales, 1985). Comienza con el Monte O'Higgins en su extremo oriental y culmina con un monte localizado inmediatamente al oeste de la Isla Alejandro Selkirk en su extremo occidental. Debido a que estos montes han sido escasamente intervenidos por actividades pesqueras, permiten ser usados como referentes para otros montes intervenidos.

De los tres montes en estudio, existe información oceanográfica únicamente para los montes JF5 y O'Higgins, la cual fue obtenida desde las prospecciones pesqueras de alfonsino y orange roughy licitadas por el Fondo de Investigación Pesqueras (FIP) durante los años 2005 y 2006. En el monte JF5, se ha observado que la estructura vertical de la *temperatura*, posee una capa superficial fría con temperaturas entre 13° y 14°C en los primeros 100 m de profundidad. Bajo esta capa bien mezclada se ubica la termoclina, entre 120 y 200 m. La *salinidad* de la capa superficial (primeros 90 m) presenta valores bajos de salinidad entre 33,9 a 34. El mínimo subsuperficial de salinidad se encuentra entre 100 y 180 m, con valores de ~33,9. Bajo este mínimo subsuperficial se ubica una segunda haloclina (130 a 300 m) generada por la presencia del Agua Ecuatorial Subsuperficial y donde la salinidad aumenta con la profundidad hasta valores de 34,4. Bajo 350 m la salinidad comienza a disminuir. La capa superficial tiene un contenido de *oxígeno disuelto* entre 4,2 y 4,4 mL L⁻¹ (primeros 120 m) con una oxiclina pronunciada entre 150 y 250 m. El mínimo de oxígeno alcanza valores de 1,2 mL L⁻¹, coincidiendo con la profundidad

del máximo salino (~300 m), indicando la presencia del Agua Ecuatorial Subsuperficial. Los diagramas T-S muestran la presencia de Agua Subantártica, masa de agua de menor salinidad (~33,9) y temperaturas cercanas a 12°C en la capa subsuperficial, además de la presencia de aguas más cálidas y salinas hacia la capa superficial. El Agua Ecuatorial Subsuperficial se presenta debilitada con una salinidad ~34,3 y temperaturas cercanas a 8- 9°C. La estratificación posee un máximo entre 150 y 220 m de profundidad. Otro máximo superficial ha sido observado alrededor de 40 m de profundidad.

Se ha observado que en el monte O'Higgins la estructura vertical de la *temperatura* posee una capa superficial isotermal cercana a 50 m de profundidad. Bajo ésta, se encuentra una termoclina que alcanza 90 m. La *salinidad* posee un mínimo subsuperficial entre 60 y 100 m de profundidad, con valores cercanos a 34,2. La pycnoclina es relativamente somera y, se ubica entre ~60 y 100 m de profundidad. Las masas de agua identificadas corresponden al Agua Subtropical (en superficie), Agua Ecuatorial Subsuperficial (cercana a 200 m de profundidad) y bajo ésta se encuentra el Agua Intermedia Antártica con valores de salinidad ~34,3. Los mayores grados de estratificación se presentan entre 80 y 100 m de profundidad. De acuerdo con el gradiente zonal de densidad, en los primeros 200 m se pueden observar corrientes geostróficas con dirección norte y velocidades de 20 a 30 cm s⁻¹.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Caracterización bio-oceanográfica de las áreas correspondientes a los sectores de los montes Juan Fernández 5 (JF5), Juan Fernández 6 (JF6) y O'Higgins.

2.2. Objetivos específicos

- 1.** Determinar las características de la estructura vertical de las propiedades físico químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes) en la región asociada a los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins.
- 2.** Caracterizar la distribución vertical y horizontal del fitoplancton (por fracciones de tamaño) en la región asociada a los Montes Submarinos JF5, JF6 y Monte O'Higgins.
- 3.** Caracterizar las estructuras de meso y submesoescala que se encuentran asociadas a los montes submarinos en estudio.
- 4.** Determinar el efecto de los montes submarinos sobre la distribución de las propiedades físico químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, y nutrientes). Establecer las condiciones oceanográficas de cada área objeto del estudio.

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

El área de estudio corresponde a los montes submarinos, localizados en los sectores 1 y 2, a lo largo de la dorsal de Juan Fernández y de las dos sub-unidades del monte submarino denominado comúnmente Bajo O'Higgins o Monte O'Higgins (sector 3).

Tabla 3.1.1. Sector 1 (JF5)

Puntos de vértice	Latitud Sur (grado; minuto; segundo)	Longitud Oeste (grado; minuto; segundo)
A	33°28'48,37"	79°27'57,79"
B	33°51'59,44"	79°22'01,57"
C	33°54'20,82"	80°01'01,19"
D	33°39'36,59"	80°18'28,41"

Tabla 3.1.2. Sector 2 (JF6)

Puntos de vértice	Latitud Sur (grado; minuto; segundo)	Longitud Oeste (grado; minuto; segundo)
A	33°54'58,67"	80°09'22,30"
B	34°11'53,89"	80°06'30,53"
C	34°13'15,50"	80°21'08,67"
D	33°57'31,00"	80°24'11,42"

Tabla 3.1.3. Sector 3 (Monte O'Higgins)

Puntos de vértice	Latitud Sur (grado; minuto; segundo)	Longitud Oeste (grado; minuto; segundo)
A	32°36'12,87"	73°36'11,15"
B	32°57'04,02"	73°26'17,19"
C	33°06'19,83"	74°01'16,33"
D	32°48'51,10"	74°08'59,71"

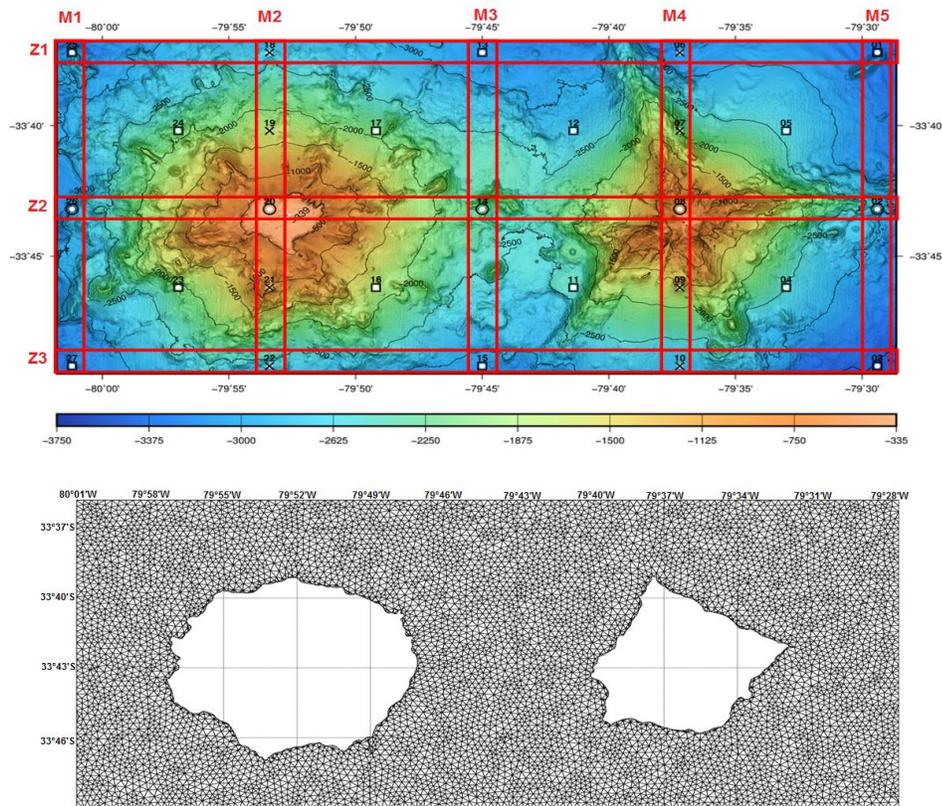


Figura 3.1.1. Estaciones de muestreo en el monte submarino JF5 (panel superior) y grilla utilizada para la interpolación de las variables oceanográficas para el monte JF5 (interpolación realizada con DIVA) (panel inferior). En todas las estaciones (27 más una de referencia) se realizaron mediciones de CTDO (cuadrado 1 cast de CTDO, cruz 2 cast de CTDO y círculo 3 cast de CTDO). Los círculos indican la posición donde se realizaron las mediciones de nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y toma de muestras de zooplancton. En la estación de referencia, realizada a ~30 km al sur del monte (no mostrada) se tomaron muestras para el análisis del contenido de nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y zooplancton. Los recuadros rojos indican las transectas zonales (Z) y meridionales (M) utilizadas en el análisis hidrográfico del monte JF5.

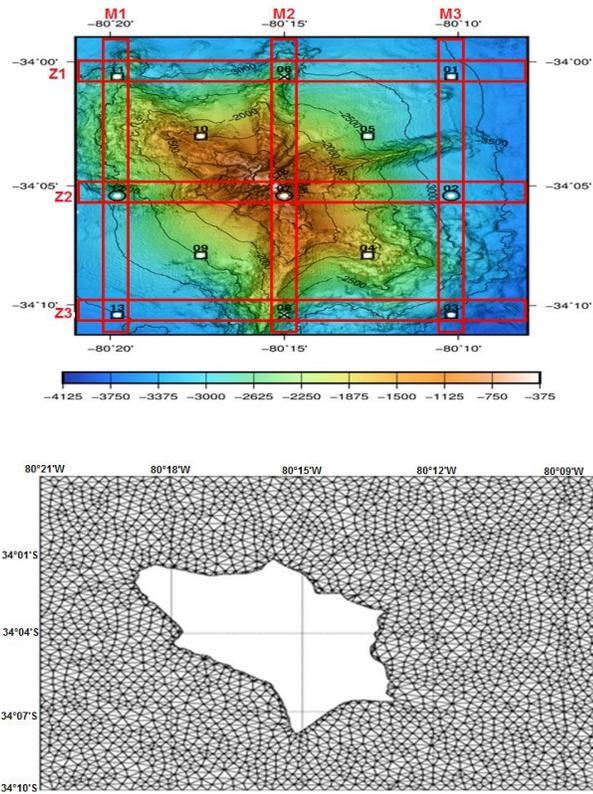


Figura 3.1.2. Estaciones de muestreo en el monte submarino JF6 (panel superior) y grilla utilizada para la interpolación con DIVA de las variables oceanográficas (panel inferior). En todas las estaciones (13 más una de referencia) se realizan mediciones de CTDO (cuadrado 1 cast de CTDO, cruz 2 cast de CTDO y círculo 3 cast de CTDO). Los círculos indican la posición donde se realizaron mediciones de nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y se tomaron muestras de zooplancton. En la estación de referencia ubicada a ~30 km al sur del monte (no mostrada) se realizaron mediciones de CTDO, nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y se tomaron muestras de zooplancton. Los recuadros rojos indican las transectas zonales(Z) y meridionales (M) utilizadas en el análisis hidrográfico del monte JF6.

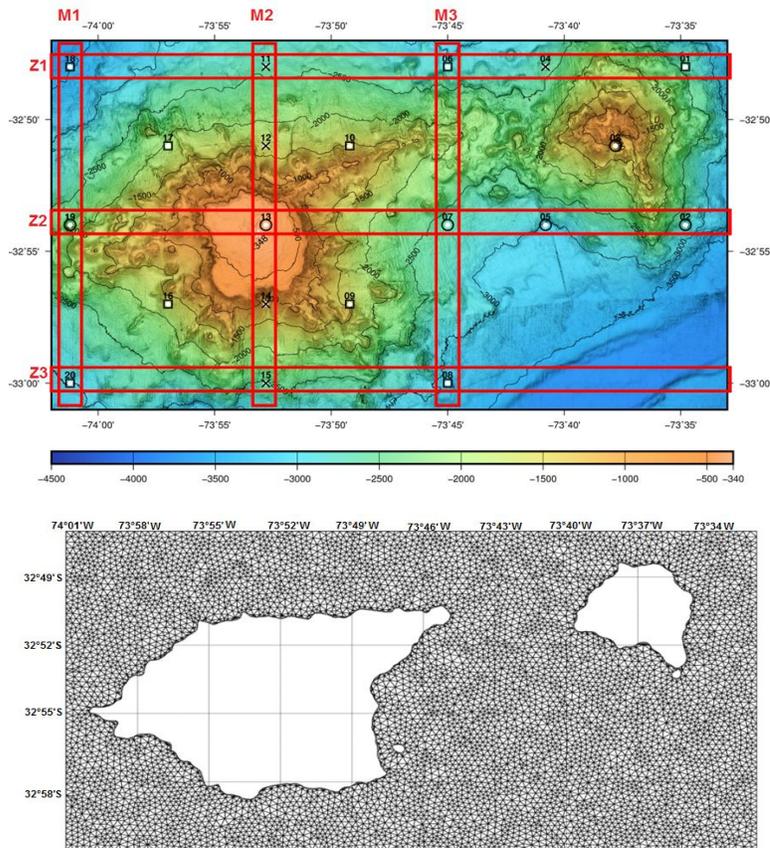


Figura 3.1.3. Estaciones de muestreo en el monte O'Higgins (panel superior) y grilla utilizada para la interpolación con DIVA de las variables oceanográficas (panel inferior). En todas las estaciones (20 más una de referencia) se realizan mediciones de CTDO (cuadrado 1 cast de CTDO, cruz 2 cast de CTDO y círculo 3 cast de CTDO). Los círculos indican la posición donde se realizaron mediciones de nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y se tomaron muestras de zooplancton. En la estación de referencia ubicada a ~30 km al sur del monte (no mostrada) se realizaron mediciones de CTDO, nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y se tomaron muestras de zooplancton. Los recuadros rojos indican las transectas zonales(Z) y meridionales(M) utilizadas en el análisis hidrográfico del monte O'Higgins.

Tabla 3.1.4. Posición (latitud y longitud) y profundidad (m) de las estaciones oceanográficas asociadas a cada monte submarino.

Monte O'Higgins				Monte JF5				Monte JF6			
Estación	Latitud	Longitud	Prof. (m)	Estación	Latitud	Longitud	Prof. (m)	Estación	Latitud	Longitud	Prof. (m)
MO_01	-32.800	-73.583	2500	M5_01	-33.624	-79.495	3000	M6_01	-34.017	-80.200	3000
MO_02	-32.900	-73.583	2500	M5_02	-33.731	-79.495	3000	M6_02	-34.083	-80.200	2500
MO_03	-32.850	-73.633	1000	M5_03	-33.828	-79.495	3000	M6_03	-34.150	-80.200	3000
MO_04	-32.800	-73.683	2500	M5_04	-33.777	-79.560	3000	M6_04	-34.117	-80.233	2000
MO_05	-32.900	-73.683	3000	M5_05	-33.683	-79.560	2000	M6_05	-34.050	-80.233	2000
MO_06	-32.800	-73.750	2500	M5_06	-33.624	-79.635	2000	M6_06	-34.017	-80.267	2500
MO_07	-32.900	-73.750	2500	M5_07	-33.683	-79.635	2500	M6_07	-34.083	-80.267	1000
MO_08	-33.000	-73.750	3000	M5_08	-33.731	-79.635	3000	M6_08	-34.150	-80.267	2500
MO_09	-32.950	-73.817	2000	M5_09	-33.777	-79.635	3000	M6_09	-34.117	-80.300	2500
MO_10	-32.850	-73.817	1500	M5_10	-33.828	-79.635	2000	M6_10	-34.050	-80.300	1500
MO_11	-32.800	-73.883	2500	M5_11	-33.777	-79.699	500	M6_11	-34.017	-80.333	3000
MO_12	-32.850	-73.883	2000	M5_12	-33.683	-79.699	1500	M6_12	-34.083	-80.333	3000
MO_13	-32.900	-73.883	500	M5_13	-33.624	-79.760	3000	M6_13	-34.150	-80.333	3000
MO_14	-32.950	-73.883	1000	M5_14	-33.731	-79.760	3000	Control	-34.289	-80.27	3000
MO_15	-33.000	-73.883	2500	M5_15	-33.828	-79.760	2500				
MO_16	-32.950	-73.950	1500	M5_16	-33.777	-79.842	1500				
MO_17	-32.850	-73.950	2000	M5_17	-33.683	-79.842	2500				
MO_18	-32.800	-74.017	3000	M5_18	-33.624	-79.889	3000				
MO_19	-32.900	-74.017	2000	M5_19	-33.683	-79.889	2500				
MO_20	-33.000	-74.017	3000	M5_20	-33.731	-79.889	1500				
Control	-33.15	-73.714	3000	M5_21	-33.777	-79.889	2500				
				M5_22	-33.828	-79.889	2000				
				M5_23	-33.777	-79.948	500				
				M5_24	-33.683	-79.948	2500				
				M5_25	-33.624	-80.019	2500				
				M5_26	-33.731	-80.019	3000				
				M5_27	-33.828	-80.019	2500				
				Control	-34.004	-79.727	3000				

3.2 Crucero Bio-oceanográfico

Para alcanzar los objetivos propuestos en el proyecto, entre el 9 y 24 de septiembre de 2015 se realizó un crucero bio-oceanográfico a bordo del B/I Abate Molina. En este crucero se realizaron 63 estaciones oceanográficas, 60 de ellas distribuidas sobre el área de los montes submarinos O'Higgins (20), JF5 (27) y JF6 (13) y 3 de ellas, denominadas estaciones de referencia o control, se realizaron a ~30 km al sur de cada monte (una por monte). En todas las estaciones se realizan perfiles de CTDO, entre la superficie y el fondo o hasta una profundidad máxima de 2000 m (máxima extensión del cable del winche oceanográfico). La información de temperatura, oxígeno y salinidad, obtenida en las 63 estaciones, fue utilizada para analizar la estructura vertical de la columna de agua (Actividad 1). En 33 de las estaciones oceanográficas, incluidas las estaciones de referencia, se realizaron mediciones de nutrientes, oxígeno disuelto, fitoplancton fraccionado y en 15 de ellas se tomaron muestras de zooplancton (ver posición de las estaciones en las Figuras 3.1.1, 3.1.2 y 3.1.3). Estas estaciones fueron utilizadas para realizar los análisis de nutrientes (Actividad 2), fitoplancton fraccionado (Actividad 3) y análisis de zooplancton (Actividad 4).

3.2.1. Embarcación y equipamiento

El crucero hidrográfico se desarrolló a bordo del buque de investigación pesquera-oceanográfica B/C Abate Molina, administrado por el Instituto de Fomento Pesquero (Figura 3.2.1.), durante el periodo comprendido entre el 9 y 24 de septiembre de 2015.



Figura 3.2.1. Fotografía del buque pesquero-oceanográfico B/I Abate Molina de IFOP.

Las características del B/I Abate Molina se detallan a continuación:

Dimensiones:

Eslora máxima: 43,60 m.

Manga: 8,30 m.

Puntal: 4 m.

Tonelaje Registro Bruto: 426 ton.

Tonelaje Registro Neto: 128 ton.

Clasificación: NIPPON KAIJI KYOKAI (NKK)

Velocidad: 10 nudos

Tripulación: 15 personas

Personal Científico: 15 personas

Autonomía: 8.000 millas náuticas

Equipamientos de cubierta:

Brazo hidráulico de 10,9 m de longitud y un levante de 500 Kg.

Winche hidráulico: para CTD con 2000m de cable conductor, capacidad 800 Kg a 90 m/min.

Winche oceanográfico hidráulico: con 5000 m de cable de 5 mm, capacidad 650 Kg a 81 m/min.

Winche oceanográfico eléctrico: con 2000 m de cable oceanográfico de 4 mm, capacidad 150 Kg a 84 m/min.

Winche eléctrico para maniobras menores.

Termohidrógrafo Isuzu Mod. 3-1130-02: con registro continuo en papel.

Termógrafo Murayama Mod. MKN-21A-B: con registro continuo en papel de la temperatura superficial del mar.

Radiómetro International Ligth Mod. IL 1700

Dos tambores independientes para pesca de arrastre con 2700 de cable cada uno y accionados por sistema hidráulico.

Tambor para red pelágica o demersal accionado hidráulicamente.

Equipamiento de propulsión y generadores:

Motor principal Yanmar

Modelo T 240A-ET

Potencia 1400 ps a 800 rpm

Generadores 3 sets (dos 180 KVA y un 50 KVA)

Capacidades:

Tanques de petróleo: 152.400 litros

Tanques de aceite: 9.400 litros

Tanques de agua dulce: 58.700 litros

Tanques de sentina: 2.8 m³

Tanque de lastre: 13.3 m³

Bodega: 61.4 m³

Equipos electrónicos, de navegación y comunicaciones

- Radio: MF/HF Transceiver Marca SAILOR Modelo HF SSB 250W PEP (SYSTEM 4000 GMDSS)
- Receptor HF: Marca JRC Modelo NRD-525 Multibanda
- Radioteléfono VHF: Marca JRC Modelo JHS-21
- Radioteléfono VHF: Marca JRC Modelo JHS-32A (en el sistema DSC)
- Radiogoniómetro HF: Marca TAIYO Modelo TD-C338 MKII
- Situador Satelital: Marca SAILOR Modelo H-1622D Transceiver (Fishery CAP SAT TRANSCEIVER Modelo TT-3022D)
- Baliza Satelital EPIRB: marca MC MURDO Modelo SMARTFIND E5/G5
- Transponder (dos unidades): Marca MC MURDO Modelo RT 9-3 SART y Modelo S 4 RESCUE SART
- Receptor NAVTEX: Marca JRC Modelo NCR-300A.
- Radios VHF portátiles de sobrevivencia (dos unidades): Marca ICON Modelo 1C-GM

- Radios UHF/FM portátiles de comunicación interna (dos unidades): Marca Motorola Modelo PRO-3150
- Radar arpa: Marca JRC Modelo JMA-7000
- Radar: Marca JRC Modelo JMA-5110
- Ecosondas: Marca FURUNO Modelo FCV-1100L y FCV-10
- Equipo registrador de ecosonda: Marca FURUNO Modelo FE-1280
- Sonar: Marca FURUNO Modelo CSH-20 • GPS Marca FURUNO Modelo GP-32 (dos unidades)
- Girocompás: Marca TOKYO KEIKI Modelo ES-11A.
- Compás Magistral: Marca TOKYO KEIKI Modelo SH – 165 A.
- Plotter GPS: Marca JRC Modelo NWU-800 • Corredera Doppler Sonar Marca FURUNO Modelo FVR-80
- Net-recorder: Marca FURUNO Modelo CN-24
- Receptor de tiempo: Marca JRC Modelo JAX-39
- Receptor Cartas Satelitales Marca FURUNO Modelo RX-107
- Intercomunicador Altavoz: Marca JRC Modelo NVA-1700 MK-II B
- Intercomunicador interno: Marca OKI
- Indicador temperatura atmosférica: Marca TOKAI KEISOKU Modelo D.R.
- Registrador temperatura agua de mar: Marca MURAYAMA Modelo MKN-21 A-B
- Indicador digital temperatura agua de mar: Marca FURUNO Modelo TI-20
- Barómetro-aneroides
- Equipo monitoreo de red: Marca SIMRAD Modelo ITI con sensores de abertura horizontal de red, abertura horizontal de puertas, abertura vertical de red, sensor de profundidad, temperatura y captura.
- Carta digital: MAX SEA.
- INMARSAT FBB-500: Marca SAILOR Modelo TT-3738A.

3.3. Objetivo 1. Determinar las características de la estructura vertical de las propiedades físico químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes) en la región asociada a los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins

3.3.1. Actividad 1: Análisis hidrográfico

Para caracterizar la estructura vertical de las propiedades físico químicas de la columna de agua asociada a los montes submarinos en estudio, se realizaron perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, densidad (expresado como $\sigma\text{-t}$), oxígeno disuelto (mL L^{-1}) y fluorescencia (mg m^{-3}), mediante un CTDO Sea-Bird 11 plus, con un intervalo de medición de 24 scan por segundo (velocidad de descenso $\sim 1 \text{ m s}^{-1}$, datos cada $\sim 4 \text{ cm}$), el cual está adosado a una Roseta con 12 botellas Niskin (6 botellas de 10 L y 6 botellas de 5 L). La campaña consideró 20, 27 y 13 estaciones oceanográficas para los montes submarinos O'Higgins, JF5 y JF6, respectivamente. Los perfiles verticales de CTD y obtención de muestras de agua se realizaron hasta una profundidad máxima de 2000 m (máxima extensión del cable del winche oceanográfico) o hasta donde la topografía del fondo lo permitió (Tabla 2). En algunas estaciones se realizaron muestreos discretos a tres profundidades para hacer análisis de oxígeno disuelto y salinidad, con el objeto de calibrar los datos entregados por el CTDO. Para evaluar el efecto de cada monte submarino sobre la columna de agua, se realizan mediciones en una estación de referencia ubicada a $\sim 30 \text{ km}$ al sur de cada monte. Los perfiles de la estación de referencia llegaron hasta una profundidad máxima de 2000 m.

El procesamiento de los datos de CTD fue realizado siguiendo el procedimiento estándar recomendado por el fabricante del equipo y llevados a promedios verticales cada un metro. Los datos promediados fueron utilizados para la confección de secciones verticales de las distintas variables, para lo cual se empleó una interpolación espacial mediante DIVA (*Data Interpolating Variational Analysis*). Con los datos de CTD-O se confeccionaron:

- Perfiles verticales de cada variable (ver Data Report CTD, Anexo 2)
- Diagramas TS para determinar la presencia de masas de agua (ver Data Report CTD-O, Anexo 2)

- Secciones verticales y horizontales de cada variable para cada monte bajo estudio
- Estimaciones de difusividad mediante el cálculo del ángulo de Turner y el cálculo de spiciness.
- Determinación de la estabilidad de la columna de agua a través del cálculo de la frecuencia de Brunt–Väisälä
- Cálculo de la profundidad de la capa de mezcla
- Secciones de corrientes geostroóficas obtenidas a partir de los datos de CTD

Ángulo de Turner y Spiciness

El proceso de doble difusión se desarrolla cuando los gradientes verticales de temperatura y salinidad tienen similar signo. Este proceso se divide en Doble difusión convectiva (DDC) y Dedos de sal (DS), presentando gradientes verticales negativos y positivos, respectivamente. Así, cuando ocurre DDC la temperatura y salinidad aumentan con la profundidad, mientras que cuando ocurre DS la temperatura y salinidad disminuyen con la profundidad. Los dedos de sal se detectan principalmente en capas intermedias y profundas del océano, como también en zonas donde la evaporación es mayor que la precipitación, en cambio la doble difusión convectiva se presenta principalmente en la capa superficial del océano.

La formación de doble difusión convectiva ocurre cuando agua de baja salinidad y baja temperatura se encuentra sobre agua más cálida y salada, produciendo una transferencia de calor de abajo hacia arriba, generando una convección vertical. La formación de los dedos de sal ocurre cuando agua más cálida y salada se encuentra sobre agua más fresca, como el calor difunde más rápido que la sal en el océano, conduce a la formación de dedos de sal más fríos y salados. Estos dedos de sal transportan sal hacia abajo y pueden crear importantes gradientes de densidad.

Una manera de determinar la presencia de los procesos de doble difusión o dedos de sal, es a través del ángulo de Turner, el cual es determinado mediante datos hidrográficos. Este método es efectivo para estudiar la influencia relativa de la temperatura y la salinidad sobre la estratificación de la columna de agua.

El ángulo de Turner (TU) se define como:

$$Tu = \tan^{-1}(\alpha(\delta T/\delta z) - \beta(\delta S/\delta z), \alpha(\delta T/\delta z) + \beta(\delta S/\delta z)) \quad (\text{McDougall } et al., 1988)$$

Donde $\alpha(\delta T/\delta z)$ es el coeficiente de expansión térmica

$\beta(\delta S/\delta z)$ es el coeficiente de contracción salina

La interpretación del ángulo de Turner se presenta en la Figura 3.3.1 y Tablas 3.3.1 y 3.3.2, donde se definen diferentes regiones asociadas a diferentes regímenes de difusión (doble difusión convectiva, estratificación de la columna de agua, dedos de sal y estable estáticamente).

Tabla 3.3.1. Estructura de la mezcla presente en la columna de agua de acuerdo al ángulo de Turner.

Tu [grados]	Estructura
-90° a -45°	Doble difusión convectiva
-45° a 45°	Estratificación de la columna de agua
45° a 90°	Dedos de sal
90° a -90°	Inestable estáticamente

El proceso de doble difusión posee una subdivisión, asociada a la intensidad del proceso, cuya clasificación ha sido entregada por You 2002 (Tabla 3.3.2).

Tabla 3.3.2. Clasificación de la intensidad del régimen doble difusivo, según You, 2002

Intensidad	Difusión Convectiva		Dedos de sal		Estable	
	R_ρ	Tu [°]	R_ρ	Tu [°]	R_ρ	Tu [°]
Fuerte	1,00 - 0,50	-90 - -75	1 - 2	75 - 90	0 - $-\infty$	-45 - 45
Moderado	0,25 - 0,50	-75 - -60	2 - 4	60 - 75		
Débil	0 - 0,25	-60 - -45	4 - $+\infty$	45 - 60		

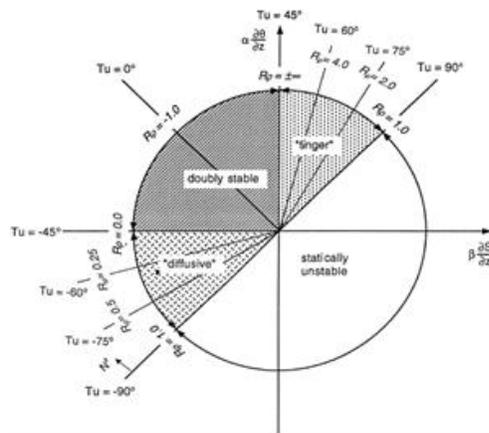


Figura 3.3.1. Representación gráfica de los resultados del cálculo del ángulo de Turner (en grados).

En oceanografía, el término “spiciness” es utilizada para referirse a variaciones espaciales en la temperatura y salinidad del agua de mar, a una densidad fija. Aguas más cálidas y saladas presentan aguas con valores de spiciness mayores, mientras que aguas más frías y menos saladas presentan spiciness más pequeños, por lo tanto podría ser considerada con una forma de medir cuan salada y/o cálida está el agua de mar. Además, el spiciness, es usualmente utilizado para detectar áreas de formación de termoclinas, masas de agua, anomalías de subducción y mezcla convectiva.

3.3.2. Actividad 2: Análisis de nutrientes y oxígeno disuelto

Toma de muestras

Para el análisis de nutrientes y oxígeno se tomaron muestras de agua a 0, 5, 10, 15, 20,30, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 750, 1000 y 2000 m de profundidad, en 30 de las 60 estaciones de CTDO (13 en JF5, 5 en JF6 y 12 en O'Higgins) y en las tres estaciones CTDO de referencia. Las muestras de agua fueron tomadas mediante botellas Niskin montadas en la Roseta oceanográfica del B/C Abate Molina, para el análisis de oxígeno disuelto y nutrientes (NO₃⁻, NO₂⁻, PO₄³⁻ y Si(OH)₄).

De las botellas Niskin, se tomaron inmediatamente muestras para la determinación de oxígeno disuelto. Para ello, se tomó la muestra a través de manguera tygon en botellas BOD de 125 mL evitando la formación de burbujas. Las muestras fueron fijadas in situ inmediatamente después de su colección.

Luego del muestreo de gases (oxígeno), muestras de agua para la determinación de nutrientes fueron tomadas filtrando 60mL de agua de mar a través de filtros GFF (0,45 µm). Las muestras fueron congeladas (-20°C) hasta su posterior análisis en laboratorio. Las muestras para análisis de amonio, entre 0 y 400 m, se colectaron tomando 20 mL de agua de mar en frascos de borosilicato y fijadas inmediatamente para su análisis a bordo, mediante la metodología descrita más adelante.

Metodologías de análisis químico

Oxígeno disuelto: La determinación del contenido de oxígeno disuelto se realizó a bordo del crucero, mediante el método de Winkler modificado por Carpenter (1965). El método consiste en la fijación química del oxígeno disuelto presente en la muestra de agua con cloruro de manganeso y una sal yodada (NaI más NaOH). Luego las muestras son acidificadas con ácido sulfúrico y tituladas con una solución de tiosulfato mediante una bureta motorizada Metrohm modelo Dosimat 665.

Un total de 633 muestras de oxígeno disuelto fueron analizadas a bordo durante el crucero FIP Montes submarinos. Los resultados obtenidos fueron utilizados para realizar la calibración de las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidos mediante el CTD-O. La relación entre las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas mediante titulación de Winkler y las de CTD, para cada monte, se presentan en las Figuras 3.3.2, 3.3.3 y 3.3.4. A modo de comparación en la Figura 3.3.5 se presenta un perfil de oxígeno sin corregir y el corregido.

Nutrientes: La determinación de la concentración de los nutrientes: nitrato, nitrito, fosfato y silicato, se realizó mediante un autoanalizador de nutrientes de acuerdo a la metodología descrita por Atlas *et al.* (1971). La determinación de nitrito, por otra parte, se realizó mediante espectrofotometría por el método colorimétrico de (Strickland and Parsons, 1972). Un total de 600 muestras para la determinación de nutrientes fueron obtenidas para el análisis de nutrientes durante el crucero FIP Montes submarinos.

La determinación de amonio se realizó a bordo, mediante la técnica fluorométrica descrita por (Holmes *et al.*, 1999). Un total de 222 muestras de amonio fueron analizadas a bordo durante el crucero FIP Montes submarinos.

Calibración datos de oxígeno CTD: Las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas a partir de muestras tituladas mediante el método de Winkler fueron utilizadas para realizar las correcciones de cada perfil de oxígeno disuelto del CTDO. Dichas correcciones se realizaron mediante las relaciones obtenidas entre ambas mediciones para las estaciones en las cuales se realizaron muestreos completos. En las estaciones en que solo se realizaron perfiles de CTDO, la corrección del perfil de oxígeno, se realizó utilizando la ecuación obtenida considerando todas las mediciones realizadas en cada monte. Así, en el monte O'Higgins, el factor de corrección de las mediciones de oxígeno disuelto fue de 1,13 (Figura 3.3.2), mientras que para el monte JF5 y JF6 el factor de corrección fue de 1,12 (Figura 3.3.3 y Figura 3.3.4). Las concentraciones de oxígeno disuelto corregidas fueron hasta 0,5 mL mayores que las obtenidas mediante el CTD (Figura 3.3.5).

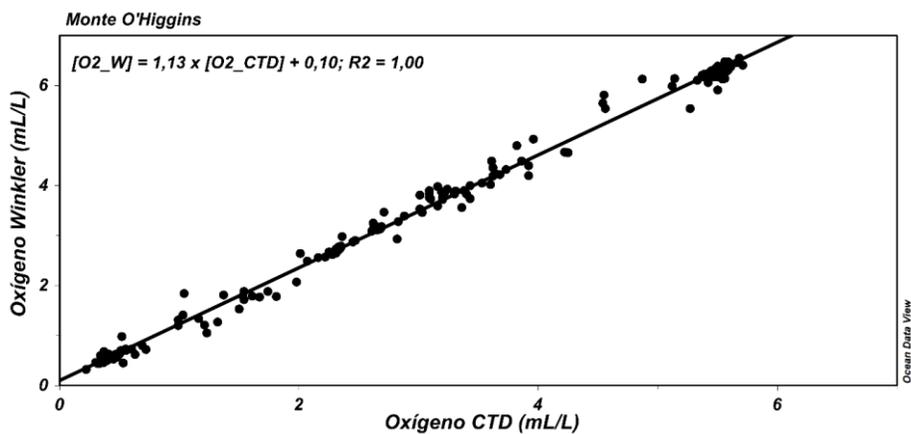


Figura 3.3.2. Relación entre las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas mediante titulación Winkler y las del CTDO para el Monte O'Higgins, durante el crucero FIP Montes Submarinos.

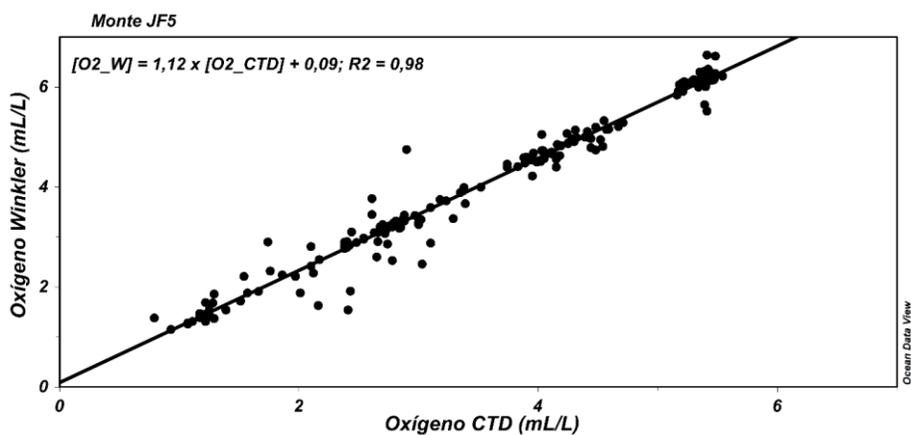


Figura 3.3.3. Relación entre las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas mediante titulación Winkler y las del CTDO para el Monte JF5, durante el crucero FIP Montes Submarinos.

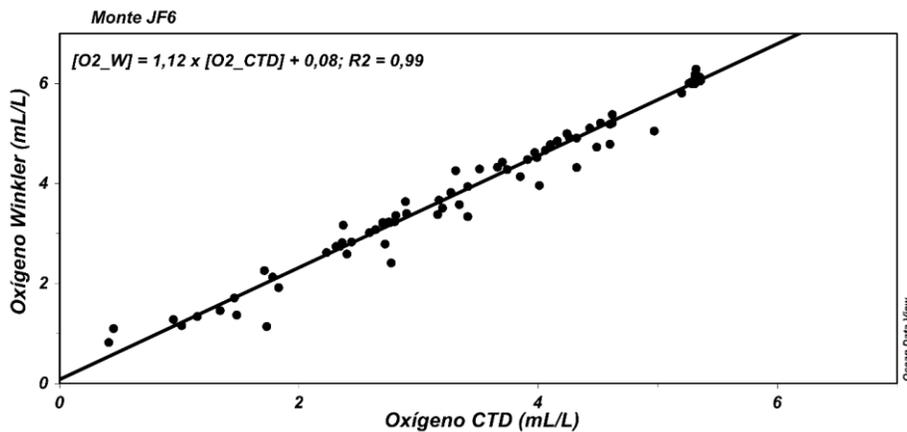


Figura 3.3.4. Relación entre las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas mediante titulación Winkler y las del CTDO para el Monte JF6, durante el crucero FIP Montes Submarinos

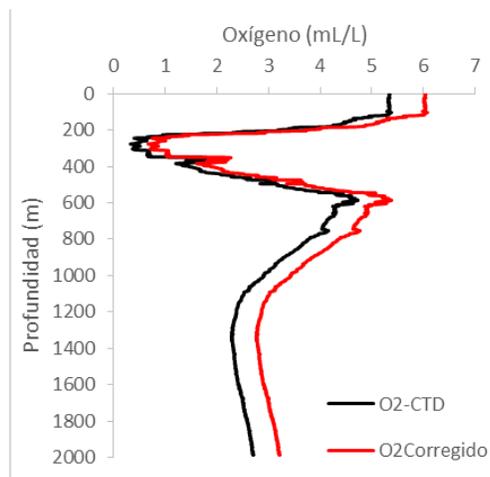


Figura 3.3.5. Ejemplo de perfil vertical de oxígeno disuelto a partir de los datos obtenidos del CTDO (línea negra) y del mismo perfil vertical de oxígeno disuelto corregido con los análisis por titulación Winkler (línea roja).

3.4. Objetivo 2. Caracterizar la distribución vertical y horizontal del fitoplancton (por fracciones de tamaño) en la región asociada a los Montes Submarinos JF5, JF6 y Monte O'Higgins.

3.4.1. Actividad 3: Caracterización de comunidades fitoplanctónicas por clase de tamaños y grupos funcionales

En la caracterización de la distribución vertical y horizontal del fitoplancton en la columna de agua asociada a los 3 montes submarinos, se utilizaron dos aproximaciones:

a) Biomasa fitoplanctónica basada en clorofila-a, incluyendo clorofila-a total y 3 fracciones de tamaño: pico-plancton ($<2 \mu\text{m}$), nano-plancton ($2\text{-}20 \mu\text{m}$), y micro-plancton ($>20 \mu\text{m}$), y

b) Abundancia celular en grupos funcionales del plancton, incluyendo las 3 clases de tamaño mencionadas anteriormente.

3.4.1.1. Toma de muestras

El diseño de muestreo original para biomasa fitoplanctónica basada en clorofila-a consideró realizar 30 de las 60 estaciones de CTDO (13 en JF5, 5 en JF6 y 12 en monte O'Higgins, además de 3 estaciones de referencia), incluyendo 6 profundidades entre 0 y 150 m, además de la profundidad del máximo de fluorescencia, dependiendo de los perfiles que arrojó el sensor de fluorescencia en el CTDO. En cada una de estas profundidades se consideró tomar muestras de agua (1 L) directamente de las botellas Niskin acopladas a la Roseta y luego almacenarlas en bidones oscuros para proceder a filtrarlas al vacío. Para ello, se utilizó un sistema de filtración que incluye el uso de filtros de fibra de vidrio (GF/F o equivalente, $\sim 0.3 \mu\text{m}$ tamaño de poro) para el total y de policarbonato de tamaño de poro apropiado a las fracciones de tamaño consideradas (Nucleopore o equivalente de 0.2, 2.0 y $20 \mu\text{m}$). Las muestras filtradas fueron protegidas de la luz y congeladas inmediatamente (N líquido y/o congelador) hasta su análisis

En el caso de la abundancia de grupos funcionales en el fitoplancton (incluyendo diatomeas, dinoflagelados, cianobacterias, ciliados), originalmente se consideró tomar muestras en 15 de las

60 estaciones de CTDO, incluyendo 3 profundidades entre 0 y 150 m, ajustadas de acuerdo al perfil de fluorescencia del CTDO. Las muestras de agua (1 L) se tomaron directamente de cada botella Niskin para cada clase de tamaño, que a su vez contiene distintos grupos funcionales. En la estimación de la abundancia celular de cada uno de los componentes en clases de tamaño se requirió el uso de protocolos diferentes. En el caso del pico-fitoplancton, se tomaron muestras en crioviales (2 mL) y luego se añadió un fijador (1.350 mL glutaraldehído, 0.3% conc. final) para finalmente congelar inmediatamente (N-líquido) las muestras hasta su análisis. En el caso del nano-fitoplancton, se tomaron muestras en tubos de centrifuga (Falcon 50 mL) y luego se añadió un fijador (4 mL de paraformaldehído, 1% conc. final), para finalmente refrigerar (4°C) en oscuridad. En el caso del micro-fitoplancton, se aplicaron dos procedimientos de muestreo, uno concentrado y otro sin concentrar. En el primer caso, se tomaron volúmenes de agua entre 9 y 18 L, los que fueron filtrados inmediatamente por un tamiz de 20 µm para concentrar la muestra a un volumen final de 200 a 250 mL. En el segundo caso, se tomaron muestras de 250 mL de respaldo. En ambos casos, las muestras se colectaron en frascos plásticos de 250 mL y se fijaron con formalina o Lugol (2% concentración final), respectivamente, y fueron mantenidos en oscuridad.

Además, originalmente se propuso utilizar un espectro-fluorómetro FLUOROPROBE que permite obtener inmediatamente perfiles verticales (hasta ~50 m de profundidad con viento y 100 m sin viento) de clorofila-a total y una cuantificación de los pigmentos fotosintéticos asociados a los grupos funcionales en el fitoplancton: Cianobacterias, Diatomeas/Dinoflagelados, Clorófitas y Criptomonas. Sin embargo, el equipo no estuvo disponible para este muestreo debido a fallas en su funcionamiento; la información que proporcionaría este equipo fue suplida con los análisis descritos en el párrafo anterior.

3.4.1.2. Análisis en laboratorio

En el caso de la biomasa fitoplanctónica, se estimaron las concentraciones de clorofila-a total y fraccionada utilizando el método fluorométrico (Holm-Hansen et al., 1965), con extracción en acetona (90%) por 24 h y luego con lecturas en un TURNER TDI con filtro y lámpara apropiados y calibrado con procedimientos estándares.

Para el caso de la abundancia celular de fitoplancton por grupos funcionales, se aplicaron métodos específicos en cada fracción de tamaño:

- **Pico-fitoplancton:** las muestras descongeladas se analizaron en un citómetro de flujo (FACSCALIBUR, UdeC), siguiendo la metodología de Marie et al. (2000) para la cuantificación de cianobacterias y pico-eucariontes autótrofos. El citómetro utiliza un láser que discrimina tamaños de partículas, de acuerdo a la señal de difusión de la luz (FSC, SSC), y la fluorescencia de pigmentos fotosintéticos (FL1, FL2, FL3). Utilizando estas características, se puede distinguir dos géneros de cianobacterias (*Prochlorococcus* y *Synechococcus*) y a pico-eucariotas autótrofos como un solo grupo. Además, con fluorescencia inducida, se puede estimar la abundancia de bacterio-plancton heterótrofo.

- **Nano-fitoplancton:** las muestras se filtraron usando filtros de policarbonato negros (0.8 μm), sobre las cuales se agregó una combinación de dos fluorocromos, DAPI y Proflavina (0.05 mg ml^{-1} de cada uno concentración final), para terminar de filtrar por 5 minutos después de ello. Luego se procedió a guardar los filtros en porta-objetos hasta su análisis por microscopía de epifluorescencia (Verity & Sieracki 1993) en un microscopio Nikon ECLIPSE Ti-U, equipado con filtros apropiados y resolución de hasta 1000x (UdeC). En esta fracción de tamaño, esta técnica permite distinguir esencialmente autótrofos y heterótrofos en grandes grupos funcionales, como Flagelados, Dinoflagelados, Ciliados y Diatomeas, utilizando la fluorescencia natural de organismos fotosintéticos.

- **Micro-fitoplancton:** las muestras se analizaron enfocándose en los grupos funcionales dominantes y usando un microscopio invertido Nikon Eclipse Ti-U (UdeC), con una resolución de 1000x, y cámaras de sedimentación (50 o 100 mL), siguiendo el método de Utermöhl (Villafañe & Reid, 1995). Luego de un análisis preliminar entre muestras concentradas y sin concentrar, se determinó solo analizar las primeras dada las relativamente bajas concentraciones celulares encontradas. En la identificación a nivel de género entre los grupos funcionales como Diatomeas, Dinoflagelados, Ciliados, Flagelados y Silicoflagelados se utilizaron referencias de diversas fuentes (Tomas; 1997; Ojeda, 1998; Anderson et al. 2002; Lynn & Small, 2002;

Thompson, 2004). Esta aproximación no permite distinguir autótrofos de heterótrofos, o mixotrofos pero se entiende que las Diatomeas son organismos esencialmente autótrofos mientras que en los otros grupos funcionales existe una mayor diversidad de metabolismos y, por tanto, no todos son estrictamente componentes del “fitoplancton”. Sin embargo, basado en literatura, es posible asignar el metabolismo predominante en cada género (e.g. Anabalón et al., 2014). Por otra parte, la técnica utilizada (fijación con Lugol) no permite una apropiada conservación del grupo de cocolitofóridos (mayormente autótrofos), razón por lo cual no fue incluido en los análisis.

3.4.2. Actividad 4: Caracterizar la distribución vertical y horizontal de la biomasa del mesozooplancton, asociada a los montes submarinos

Dentro de las bases técnicas del proyecto, no se solicitan análisis de la comunidad del zooplancton sobre los montes submarinos. Sin embargo, debido a la importancia que tiene caracterizar esta comunidad para lograr una comprensión más completa del funcionamiento del ecosistema pelágico sobre los montes, se realizaron muestreos de zooplancton a través del despliegue de redes, en colaboración con el Instituto Milenio de Oceanografía (IMO). Esta actividad se desarrolló como sobre-oferta al presente proyecto, sin costo extra por parte del FIP.

3.4.2.1. Toma de muestras

Para los montes O'Higgins, JF5 y JF6 se realizaron muestreos estratificados mediante una red electrónica múltiple, de 0,25 m² de apertura, equipada con 5 redes de 200 micrones de trama y flujómetro calibrado. El equipo funciona con cierre automático pre-programado. Ocasionalmente, debido a las malas condiciones de mar, se optó por el uso de una red WP2 de 0,7 m de diámetro y con doble cierre. Los muestreos fueron verticales con una velocidad de arrastre de aproximadamente 1 m s⁻¹. Los estratos nominales fueron: 0-100, 100-200, 200-400, 400-600 y 600-800 m. No obstante, éstos variaron dependiendo de la profundidad de la estación, de manera que el estrato más profundo fue cercano al fondo, a una distancia mínima de 20 m de éste. La Tabla 3.4.1 resume las estaciones muestreadas y estratos correspondientes.

Con formato: Fuente: (Predeterminado) Times New Roman

Con formato: Fuente: (Predeterminado) Times New Roman

Tabla 3.4.1: Estaciones de muestreo de zooplancton para los montes submarinos: Monte O'Higgins, Monte JF5 y Monte JF6, con los estratos muestreados por red tipo Multired y red WP2.

Monte	Estación	Estratos (m)	Tipo red
O'Higgins	Referencia	0-100, 100-200, 200-400, 400-600, 600-700	Multired
O'Higgins	MO-2	0-100, 100-200, 200-400, 400-600, 600-700	Multired
O'Higgins	MO-7	0-100, 100-200, 200-400, 400-600	Multired
O'Higgins	MO-13	0-100, 100-200	WP2
O'Higgins	MO-19	0-100, 100-200, 200-400, 400-600, 600-700	Multired
JF5	Referencia	0-100, 100-200	WP2
JF5	M5-02	0-100, 100-200, 200-400, 400-600	Multired
JF5	M5-08	0-100, 100-200, 200-400	Multired
JF5	M5-14	0-100	WP2
JF5	M5-20	0-100, 100-200	WP2
JF5	M5-26	0-100, 100-200, 200-400, 400-600, 600-700	Multired
JF6	Referencia	0-100, 100-200, 200-400, 400-600, 600-700	Multired
JF6	M6-2	0-100	WP2
JF6	M6-7	0-100, 100-200	WP2
JF6	M6-12	0-100, 100-200, 200-400, 400-600	Multired

Las muestras obtenidas se fraccionaron abordo mediante un divisor Motoda, de tal manera que 1/2 muestra se fijó inmediatamente en formalina al 10% y la otra 1/2 muestra se procedió a congelar en nitrógeno líquido por 2-4 horas y luego a -20°C en congeladores. La muestra fijada en formalina se destinó al análisis automático y taxonómico y la muestra congelada se utilizó para obtener organismos para el análisis de C y N y para obtener estimaciones directas de biomasa.

Se obtuvieron muestras en un total de 16 estaciones oceanográficas (ver Figura 3.1.1. a 3.1.3.), cubriendo el monte O'Higgins (5 estaciones), el JF5 (5 estaciones) y JF6 (3 estaciones) y las tres

estaciones de referencia. Los muestreos fueron diurnos o nocturnos dependiendo de la ruta del crucero.

3.4.2.2. Análisis de muestras

En el laboratorio las muestras congeladas fueron llevadas a temperatura ambiente y luego se separaron los organismos para análisis de C y N. Primeramente se identificaron especies de copépodos y eufáusidos y colectaron en número de 10-20 ejemplares para estos análisis. Una fracción de algunas muestras (1/4 del original) se utilizó para realizar las estimaciones de biomasa. La biomasa se obtuvo en peso seco, para lo cual se filtró una fracción de la muestra en filtros muflados y pre-pesados los cuales se secaron a 70°C por 24 horas. Este procedimiento en forma detallada está descrito en Sabatini et al. (2009).

Las muestras fijadas en formalina se fraccionaron y digitalizaron mediante equipo ZooScan, Hydroptic versión 2015. Las imágenes se obtuvieron sin tinción a una resolución de 2400 dpi. El análisis completo se realizó mediante el protocolo y uso del Programa ZooProcess versión 2.6 del 2015. El ZooScan y ZooProcess permite un análisis automatizado de muestras de zooplancton haciendo uso de la tecnología de "machine learning" y la aplicación del método RAPID (Benfield et al. 2007). Este método automatizado se describe en detalle en Medellín-Mora & Escribano (2013) y se ha aplicado extensivamente en estudios de distribución espacial y temporal de zooplancton (Manriquez et al., 2012). El análisis permitió obtener estimaciones del tamaño de los organismos a la forma del diámetro esférico equivalente (ESD) en pixeles y mediante calibración convertible a mm de ESD. Luego de aplicar el procedimiento descrito, el biovolumen de un organismo se determinó de la siguiente forma:

$$\text{BioV} = \frac{4}{3} \times \frac{\text{Area}}{\sqrt{\text{Ratio}}} \times \sqrt{\frac{\text{Area}}{\pi}}$$

Donde BioV es el bio-volumen de un organismo (mm³), Area, su área y Ratio la razón entre pixeles y mm proveniente de la calibración del equipo. El BioV es posteriormente convertido a

biomasa (mg peso seco) y biomasa (mg C) utilizando los factores descritos en Escribano et al. (2007) y Lahette & Hernández-León (2009). De esta manera se obtuvieron las estimaciones de biomasa para cada muestra y se compararon con aquellas mediciones directas aplicadas sobre fracciones de algunas muestras.

3.4.2.3. Análisis de información

Tanto las abundancias, como las estimaciones de biomasa se estandarizaron a metros cúbicos utilizando la información del flujómetro de las redes. Para aquellas estaciones con más de 2 estratos muestreados se estimó la biomasa total de la columna de agua (m^2) integrando aritméticamente a través de los estratos. Sin embargo para efectos de comparación entre estaciones de muestreo y montes submarinos se utilizó el promedio en m^3 y valores del estrato superficial (0-100 m) considerando que los estratos fueron variables entre estaciones en algunos casos. La información fue tabulada y la distribución horizontal y vertical de la biomasa se graficó para efectos comparativos.

3.5. Objetivo 3. Caracterizar la estructura de meso y submesoescala que se encuentran asociadas a los montes submarinos en estudio.

La dinámica oceánica está compuesta por una serie de procesos que se clasifican según su duración (escala temporal) y su extensión (escala espacial). Estos procesos pueden durar desde menos de un segundo a cientos de años, y medir desde centímetros a miles de kilómetros.

Las metodologías propuestas en este objetivo están enfocadas al estudio de estructuras de mesoescala (Remolinos de mesoescala) y submesoescala (Remolinos de submesoescala, Vórtices de Von Kármán, frentes, meandros, filamentos, entre otras) que pudieran ser generadas o estar asociadas a los montes submarinos JF5, JF6 y monte O'Higgins. Se ha observado en otras regiones que estas estructuras tienen un impacto importante sobre la productividad oceánica, la estructura de la comunidad pelágica y agregaciones pesqueras.

Las estructuras de mesoescala, como su nombre indica, son estructuras de media escala, tanto temporal como espacial, miden desde ~50 a ~4000 km, duran desde días a meses y pueden tener expresión superficial o subsuperficial. Un ejemplo de esas estructuras se presenta en la Figura 3.5.1., donde perfiles verticales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto medidos en una transecta zonal que abarcó desde el monte submarino BO2 hasta el monte JF1, muestra un remolino de mesoescala subsuperficial o “intratermoclina” en la región de estudio (Informe final FIP, 2005). Estos remolinos son formados en la zona costera continental y viajan cientos de kilómetros de distancia antes de alcanzar el archipiélago de Juan Fernández (Hormazabal et al., 2013; Andrade et al., 2014). Una caracterización adecuada de estos remolinos y su impacto en la dinámica de los montes submarinos aún no ha sido realizada para la región de estudio.

La submesoescala se sitúa por debajo de 50 km en extensión horizontal, con una duración que abarca desde unos pocos días hasta algunas semanas. En la región de estudio, se ha observado la formación de remolinos de submesoescala por parte de las islas Robinson Crusoe - Santa Claray Alejandro Selkirk (Andrade et al., 2014c), si bien, estas estructuras pueden observarse durante todo el año, es en los periodos de primavera-verano donde se observa su señal más intensa (Figura 3.5.2.).

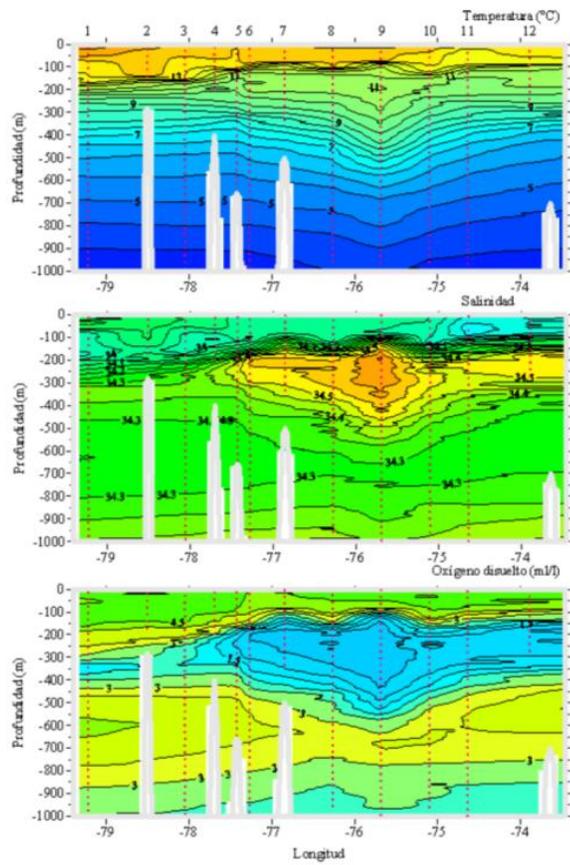


Figura 3.5.1. Perfiles verticales de los principales parámetros físicos sobre una transecta zonal que abarca desde el monte O'Higgins hasta el JF1. Figura extraída de Informe Final Proyecto FIP 2005).

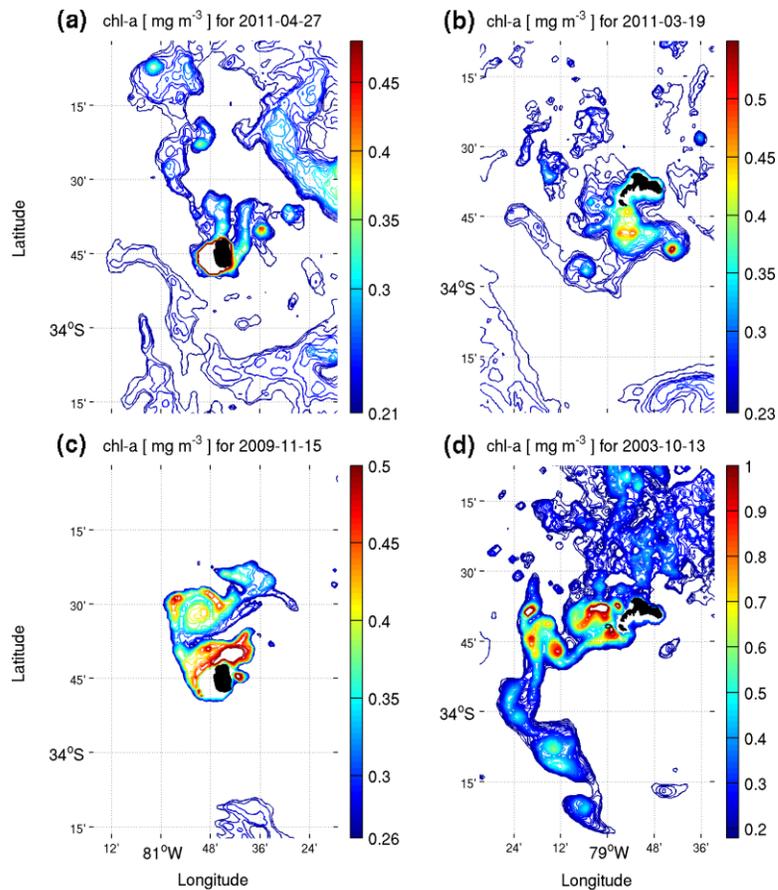


Figura 3.5.2. Contornos de concentración de clorofila-a satelital en mg m^{-3} asociado a la isla Alejandro Selkirk (a y c) y, las islas Robinson Crusoe – Santa Clara (b y d) que muestran calles de remolinos de Von Kármán con altas concentraciones de clorofila-a en los centros de remolinos de submesoescala. Figura tomada de Andrade et al., 2014c.

Para el estudio de las estructuras de meso y submesoescala se ha utilizado principalmente información satelital, en un área geográfica que comprende la zona entre 31°S y 36°S y desde la

costa hasta 83°W. Se consideró un período de estudio de 1 año previo a la realización del crucero bio-oceanográfico, desde Julio 2014 a Julio 2015.

3.5.1 Bases de datos satelitales

Se construyó una base de datos de registros diarios, semanales y mensuales de seis variables de información satelital, correspondientes a vientos, nivel del mar, corrientes geostróficas, temperatura superficial y concentración superficial de clorofila-a. La salinidad superficial satelital no fue incorporada debido a que la resolución espacial de este producto no es buena para el estudio sobre los montes submarinos (~25 km, no permite distinguir ninguna estructura oceanográfica presente en las otras variables satelitales). La fuente de la información y su respectiva resolución espacial y temporal se describe en la Tabla 3.5.1.

Tabla 3.5.1. Descripción de las bases de datos satelitales.

Variable	Fuente (Sensor/Satélite)	Resolución (espacio – temporal)
Clorofila	MODIS / AQUA	1 km – diario
Temperatura superficial	MODIS / AQUA	1 km – diario
Nivel del mar / Corrientes Geostróficas	Jason-2, Cryosat-2, Saral	~25 km - semanal
Vientos	ASCAT / MetOp y OSCAT / Oceansat-2	~12.5 km - diario

Los datos diarios de concentración superficial de clorofila-a y temperatura superficial del mar con resolución espacial de 1 km, provienen de mediciones diurnas del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectro-radiometer) montado a bordo del satélite AQUA (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>).

La información satelital de vientos en la superficie del mar, con una resolución temporal diaria y espacial de $1/8^\circ$ (12.5 km), fue obtenida a partir de datos medidos por los sensores ASCAT y OSCAT a bordo de satélites MetOp y OceanSat, respectivamente (<ftp://podaac-ftp.jpl.nasa.gov/OceanWinds/>).

Los campos diarios de nivel del mar y corrientes geostróficas con resolución espacial de 25 km fueron obtenidos desde el producto combinado (sobre 3 satélites con mayor continuidad temporal) de las misiones Jason 2, Cryosat-2 y Saral, distribuidos por AVISO (<http://aviso.oceanobs.com>).

Datos satelitales de viento, nivel del mar, corrientes geostróficas, clorofila-a y temperatura superficial del mar, fueron extraídos para el área de influencia de los montes submarinos. Los datos faltantes, principalmente en los campos de clorofila-a y temperatura, causados por la interferencia de la nubosidad, se estimaron utilizando una interpolación DINEOF (*Data Interpolating Empirical Orthogonal Function*; Beckers & Rixen, 2003).

Las bases de datos satelitales se almacenaron en 3 formatos de archivo: formato HDF (*.hdf), formato MATLAB (*.mat) y formato de imagen PNG (*.png). Estas bases de datos fueron entregadas al FIP en el pre-informe final, considerando el formato establecido en las bases técnicas del proyecto u otro acordado con el FIP.

Se realizó un análisis de los campos de distribución promedio y las principales escalas de variabilidad en todas las bases de datos satelitales comprendidas en este estudio.

Las principales frecuencias de variabilidad espacial y temporal de las distintas variables fueron evaluadas a través del método “MultiTaper Method-Singular Value Decomposition” (MTM-SVD). Mediante este método es posible estimar un espectro de potencia para múltiples series de tiempo distribuidas en una amplia región geográfica (Mann & Park, 1999; Correa-Ramirez & Hormazabal, 2012), y de esta forma se determinaron las escalas de variabilidad presentes en la región de interés.

3.5.2. Actividad 5: Estructuras de mesoescala

Para la identificación, seguimiento y estimación del radio de los remolinos de mesoescala presentes durante la campaña de mediciones, se utilizó un algoritmo basado en la altura de la superficie del mar, obtenida mediante altimetría satelital proporcionada por SSalto / Duacs AVISO, lo que permite la identificación automática y seguimiento de remolinos de mesoescala en el océano (Chelton et al., 2011). El algoritmo de detección de remolinos se basó en la data “mean-real time” multi-satélite, Dinamic Absolute Topography (ADT). A partir de esta data se calculó la anomalía del nivel del mar (SLA), mediante la eliminación de la tendencia lineal, y luego se usó el algoritmo de detección.

El enfoque de seguimiento de remolinos de Mason et al. (2014) ("py-eddy-tracker", <http://imedea.uib-csic.es/users/emason/py-eddy-tracker>) se basa en procedimientos descritos por Chelton et al. (2011), Kurian et al. (2011) y Penven et al. (2005), utilizando la detección de contornos cerrados de anomalía del nivel del mar. Para llevar a cabo el algoritmo de seguimiento, los campos diarios de SLA se filtraron espacialmente mediante un filtro gaussiano pasa-alta obtenido del suavizamiento de un campo zonal (meridional) liso de radio mayor (menor) 20 (10). Los contornos diarios de SLA se calcularon a intervalos de 1 cm para los niveles de -100 a 100 cm y los contornos cerrados, de 100 (-100) cm hacia abajo (arriba) para identificar los remolinos ciclónicos (anticiclónicos). Para estar realmente seguros de seleccionar el perímetro efectivo de un remolino, el contorno cerrado debió cumplir con una serie de criterios relacionados con la amplitud (1-150cm), radio (0,35 a 4,461) y el número de extremos locales (limitado a 1).

Se determinó el tamaño (diámetro y área), la forma aparente (excentricidad), la vorticidad (velocidad de giro), la energía cinética y la amplitud (diferencia en altura entre el borde y el centro) para cada remolino identificado. Por otro lado, se determinó la concentración de clorofila-a y temperatura al interior de los remolinos antes, durante y después de su paso sobre los montes submarinos.

Los frentes de temperatura y clorofila-a fueron detectados utilizando la metodología propuesta por Beklin y O'Reilly (2009). La metodología comprende las siguientes etapas: i) filtro de

mediana, 2) remoción de ruido y suavizamiento (*smoothing*), 3) cálculo de gradientes con el operador Sobel utilizando un kernel de 3x3, 4) mapeo de gradientes aplicando transformación Logarítmica para el caso de clorofila-a, y 5) detección de frentes.

3.5.3. Actividad 6: Estructuras de submesoescala

Las estructuras de submesoescala presentes durante el período de estudio (Septiembre 2015) se estudiaron a escala local en 2 áreas geográficas; la primera centrada en los montes submarinos JF5 y JF6 y la segunda en el área del monte O'Higgins. La descripción de las estructuras de submesoescala se realizó combinando la información satelital con los datos provenientes del crucero. La primera aproximación es una inspección visual de la información satelital de alta resolución, principalmente los campos de concentración de clorofila-a y temperatura superficial, que tiene como fin el detectar y medir el alcance espacial de vórtices, agregaciones de clorofila-a y filamentos que puedan generarse alrededor de cada monte. La segunda aproximación recae en el cálculo de los frentes de temperatura y clorofila-a, detectados utilizando la metodología propuesta por Beklin & O'Reilly (2009).

3.6. Objetivo 4. Determinar el efecto de los montes submarinos sobre la distribución de las propiedades físico químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, y nutrientes). Establecer las condiciones oceanográficas de cada área objeto del estudio.

Para evaluar el efecto de los montes submarinos sobre las propiedades de la columna de agua, se contrastaron los perfiles verticales de las estaciones realizadas en cada monte y las tres estaciones de referencia ubicadas a ~30 km al sur de cada monte. La posición de las estaciones para cada área de estudio se presentan en las Figuras 3.1.1, 3.1.2 y 3.1.3.

3.6.1. Actividad 7: Análisis de series de tiempo

Se construyeron series de tiempo con información satelital de temperatura, clorofila-a, y nivel del mar sobre las cimas de los tres montes submarinos y sus respectivas estaciones de referencia, cuando la resolución de los datos lo permitió. Se analizaron las frecuencias de variabilidad de cada serie mediante espectros de frecuencia (Periodograma, MTM, entre otros) y análisis Wavelet. Paralelamente, se calcularon espectros de frecuencia regionales utilizando el MTM-SVD (Mann & Park, 1999), para cada una de las variables consideradas.

Las diferencias de la variabilidad sobre los montes respecto a las zonas de referencia se realizó mediante análisis de correlación cruzada y análisis de coherencia y fase entre las respectivas series de tiempo.

3.6.2. Actividad 8: Secciones de anomalías de perfiles de CTD

Se calcularon las anomalías de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y, las demás variables derivadas de las mediciones de CTDO (ángulo de Turner, velocidades geostróficas, frecuencia de Brunt-Väisälä), respecto a: las mediciones CTDO en las tres estaciones de referencia y al promedio de las estaciones CTDO sobre los montes. Las anomalías de cada variable fueron interpoladas y presentadas en secciones verticales.

4. RESULTADOS

4.1. Objetivo 1. Determinar las características de la estructura vertical de las propiedades físico químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes) en la región asociada a los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins

4.1.1. Análisis hidrográfico y químico Monte O'Higgins

Durante el crucero, realizado en septiembre de 2015, se realizaron 20 estaciones oceanográficas sobre el monte O'Higgins, además de una estación de referencia ubicada a ~30 km al sur de éste. En cada estación oceanográfica se realizaron perfiles verticales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, densidad y fluorescencia, además de los respectivos diagramas T-S (ver anexo 2, Reporte de datos de CTD-O). De las 20 estaciones, en 10 de ellas además de la estación de referencia, se obtuvieron muestras para el análisis de oxígeno disuelto y nutrientes (Nitrato, Nitrito, Amonio, Fosfato y Silicato) a profundidades oceanográficas estándar hasta un máximo de 1750 m, o hasta donde la profundidad de la estación lo permitía.

En las Figuras 4.1.1 a 4.1.12, se muestra la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto obtenido desde el CTDO, para 3 transectas meridionales que abarcan la cima occidental del monte: M1 (este), M2 (intermedia) y M3 (oeste), centradas en 73,75°W, 73,88°W y 74,02°W, y 3 transectas zonales, que abarcan ambas cimas del monte: Z1 (norte), Z2 (centro) y Z3 (sur), centradas en 32,80°S, 32,90°S y 33,00°S respectivamente.

Las estaciones correspondiente a la transecta meridional M1 son MO_06, MO_07 y MO_08, a la transecta M2 corresponden MO_11, MO_12, MO_13, MO_14 y MO_15 y a la transecta M3, MO_18, MO_19 y MO_20. Por su lado las estaciones correspondiente a las transectas zonales Z1 son MO_01, MO_04, MO_06, MO_11 y Mo_18, a la transecta Z2 corresponden MO_02, MO_05, MO_07, MO_13 y MO_19, y a la transecta Z3 corresponden las estaciones MO_08, MO_15 y MO_20.

4.1.1.1. Distribución de temperatura en el monte O'Higgins

La distribución vertical de la temperatura en el monte O'Higgins (Figura 4.1.1 a 4.1.12, panel superior izquierdo) presentó un patrón típico para la región, con valores máximos en superficie (< 100m), que fluctuaron entre 14,7°C y 13,8°C y mínimos en el fondo. Las máximas temperaturas superficiales se presentaron en la zona noreste, con valores superiores a 13,5°C hasta ~70 m de profundidad, mientras que hacia el suroeste se presentaron aguas que en promedio fueron más frías, asociadas a un levantamiento de la isoterma de 13,5°C desde ~60 m hasta ~ 25 m, indicando la presencia de un gradiente meridional que fue más intenso en la transecta intermedia (73,88°W). La elevación de la isoterma de 13,5°C en las capas subsuperficiales (<70 m) fue más notoria en las transectas de la zona intermedia y oeste, coincidiendo con la presencia de la cima del monte O'Higgins. En todas las estaciones la termoclina se presentó entre 60 m y 90 m de profundidad, bajo la cual las isotermas se distribuyeron horizontalmente y la temperatura disminuyó de forma gradual hasta llegar a un mínimo de ~3,3°C, bajo ~1000 m.

Distribución latitudinal de temperatura en el monte O'Higgins

La distribución vertical de las transectas zonales (Figura 4.1.7 a 4.1.12, panel superior izquierdo) muestra que la variabilidad latitudinal de la temperatura superficial (< 100m) fluctuó entre 14,7°C y 14°C, con máximos en el norte (32,80°S). Se observó una parcela de agua superficial cálida (14°C) que abarcó hasta ~60 m en la transecta norte, mientras que en la intermedia no sobrepasó ~30 m de profundidad (Figura 4.1.8 y 4.1.10, panel superior izquierdo). En estas transectas se observó un marcado gradiente zonal, asociado a la profundización de la isoterma de 14°C en el sector este de la transecta norte, y a una profundización de la isoterma 13,5°C en la transecta intermedia. Este gradiente no estuvo presente en la transecta sur, donde el máximo (14°C) alcanzó ~15 m de profundidad en la zona este de la transecta (Figura 4.1.12, panel superior izquierdo). Además en esta transecta, centrada entre 73,88°W y 73,75°W, se observó que la isoterma de 13,5°C se elevó desde ~60 m hasta 20 m de profundidad.

En todas las transectas zonales, la termoclina se encontró entre ~60 m y 90 m de profundidad

(Figura 4.1.7 a 4.1.12, panel superior izquierdo), con temperaturas que fluctuaron desde $\sim 13,2^{\circ}\text{C}$ en el límite superior hasta $\sim 11,5^{\circ}\text{C}$ en el límite inferior. Bajo la termoclina las isotermas se distribuyen de forma horizontal y los valores de temperatura disminuyeron paulatinamente, llegando a valores inferiores a $3,3^{\circ}\text{C}$ bajo 1200 m de profundidad.

Distribución longitudinal de temperatura en el monte O'Higgins

La distribución vertical de temperatura a lo largo de las transectas meridionales (Figura 4.1.1 a 4.1.6, panel superior izquierdo) presentó valores máximos en superficie ($< 100\text{m}$), fluctuando entre 14°C y $13,8^{\circ}\text{C}$. Las máximas temperaturas superficiales (primeros 25 m) se presentaron en la transecta este, donde la isoterma de 14°C alcanzó profundidades de $\sim 50\text{ m}$ hacia las latitudes más bajas (Figura 4.1.2, panel superior izquierdo). Las temperaturas más bajas registradas en superficie (0 m) se observaron en la transecta oeste (Figura 4.1.6, panel superior izquierdo), con valores que no superaron los $13,8^{\circ}\text{C}$. En la transecta intermedia y este (Figura 4.1.2 y 4.1.4, panel superior izquierdo), durante los primeros 60 m de profundidad, se presentaron marcados gradientes meridionales, asociados al hundimiento ($\sim 30\text{ m}$) de la isoterma de $13,5^{\circ}\text{C}$. Mientras que en la transecta oeste, se observó un levantamiento ($\sim 25\text{ m}$) de las isotermas $\geq 13,5^{\circ}\text{C}$, centrado en $32,90^{\circ}\text{S}$. Como es de esperar, la profundidad de la termoclina coincide con la observada en las transectas zonales, ubicándose entre $\sim 60\text{ m}$ y $\sim 90\text{ m}$. Bajo la termoclina la temperatura se comporta en forma similar a la descrita anteriormente para las transectas zonales.

Distribución espacial del campo de temperatura en el monte O'Higgins

En la capa superficial (5 m) (Figura 4.1.18) se observaron las mayores temperaturas, con valores máximos superiores a $14,4^{\circ}\text{C}$ en la zona noreste del monte O'Higgins, mientras que las menores temperaturas superficiales se encontraron en la zona oeste, llegando a ser inferiores a $13,75^{\circ}\text{C}$ en las latitudes medias. En esta profundidad se observa un suave gradiente zonal centrado entre $\sim 73,80^{\circ}\text{W}$ y $73,70^{\circ}\text{W}$, que fluctúa entre $14,2^{\circ}\text{C}$ en la zona este y $13,9^{\circ}\text{C}$ en la zona oeste. En la capa de mezcla (25 m) (Figura 4.1.22), se mantienen las máximas temperaturas en la zona noreste del monte O'Higgins, con valores de $\sim 14,1^{\circ}\text{C}$. Además se observó una distribución de temperatura relativamente homogénea al lado oeste del gradiente zonal, con temperaturas de

~13,6 °C, que corresponden a las mínimas registradas para esta profundidad. En 75 m de profundidad (Figura 4.1.18), cerca de la termoclina (Figura 4.1.22), se presentó una mayor variabilidad espacial en la distribución de temperatura, con tres núcleos de aguas relativamente más cálidas cuyas temperaturas máximas fueron de 12,75°C en el sector sur y de ~13°C en los otros sectores. Hacia el este de ~73,8°W se observó una capa con temperatura relativamente constante que abarcó de norte a sur, con temperaturas inferiores a 12,15°C.

A 150 m de profundidad (Figura 4.1.18), sobre la base de la termoclina (Figura 4.1.22) se observó la presencia de una parcela de agua más frías que se extiende desde ~32,90°S hacia el norte, con valores inferiores a 10,8°C, mientras que hacia el sur se presentaron las temperaturas más altas, alcanzando valores del orden de 11°C. En 200 y 300 m de profundidad la temperatura se comportó de manera similar, donde los máximos se observaron en la zona suroeste, con valores >10,75 °C en 200 m, y >9,45°C en 300 m. Las temperaturas más frías del campo espacial de temperatura estuvieron asociadas a la presencia de la parcela de agua fría que se observó a 150 m, la cual se extendió hasta ~300 m, donde presentaron sus mínimos valores, los que fueron inferiores a 9,15°C hacia el este de 73,80°W en todas las latitudes, alcanzando un mínimo de 8,85°C en el sector noreste del monte O'Higgins (Figura 4.1.18).

4.1.1.2. Distribución de salinidad en el monte O'Higgins

La distribución vertical de salinidad en el monte O'Higgins (Figura 4.1.1 a 4.1.12, panel superior derecho) presentó, en general, valores mínimos en superficie, en los primeros 100 m de la columna de agua, pero con una gran variabilidad espacial. En esta capa, la salinidad fluctuó entre 34,09 y 34,25. Se observó un núcleo de aguas de baja salinidad ($\leq 34,13$) en la zona suroeste, el cual fue desapareciendo hacia la zona noreste. Este núcleo de baja salinidad se presentó asociado a un frente salino que se observó en la distribución vertical de las isohalinas, desde el límite inferior del núcleo (~90 m) hasta la superficie. En el lado este del frente salino se presentaron los valores máximos de salinidad superficial, que llegaron a ~34,25. En toda la zona del monte, la haloclina se presentó entre 100-150 m de profundidad, haciéndose ligeramente más somera hacia el este.

Bajo la haloclina se observó una parcela de agua de alta salinidad ($\geq 34,55$) que se extendió latitudinal y longitudinalmente por toda el área comprendida por las transectas (Figura 4.1.1 a 4.1.12, panel superior derecho), llegando hasta profundidades ~ 300 m. Posteriormente, en toda la zona se observó un mínimo subsuperficial, entre ~ 400 m y 850 m, con una capa de agua de salinidades inferiores a $34,4$, bajo la cual la salinidad aumentó con la profundidad hasta llegar a un máximo bajo ~ 1300 m, con valores del orden de $34,6$.

Distribución latitudinal de salinidad en el monte O'Higgins

En los primeros metros de la columna de agua (~ 60 m), la distribución vertical de salinidad fluctuó entre $34,09$ y $34,25$ (Figura 4.1.7 a 4.1.12, panel superior derecho). En la transecta sur (Figura 4.1.12, panel superior derecho) se presentó un núcleo de aguas de baja salinidad ($\leq 34,13$) centrado en los primeros 80 m, entre $73,75^{\circ}\text{W}$ y $73,88^{\circ}\text{W}$, el cual se observa parcialmente hacia el noroeste del área. La presencia de este núcleo de baja salinidad está asociado a frentes salinos definidos por la distribución vertical de las isohalinas, las que ascendieron desde profundidades superiores a 100 m en la transecta norte e intermedia hasta superficie, separando las aguas de baja salinidad ($\leq 34,13$) de las de mayor salinidad ($\geq 34,25$) hacia el lado este del frente.

La haloclina se presentó entre 100 m y 150 m de profundidad, bajo la cual se observa una parcela de aguas de mayor salinidad, que se extiende en dirección oeste-este a lo ancho de todas las transectas zonales (Figura 4.1.7 a 4.1.12, panel superior derecho), con un espesor relativamente constante de ~ 200 m, y valores de salinidad $\geq 34,5$. En las tres transectas zonales, entre ~ 400 m y ~ 850 m, se observa una capa de menor salinidad ($\sim 34,3$) (Figura 4.1.7, 4.1.9 y 4.1.12, panel superior derecho). Bajo esta capa la salinidad aumenta en la medida que aumenta la profundidad, hasta alcanzar un máximo de $34,6$ bajo ~ 1500 m.

Distribución longitudinal de salinidad en el monte O'Higgins

En la transecta oeste, se observó una parcela de agua de baja salinidad (Figura 4.1.6, panel superior derecho), con un núcleo inferior a $34,13$, centrado en $32,90^{\circ}\text{S}$, el cual abarcó los primeros 90 m de la columna de agua. En la transecta intermedia y este (Figura 4.1.2 y 4.1.4,

panel superior derecho) se presentaron los mínimos de salinidad superficial, alcanzando valores de ~34,04 en las estaciones ubicadas al sur. En estas últimas dos transectas se observó un ascenso de las isohalinas desde ~75 m hasta la superficie, indicando la presencia de marcados frentes salinos asociados al desplazamiento zonal de la parcela de agua de baja salinidad. Estos frentes mostraron variaciones latitudinales entre ambas transectas (intermedia y este), con valores superficiales que van desde 34,25 en la zona norte del frente, a 34,09 en la zona sur.

Entre 150 m y 300 m de profundidad, se observa una parcela de agua salina que se extiende en dirección norte-sur a lo largo de todas las transectas (Figura 4.1.1 a 4.1.6, panel superior derecho), con una salinidad superior a 34,55. Esta parcela de agua sobrepasa los 34,65 en el sector norte de la transecta oeste (Figura 4.1.5, panel superior derecho). En la transecta este (Figura 4.1.1, panel superior derecho), se observa un levantamiento de las isohalinas en el límite superior de la capa salina (~135 m), y un hundimiento en las isohalinas en el límite inferior de esta capa, que llega hasta aproximadamente 300 m. En todas las transectas zonales, bajo ~400 m de profundidad, se presenta una parcela de menor salinidad (~34,3), luego de la cual la distribución vertical de salinidad se comporta de manera análoga a la descrita anteriormente.

Distribución espacial del campo de salinidad en el monte O'Higgins

El campo superficial (5 m) de salinidad para el monte O'Higgins (Figura 4.1.19) presentó los menores valores de salinidad sobre la cima del monte, con máximas $\leq 34,26$ y mínimas de ~34,13. Se observó la presencia de un gradiente zonal que abarcó todas las latitudes, el cual se centró en 73,80°W en las latitudes medias, donde las menores salinidades se encontraron en la zona suroeste del gradiente y las mayores en la noreste. La presencia de éste gradiente se observó también a lo largo de la capa de mezcla (Figura 4.1.22), en 25 m y 75 m, donde se encontraron salinidades máximas de ~34,3 al sur de 32,84°S, en la zona este del gradiente (75 m).

El gradiente zonal fue más intenso a 75 m de profundidad (Figura 4.1.19), especialmente al sur de 32,94°S, asociado a una intrusión de una parcela de agua de mayor salinidad desde el sureste del monte O'Higgins, con valores máximos $> 34,28$, mientras que las mínimas salinidades se observaron al oeste de 73,7°W, con valores $< 34,13$. A ~150 m, donde se localizó la haloclina

(Figura 4.1.22), se presentó una mayor variabilidad del campo de salinidad. Los máximos estuvieron asociados a la presencia de la parcela de agua de mayor salinidad en el sector sureste del área, donde se observaron valores $> 34,55$. En la zona noroeste, al norte de $32,96^{\circ}\text{S}$, se observaron valores mínimos de salinidad para esta profundidad, llegando a $\sim 34,46$.

Bajo la haloclina (Figura 4.1.22), en las capas de 200-300 m, se observaron campos de salinidad más homogéneos que en el resto de las profundidades (Figura 4.1.19). En 200 m la salinidad no presentó mayores variaciones espaciales, manteniéndose con valores de $\sim 34,58$ en todo el dominio. Cabe destacar que a esta profundidad se registraron los mayores valores de salinidad en los campos espaciales analizados. A 300 m la salinidad se comportó de manera análoga al nivel superior, manteniéndose sin mayores variaciones espaciales con valores de $\sim 34,52$ en toda el área asociada al monte O'Higgins.

4.1.1.3. Distribución de densidad en el monte O'Higgins

La distribución vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$) en el monte O'Higgins (Figura 4.1.1 a 4.1.12, panel inferior izquierdo), presentó una delgada capa de aguas de menor densidad ($25,6 \text{ Kg m}^{-3}$) en los primeros ~ 25 m de profundidad. Esta capa presentó un mayor grosor en la zona suroeste de las transectas, donde alcanzó ~ 50 m de profundidad. Entre ~ 50 m y 120 m se observó la presencia de un gradiente zonal, con una elevación de las isopicnas (~ 25 m) en la zona este de las transectas y un hundimiento de estas hacia el oeste.

Se observó la presencia de una suave pycnoclina entre ~ 60 m y 120 m de profundidad que se mantuvo constante a lo largo de todas las transectas (Figura 4.1.1 a 4.1.12, panel inferior izquierdo), con valores de $25,6 \text{ Kg m}^{-3}$ en el límite superior, hasta $\sim 26,4 \text{ Kg m}^{-3}$ en el límite inferior. Bajo la pycnoclina, las isopicnas se distribuyeron de forma horizontal y la densidad aumentó con la profundidad de forma gradual a lo largo de toda la columna de agua, alcanzando un máximo bajo 1000 m, con un valor de $27,6 \text{ Kg m}^{-3}$.

Distribución latitudinal de densidad en el monte O'Higgins

La distribución vertical de densidad (σ_t) muestra una delgada parcela de agua de baja densidad ($25,5 \text{ Kg m}^{-3}$) en los primeros 25 m de profundidad (Figura 4.1.7 a 4.1.12, panel inferior izquierdo). Se observa una elevación de la isopicna de $25,6 \text{ Kg m}^{-3}$, que llega a superficie en la parte oeste ($73,88^\circ\text{W}$) de la transecta norte (Figura 4.1.8, panel inferior izquierdo), mientras que esta se profundiza hacia la parte oeste de las transectas restantes, alcanzando 30 m y 60 m en las transectas intermedia y sur respectivamente (Figura 4.1.10 y 4.1.12, panel inferior izquierdo). En todas las transectas se observa un marcado gradiente zonal durante los primeros ~130 m, con una elevación de las isopicnas en la parte este de las transectas. El gradiente zonal se hace más intenso en las transectas intermedia y sur, con una elevación de las isopicnas de alrededor de 25 m.

En todas las transectas, la pycnoclina se presentó entre ~60 m y ~120 m de profundidad, con valores de $25,6 \text{ Kg m}^{-3}$ en el límite superior y de $26,4 \text{ Kg m}^{-3}$ en el límite inferior (Figura 4.1.7 a 4.1.12, panel inferior izquierdo). Bajo esta profundidad las isopicnas se distribuyen de forma horizontal y la densidad aumentó de forma gradual con la profundidad, alcanzando el máximo bajo ~1000 m, donde la columna de agua se vuelve estable con un valor de $27,6 \text{ Kg m}^{-3}$.

Distribución longitudinal de densidad en el monte O'Higgins

De igual manera que las transectas latitudinales, las transectas longitudinales (Figura 4.1.1 a 4.1.6, panel inferior izquierdo) presentan aguas de menor densidad ($25,6 \text{ Kg m}^{-3}$) en la capa superficial de la columna de agua (primeros 25 metros), sobrepasando los ~50 m en la transecta oeste (Figura 4.1.6, panel inferior izquierdo). En la transecta intermedia (Figura 4.1.4, panel inferior izquierdo), se observa un leve gradiente meridional dentro de los primeros ~100 m, con una leve inclinación de las isopicnas que se profundizan hacia la zona sur de la transecta. Este gradiente también se observa en la transecta este (Figura 4.1.2, panel inferior izquierdo), con una menor inclinación de las isopicnas, sin embargo no se observa la inclinación de la isopicna de $25,6 \text{ Kg m}^{-3}$ presente en las capas superficiales de las transectas restantes, si no que esta se eleva ~10 m en $\sim 32,90^\circ\text{S}$.

La pycnoclina se presentó entre ~60 m y ~120 m de profundidad a lo largo de todas las transectas (Figura 4.1.1 a 4.1.6, panel inferior izquierdo), con valores de $25,6 \text{ Kg m}^{-3}$ en el límite superior y hasta $26,2 \text{ Kg m}^{-3}$ en el límite inferior. Bajo la pycnoclina, la densidad aumenta con la profundidad de forma gradual a lo largo de toda la columna de agua, alcanzando un máximo bajo ~1000 m, donde la densidad se vuelve relativamente constante alcanzando un máximo de $27,6 \text{ Kg m}^{-3}$.

4.1.1.4. Distribución de oxígeno disuelto en el monte O'Higgins

La distribución vertical del oxígeno disuelto muestra una capa superficial (primeros 25 m) con concentraciones de oxígeno disuelto de $\sim 5,7 \text{ mL L}^{-1}$ (Figura 4.1.1 a 4.1.12, panel inferior derecho). Bajo esta capa, se observó una capa de alto contenido de oxígeno disuelto que llega hasta ~50 m, con concentraciones superiores a $5,3 \text{ mL L}^{-1}$. Entre 60 m y 90 m se presentó un suave gradiente zonal, asociado a una inclinación en las isolíneas de oxígeno disuelto, las que se profundizaron hacia el oeste.

Entre 60 m y 140 m de profundidad se presentó un marcado gradiente vertical de oxígeno, el cual define la posición de la oxiclina (Figura 4.1.1 a 4.1.12, panel inferior derecho). Bajo la oxiclina se observó una capa de grosor relativamente constante con bajas concentraciones de oxígeno disuelto, ubicada entre 150 m y ~400 m, con valores $\leq 1,1 \text{ mL L}^{-1}$. Entre ~500 y ~700 m, se presentó un segundo máximo subsuperficial de oxígeno disuelto, con concentraciones superiores a $3,1 \text{ mL L}^{-1}$. Bajo los 700 m la concentración de oxígeno disminuyó gradualmente hasta mantenerse constante bajo ~900 m alcanzando valores del orden de $2,6 \text{ mL L}^{-1}$.

Distribución latitudinal de oxígeno disuelto en el monte O'Higgins

Se observaron altas concentraciones de oxígeno disuelto ($\geq 5,3 \text{ mL L}^{-1}$) hasta ~60 m de profundidad (Figura 4.1.7 a 4.1.12, panel inferior derecho). La capa superficial (primeros 25 m) presentó máximos de $\sim 5,7 \text{ mL L}^{-1}$. En la transecta intermedia y sur (Figura 4.1.10 y 4.1.12, panel inferior derecho), se observó un leve gradiente zonal, que fluctúa entre ~50 m -130 m, con una profundización de las isolíneas de oxígeno hacia la zona oeste de las transectas.

La oxiclina se presentó entre ~50 m y 130 m, con concentraciones de oxígeno disuelto que fluctúan entre $5,3 \text{ mL L}^{-1}$ en el límite superior, y $1,3 \text{ mL L}^{-1}$ en el límite inferior (Figura 4.1.7 a 4.1.12, panel inferior derecho). Entre ~130 y 400 m de profundidad, se encuentra una capa de agua con mínimos valores de concentración de oxígeno disuelto ($\leq 1,1 \text{ mL L}^{-1}$) que se extiende zonalmente a lo largo de todas las transectas con un espesor constante. Bajo esta capa de mínimo oxígeno, la concentración de oxígeno disuelto aumenta paulatinamente hasta mantenerse relativamente constante desde ~500 m y 700 m, donde alcanza concentraciones $\geq 3,1 \text{ mL L}^{-1}$. Esta capa aumenta levemente su grosor en la parte oeste de todas las transectas zonales. Bajo 900 m de profundidad, la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua se mantiene relativamente homogénea con concentraciones de $\sim 2,4 \text{ mL L}^{-1}$.

Distribución longitudinal de oxígeno disuelto en el monte O'Higgins

Se observaron altas concentraciones de oxígeno disuelto ($> 5 \text{ mL L}^{-1}$) desde la superficie hasta ~60 m de profundidad (Figura 4.1.1 a 4.1.6, panel inferior derecho). Bajo ~60 m el oxígeno disuelto disminuye paulatinamente hasta llegar a una capa de mínimo oxígeno ubicada entre ~100 m y ~400 m, con valores inferiores a 1 mL L^{-1} y un espesor constante a lo largo de las transectas. Bajo ~400 m se observó un aumento del oxígeno disuelto, hasta llegar a un segundo máximo subsuperficial ubicado entre ~500 m y ~800 m, con concentraciones de oxígeno disuelto superiores a 3 mL L^{-1} . A profundidades mayores que 900 m, la columna de agua se mantiene relativamente homogénea con concentraciones de oxígeno disuelto, relativamente bajas con valores de $\sim 2 \text{ mL L}^{-1}$.

Distribución espacial del campo de oxígeno disuelto en el monte O'Higgins

Las mayores concentraciones de oxígeno disuelto se observaron en la capa superficial (5 m) (Figura 4.1.20), con valores máximos superiores a $5,65 \text{ mL L}^{-1}$, en el extremo sureste del área de estudio. Las menores concentraciones de oxígeno disuelto en esta capa, se observaron en el extremo suroeste del área, con valores $< 5,45 \text{ mL L}^{-1}$. Al norte de $32,90^{\circ}\text{S}$ no se presentaron mayores variaciones zonales de oxígeno disuelto, observándose concentraciones de $\sim 5,55 \text{ mL L}^{-1}$. En la capa de mezcla (25 m) (Figura 4.1.22), las máximas concentraciones de oxígeno disuelto

fueron del orden de $0,05 \text{ mL L}^{-1}$, menores que en superficie. En esta capa se presentó una mayor variabilidad en las concentraciones de oxígeno disuelto, con un área central (entre $73,90^{\circ}\text{W}$ y $73,75^{\circ}\text{W}$) de mayores concentraciones ($\sim 5,5 \text{ mL L}^{-1}$), y en los extremos del área de estudio menores concentraciones, donde la mínima fue de $5,3 \text{ mL L}^{-1}$ al oeste de $73,60^{\circ}\text{W}$, entre $32,88^{\circ}\text{S}$ y $32,98^{\circ}\text{S}$.

A 75 m de profundidad (Figura 4.1.20), las concentraciones de oxígeno disuelto, disminuyeron considerablemente con máximas de $\sim 4,6 \text{ mL L}^{-1}$ en las transectas intermedias, cerca de $74,00^{\circ}\text{W}$.

En esta capa se presentaron suaves gradientes zonales centrados en $74,00^{\circ}\text{W}$, y entre $73,37^{\circ}\text{W}$ y $73,60^{\circ}\text{W}$, donde se observaron las mínimas concentraciones ($< 2,8 \text{ mL L}^{-1}$). En la base de la oxiclina (150 m) (Figura 4.1.22) las concentraciones de oxígeno disuelto fluctúan entre $0,5 \text{ mL L}^{-1}$ y 1 mL L^{-1} , donde las máximas se presentaron principalmente al norte de $32,90^{\circ}\text{S}$ y las mínimas en los extremos suroeste y sureste.

Las menores concentraciones de oxígeno disuelto se presentaron a 200 m (Figura 4.1.20), asociadas a la presencia de la ZMO observada en las transectas latitudinales y longitudinales (Figura 4.1.22). Las concentraciones de oxígeno disuelto no presentaron una variación espacial considerable, manteniéndose con valores promedio del orden de $0,4 \text{ mL L}^{-1}$. Finalmente, a ~ 300 m se observaron concentraciones de oxígeno disuelto levemente mayores a las anteriores y un campo de oxígeno disuelto relativamente homogéneo, con concentraciones de $\sim 0,45 \text{ mL L}^{-1}$ - $0,6 \text{ mL L}^{-1}$ en toda el área asociada al monte.

Análisis químico del oxígeno disuelto en el monte O'Higgins

La capa de mezcla sobre el monte O'Higgins fluctuó entre 53 m y 80 m de profundidad, la que se presentó bien oxigenada con concentraciones que fluctuaron entre $4,66 \text{ mL L}^{-1}$ y $6,62 \text{ mL L}^{-1}$ (Tabla 4.1.1). Debido a las características del diagrama T-S, la masa de Agua Subantártica (ASAA; Figura 4.1.13d) tiene una importante participación en su composición. La capa superficial presentó principalmente sobresaturaciones de oxígeno disuelto, hasta un máximo de 114% de saturación (Figura 4.1.13). En las estaciones más cercanas a la costa, se registraron

algunas subsaturaciones menores en la capa superficial (hasta 78% de saturación, estación 2; Figura 4.1.14).

Entre el límite inferior de la capa de mezcla hasta una profundidad de ~75m se observó la presencia de la oxiclina (Tabla 4.1.2). La oxiclina abarcó un rango de profundidad (grosor) que fluctuó entre 37 m y 136 m, donde los mayores grosores se observaron en las estaciones asociadas al monte. El gradiente de oxígeno en la oxiclina fluctuó entre $0,038 \text{ ml O}_2 \text{ l}^{-1}\text{m}^{-1}$ y $0,096 \text{ ml O}_2 \text{ l}^{-1}\text{m}^{-1}$, encontrándose los menores gradientes alrededor de la cima del monte O'Higgins (i.e., oxiclinas más inclinadas; Figura 4.1.15b).

En todas las estaciones muestreadas se observó la capa de mínimo de oxígeno (ZMO; $\text{O}_2 < 1 \text{ mL L}^{-1}$) cuyo límite superior se localizó entre 125 m y 171 m de profundidad, mientras que la parte inferior se localizó entre 333 m y 357 m (Tabla 4.1.2). Esta ZMO estuvo asociada a aguas de mayor salinidad (34,6; Figura 4.1.13a) correspondiente a la masa de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS; Figura 4.1.1d), cuya mayor presencia fue observada en las estaciones más cercanas a la costa. Sobre el monte y hacia el norte de éste, se observó una profundización del límite superior de la ZMO y una elevación de su límite inferior (Figura 4.1.15b y c), lo cual conlleva en una disminución del grosor de ella hacia el norte del monte (Figura 4.1.15d). Las concentraciones de oxígeno disuelto en ZMO llegaron a un mínimo de $0,27 \text{ mL L}^{-1}$ (4,4% de saturación; Figura 4.1.2d y 4.1.14e). Las menores concentraciones en la ZMO se observaron hacia el este del monte (más cerca de la costa), mientras que las mínimas concentraciones de oxígeno disuelto aumentaron en las estaciones sobre el monte y hacia el norte de éste (Figura 4.1.15f). En la estación ubicada sobre la cima del monte O'Higgins (MO-13), las aguas cercanas al fondo (350 m – 375 m) presentaron condiciones de mínimo oxígeno, llegando hasta $0,4 \text{ mL L}^{-1}$, siendo la única estación donde la ZMO interactúa con la topografía del monte debiendo tener importantes consecuencias para los flujos biogeoquímicos en los sedimentos y en los organismos que los habiten.

Bajo la ZMO la concentración de oxígeno disuelto aumentó hasta concentraciones que fluctuaron entre $2,5 \text{ mL L}^{-1}$ y $4,8 \text{ mL L}^{-1}$ (Figura 4.1.13). Las mayores concentraciones se localizaron entre

~500 y 900 m de profundidad asociadas al Agua Intermedia Antártica (AIAA). Aun cuando estas concentraciones de oxígeno disuelto del AIAA fueron considerablemente mayores a las registradas en la capa de mínimo de oxígeno, representaron subsaturaciones de oxígeno disuelto entre 40% y 70% (Figura 4.1.14f y 4.1.14g). Por otra parte, la distribución vertical zonal de las concentraciones de oxígeno disuelto muestra un descenso de la isolínea de 3 mL L^{-1} a ~750 m, en las estaciones más alejadas al monte, y a ~850 m de profundidad sobre sus laderas (Figura 4.1.13).

Bajo ~900 m de profundidad, se observa la influencia del Agua Profunda del Pacífico (APP), donde las concentraciones de oxígeno disuelto disminuyeron hasta valores que fluctuaron entre $2,5 \text{ mL L}^{-1}$ y $3,2 \text{ mL L}^{-1}$. Dichas concentraciones de oxígeno disuelto también representaron subsaturaciones (33% – 42%) y estuvieron asociadas a la masa de agua Profunda del Pacífico (APP; Figura 4.1.13). Bajo 1800 m de profundidad se observó un nuevo aumento de la concentración de oxígeno hasta un máximo de $3,15 \text{ mL L}^{-1}$ (Figura 4.1.13).

4.1.1.5. Distribución de nutrientes del monte O'Higgins

La capa superficial de la transecta zonal en el monte O'Higgins, presenta bajas concentraciones de nitrato (promedio $5,9 \mu\text{M}$), fosfato (promedio $0,9 \mu\text{M}$) y silicato (promedio $1,49 \mu\text{M}$) (Tabla 4.1.1) con una distribución relativamente homogénea en toda la sección (Figura 4.1.16 y 4.1.17). Un aumento de las concentraciones de nitrato y fosfato, sin embargo, fue observado al fondo de la capa de mezcla en las estaciones sobre el monte O'Higgins.

El nitrito, en cambio, si bien tiene concentraciones bajas en superficie ($< 0,35 \mu\text{M}$), presentó un marcado máximo primario, que en general se observó entre 30 m y 60 m de profundidad (Figura 4.1.16). La estación sobre la cima del monte (MO-13) presentó las menores concentraciones de nitrito superficiales de toda la transecta zonal. Al igual que para el nitrito, las concentraciones de amonio en la capa superficial fueron altas ($0,17 \mu\text{M} - 0,96 \mu\text{M}$) respecto del resto de la columna de agua, formando un máximo localizado entre 20 y 70 m de profundidad (hasta $0,96 \mu\text{M}$). Este máximo de amonio fue más intenso en las estaciones más orientales (Figura 4.1.16).

La razón N:P en la capa superficial fue menor a 8 (promedio 6,6), siendo la mitad de lo esperado de acuerdo a la relación de Redfield. Esta característica resultó en una alta deficiencia de nitrógeno reactivo, con un N^* que fluctuó entre $-2.2 \mu\text{M}$ y $-7.7 \mu\text{M}$. Los mayores déficit de nitrógeno reactivo (N^* más negativos) se presentaron en las estaciones más orientales. Sin embargo, en las estaciones sobre el monte O'Higgins se presentó el menor déficit de nitrógeno en toda la sección este-oeste ($-18.1 \mu\text{M}$; Figura 4.1.17). Un patrón interesante en esta capa, fue que el déficit de nitrato aumentó con el aumento de las concentraciones de fosfato ($r = -0.85$) y sílice ($r = -0.76$). Bajo la capa de mezcla, se observó un incremento de las concentraciones de nitrato, fosfato y silicato. Para los tres nutrientes, la distribución vertical presentó dos máximos, el primero en la ZMO, mientras que el segundo, a partir de 1000 m de profundidad. Sin embargo, las magnitudes de las concentraciones entre ambos máximos fueron diferentes dependiendo del nutriente. Para el nitrato y fosfato las concentraciones en la ZMO y bajo ella están en el mismo orden de magnitud. Las concentraciones de silicato en la ZMO, fueron hasta 5 veces menor que lo observado en la capa profunda. Otra diferenciación en los máximos mencionados entre la distribución vertical de nutrientes fue que el máximo primario de nitrato se localizó en el borde inferior de la ZMO (400 m), con una concentración que fluctuó entre $36.4 \mu\text{M}$ y $37.7 \mu\text{M}$, mientras que el primer máximo de fosfato se localizó en el núcleo de la ZMO (300 m) con concentraciones que fluctuaron entre $2.68 \mu\text{M}$ y $3.07 \mu\text{M}$. Las concentraciones de nitrito y amonio, a diferencia de los demás nutrientes, fueron bajas por debajo de la capa de mezcla.

La deficiencia de nitrógeno en la ZMO fue la mayor observada en toda la columna de agua (hasta $-18.9 \mu\text{M}$) con razones N:P menores a 12. Esta máxima deficiencia de nitrógeno reactivo se localizó entre 150 m y 250 m de profundidad, asociado a la parte superior de la ZMO donde los valores de oxígeno fueron menores a 0.5 mL L^{-1} . En esta capa las mayores deficiencias de nitrógeno reactivo (menores N^*) se localizaron en las estaciones más occidentales. Bajo el núcleo de máxima deficiencia de nitrógeno reactivo, dicha deficiencia disminuyó (mayores N^*) paulatinamente hacia el borde inferior de la ZMO. Las aguas asociadas al AIAA, por otra parte, presentaron los menores N^* de toda la columna de agua (Figura 4.1.17), los que fluctuaron entre $-4.36 \mu\text{M}$ y $0.32 \mu\text{M}$, y aumentaron de este a oeste (Figura 4.1.17).

Finalmente, la capa profunda (> 900 m) se presentaron N^* mayores a $-6,7 \mu M$, observándose un mayor déficit de nitrógeno reactivo que las aguas suprayacente (Figura 4.1.17).

4.1.1.6. Distribución espacial del campo de fluorescencia del monte O'Higgins

El campo superficial (5 m) de fluorescencia (Figura 4.1.21) presentó una alta variabilidad espacial, con concentraciones que fluctuaron entre $0,7 \text{ mg m}^{-3}$ y $2,2 \text{ mg m}^{-3}$. Se observaron 3 núcleos de baja fluorescencia, ubicados al norte de $32,94^{\circ}S$ con valores mínimos de $0,7 \text{ mg m}^{-3}$ en la zona oeste y $0,9 \text{ mg m}^{-3}$ en la zona central y este. La máxima fluorescencia superficial estuvo asociada a un núcleo ubicado al sur de $32,98^{\circ}S$, centrado entre $73,80^{\circ}W$ y $73,70^{\circ}W$, donde se alcanzaron valores superiores a $1,9 \text{ mg m}^{-3}$.

Dentro de la capa de mezcla (25 m) (Figura 4.1.22) se presentaron los mayores valores de fluorescencia donde se observó una alta variabilidad espacial, con valores menores de fluorescencia en los extremos suroeste y sureste del área comprendida por el monte O'Higgins, con valores $< 1,1 \text{ mg m}^{-3}$ y $< 1,3 \text{ mg m}^{-3}$ respectivamente (Figura 4.1.21). Se observó un núcleo de alta concentración en las latitudes medias del dominio ($32,85^{\circ}S$), centrado entre $73,80^{\circ}W$ y $73,70^{\circ}W$ con valores de fluorescencia superiores a $1,9 \text{ mg m}^{-3}$.

A 75 m de profundidad (Figura 4.1.21), los valores de fluorescencia disminuyeron considerablemente, y mostraron una distribución espacial relativamente homogénea con valores inferiores a $0,21 \text{ mg m}^{-3}$. Finalmente, bajo ~ 150 m de profundidad, la fluorescencia no presentó mayores fluctuaciones (Figura 4.1.22), manteniendo concentraciones entre $0,04 \text{ mg m}^{-3}$ y $0,05 \text{ mg m}^{-3}$, con una concentración máxima de $0,09 \text{ mg m}^{-3}$ asociada a un núcleo centrado entre $73,80^{\circ}W$ y $73,70^{\circ}W$, en las latitudes medias del área contemplada por el monte O'Higgins.

4.1.2. Análisis hidrográfico y químico Monte Juan Fernández 5 (JF5)

El área de muestreo abarcó dos cimas, que son consideradas como parte del Monte JF5. En la cima oeste (estación JF5-20), la profundidad de la columna de agua fue ~ 400 m, mientras que en la cima este (estación JF5-8), la profundidad de la columna de agua fue ~ 530 m.

En las Figuras 4.1.23 a 4.1.38, se muestran la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto para 5 transectas meridionales, M1, M2, M3, M4 y M5, centradas en 79,45°W, 79,63°W, 79,76°W, 79,89°W y 80,02°W respectivamente, y 3 transectas zonales, Z1 (norte), Z2 (centro) y Z3 (sur), centradas en 33,62°S, 33,73°S y 33,82°S respectivamente.

Las estaciones correspondientes a la transecta meridional M1 son M5_01, M5_02 y M5_03, a la transecta M2 corresponden M5_06, M5_07, M5_08, M5_09 y M5_10, a la transecta M3 corresponden las estaciones M5_13, M5_14 y M5_15, las estaciones de la transecta M4 son M5_18, M5_19, M5_20, M5_21 y M5_22, y las estaciones correspondientes a la transecta M5 son M5_25, M5_26 y M5_27. Por su lado las estaciones correspondiente a las transectas zonales Z1 son M5_01, M5_06, M5_13, M5_18 y M5_25, a la transecta Z2 corresponden M5_02, M5_08, M5_14, M5_20 y M5_26, y a la transecta Z3 corresponden las estaciones M5_03, M5_10, M5_15, M5_22 y M5_27.

4.1.2.1. Distribución de temperatura en el monte JF5

La distribución de temperatura de la sección correspondiente al monte Juan Fernández 5 (JF5) (Figura 4.1.23 a 4.1.38, panel superior izquierdo) sigue la distribución típica de la temperatura en el océano, donde se presentan los máximos valores en las capas superiores y una disminución con el aumento de la profundidad. En la zona de estudio la temperatura fluctuó entre 2,3°C y 14,7 °C, encontrándose el máximo en el extremo superior al noreste de la zona, el cual se presenta en forma de una pequeña lengua de agua superficial. En general, se observa una capa de agua superficial, correspondiente a la capa de mezcla, con ~100 m de profundidad, y valores cercanos a 14°C. Esta capa posee una profundidad que fluctúa longitudinalmente, siendo más somera (sobre ~75 m de profundidad) en el extremo este de la zona de estudio con una profundización (bajo los 100 m de profundidad) hacia el oeste.

Bajo esta capa superficial, se observa un fuerte gradiente de temperatura hasta ~150 m de profundidad, asociado con la presencia de la termoclina (Figura 4.1.23 a 4.1.38, panel superior izquierdo). Finalmente, bajo la termoclina, se presenta un descenso más leve de la temperatura, con valores cercanos a 4°C, concordante con la presencia de la masa de agua Profunda del

Pacífico. En las cimas del monte JF5, que se encuentran aproximadamente a 350 y 550 m de profundidad, las temperaturas fueron cercanas a 8,5°C y 6°C, respectivamente. En la zona más profunda se presentó la mínima temperatura (2,3°C) a ~1750 m de profundidad.

Distribución latitudinal de temperatura en el monte JF5

La distribución latitudinal de la temperatura, presenta valores que fluctúan entre 2,3°C y 14,7°C, con un descenso de la temperatura con el aumento de la profundidad (Figura 4.1.33 a 4.1.38, panel superior izquierdo). Similar a lo observado en las secciones longitudinales, la capa superior posee valores cercanos a 14°C, con una variación longitudinal en profundidad, donde se profundiza a medida que decrece la longitud, llegando a encontrarse a ~100 m de profundidad. Bajo esta capa superior y hasta ~150 m de profundidad se puede observar la presencia de la termoclina, a partir de la cual se presenta un descenso gradual de la temperatura hasta la máxima profundidad registrada.

Distribución longitudinal de temperatura en JF5

La distribución longitudinal de la temperatura, presenta valores que fluctúan entre 2,3°C y 14,7°C, con valores máximos asociados a la capa superficial y un posterior descenso con el aumento de la profundidad (Figura 4.1.23 a 4.1.32, panel superior izquierdo). Se observa una capa superior con valores que fluctúan en torno a ~14°C, la cual inicialmente se encontró sobre 75 m (en la transecta ubicada hacia el extremo este de la sección). A medida que se avanza hacia el oeste, esta isoterma, se profundiza, llegando a ubicarse bajo ~100 m al oeste de la sección. En el extremo noreste, en la zona superficial, se presentaron los mayores valores de temperatura.

Luego, bajo esta capa se presentó una segunda capa donde se observa un descenso gradual de la temperatura, asociado a la termoclina hasta ~150 m de profundidad (Figura 4.1.23 a 4.1.32, panel superior izquierdo). Finalmente, bajo la termoclina se presenta un descenso más uniforme de la temperatura hasta alcanzar un mínimo de 2,3°C, cerca de ~1750 m de profundidad.

Distribución espacial del campo de temperatura en JF5

La distribución espacial de temperatura del monte JF5 presentó valores que fluctuaron entre 8,4°C y 14,8°C (Figura 4.1.44), con un descenso de los valores de temperatura con el aumento de la profundidad, principalmente bajo la capa de mezcla (~120 m) (Figura 4.1.48).

A 5 m de profundidad (Figura 4.1.44) se observó el mayor valor de temperatura (~14,8°C), en forma de una lengua de agua que ingresa al sistema por el noreste, además de un segundo máximo hacia el noroeste de la sección, y un leve descenso de la temperatura hacia el sur, principalmente en el extremo suroeste, que llegó a ~14°C. A 25 m de profundidad el máximo observado (~14,5°C), se presentó al noreste de la sección, en similar ubicación que el máximo superficial pero con un leve descenso de la temperatura.

Se observa un descenso zonal de la temperatura con un marcado gradiente, superior a 0,5°C, y además de un descenso meridional leve de la temperatura a medida que se avanza hacia el sur de la sección (Figura 4.1.44). A 75 m de profundidad la distribución de temperatura se presenta con menor variación espacial, con un valor máximo de ~14,1°C al noreste y un leve descenso hacia el noroeste, donde se observa un valor mínimo de 13,8°C, además de un núcleo de mayor temperatura, con valores levemente superiores a 14°C.

A partir de 150 m de profundidad (Figura 4.1.44), bajo la capa de mezcla (Figura 4.1.48), la variación de temperatura espacial es mayor en profundidad, con gradientes espaciales de hasta 1°C. A 150 m de profundidad las menores temperatura se encuentran en la zona norte, como una lengua de agua fría que llega cerca del centro de la sección y otra en el extremo sureste, donde las temperaturas no superan ~11°C. Hacia el este comienza un marcado aumento de la temperatura, encontrándose el máximo (~12°C) en el extremo suroeste.

A 200 m de profundidad (Figura 4.1.44), en el extremo noreste, se presentan los menores valores de temperatura, con un ascenso, tanto zonal, como meridional, llegando a un máximo relativo al sur de la sección (~10,8°C), coherente con la presencia de la masa de agua ecuatorial subsuperficial (AESS). A 300 m de profundidad, se continúa observando la presencia de AESS,

sin embargo, en este caso los valores de temperatura no superan los 10°C, con un máximo de 9,4°C en el extremo sureste de la sección y un descenso meridional, hasta ~8,4°C en el noreste. Sin embargo, hacia el noroeste se observa un segundo máximo, pero con valores inferiores al máximo principal observado a esta profundidad (~9,1°C).

4.1.2.2. Distribución de salinidad en JF5

La distribución de salinidad de la sección correspondiente al monte JF5, presentó una estructura vertical de cuatro capas y valores que fluctúan entre 34 y 34,7 (Figura 4.1.23 a 4.1.38, panel superior derecho). En la capa superficial hasta ~130 m de profundidad, las concentraciones de salinidad disminuyen gradualmente con el aumento de la salinidad. En esta capa la salinidad alcanza un máximo de 34,2 hacia el noreste de la sección correspondiente al monte JF5, sin embargo, hacia el oeste de la sección esta capa presenta homogeneidad de las concentraciones de salinidad, con valores próximos a 34,1. Luego, se presenta un descenso de los valores de salinidad hasta la profundidad máxima de esta capa, donde se presenta un núcleo de mínima salinidad (34) que abarca toda la sección correspondiente al monte JF5.

Bajo la capa superficial, la concentración de salinidad comienza a aumentar, hasta ~300 m de profundidad, donde se observa un primer valor máximo de 34,5, que puede ser asociado a la advección horizontal de agua con mayor salinidad de este a oeste (Figura 4.1.23 a 4.1.38, panel superior derecho). Esta capa de agua de mayor salinidad coincide con la cima del monte JF5, donde se alcanzan valores de 34,4. Esta capa con mayores concentraciones de salinidad que la zona adyacente se presenta entre 200 m y 500 m de profundidad y se asocia con la presencia de la masa de agua ecuatorial subsuperficial. Luego, comienza un descenso de los valores de salinidad hasta ~600 m, donde, la zona central de la sección (entre ambos montes) presenta un segundo núcleo subsuperficial de bajos valores de salinidad, cercanos a 34,25, dando paso a la segunda capa de baja salinidad, con valores que fluctúan entre 34,25 y 24,3, entre ~500 m y ~800 m de profundidad. Finalmente, bajo esta segunda capa de baja salinidad, los valores de concentración de salinidad comienzan a aumentar en forma uniforme con el aumento de la profundidad, hasta alcanzar el valor máximo de salinidad (34,7) a ~1750 m.

Distribución latitudinal de salinidad en JF5

La distribución latitudinal de la salinidad (Figura 4.1.33 a 4.1.38, panel superior derecho) presenta valores que fluctúan entre 34 y 34,7, con una capa superficial relativamente homogénea, que alcanza ~75 m de profundidad, con valores sobre 34,9. En la zona asociada a las menores longitudes, hacia el este, se observa una capa superficial con valores de salinidad de 34,2 y un posterior descenso tanto en profundidad como en la horizontal, con valores que fluctúan entre 34,2 y 34,1, sugiriendo la presencia de un frente salino. Bajo esta profundidad comienza un descenso de la salinidad en forma más homogénea, con la presencia de una parcela de agua que ingresan de este a oeste entre ~100 m y ~150 m de profundidad, la cual asciende levemente en el sector oeste. Una capa de agua de baja salinidad se observa hasta ~200 m de profundidad, con valores que no superan los 34,15. Entre 200 m y 500 m se observa una capa de agua de mayor salinidad, con valores que fluctúan entre 34,2 y 34,5, la cual está marcada fuertemente en la transecta correspondiente a la mayor latitud. Esta capa se hace importante al considerar que coincide con la cima del monte JF5. Bajo esta capa comienza un ascenso más uniforme de los valores de salinidad, llegando al máximo de 34,7 en la zona más profunda. En las cimas del monte, este y oeste, la salinidad fue de ~34,4 y ~34,27 respectivamente. Sin embargo, próximo a 33.82°S con 79.70°W, a ~600 m de profundidad, se observa un núcleo de baja salinidad, con valores ~34,2.

Distribución longitudinal de salinidad en JF5

La distribución longitudinal de salinidad (Figura 4.1.23 a 4.1.32, panel superior derecho), en la sección occidental (80.02°W) muestra una capa superficial homogénea con salinidades que no superan los 34,1 hasta ~100 m de profundidad, luego a medida que aumenta la longitud (hacia el este) se comienza a observar un aumento en los valores de salinidad. Similar a la distribución latitudinal, se observa una capa de menor salinidad entre ~100 m y ~150 m de profundidad. Bajo esta capa, entre 200 m y 500 m se observa una masa de agua con mayor salinidad que ingresa de este a oeste, con un valor máximo superior a 34,5 a ~300 m de profundidad. Como se mencionó en la distribución latitudinal, esta masa de agua de mayor salinidad intercepta la cima más alta del

monte JF5. Finalmente, bajo esta capa (~500 m) los valores de salinidad comienzan a aumentar hasta alcanzar un valor máximo de 34,7 en las mediciones más profundas.

Distribución espacial del campo de salinidad en JF5

La distribución espacial de salinidad del monte JF5 (Figura 4.1.45), hasta ~300 m de profundidad presentó valores que fluctuaron entre 34 y 34,46 con un aumento de la salinidad, siendo más notorio bajo la capa de mezcla (Figura 4.1.48).

A 5 m de profundidad (Figura 4.1.45), se observa el ingreso de una capa de agua de mayor salinidad, con valores de ~34,2, la cual desciende zonal y meridionalmente, sin embargo el mayor gradiente se observa zonalmente, encontrándose el mínimo al oeste de la zona norte de la sección (~3,1), marcando la presencia de un frente salino en la parte norte de la sección. A 25 m de profundidad se observa una estructura similar a la observada a 5 m, pero con valores de salinidad levemente menores, donde, la menor salinidad detectada no sólo se encuentra confinada a la parte noroeste de la sección, sino que se desplaza meridionalmente. A 75 m de profundidad se observa un pequeño gradiente de salinidad, con un máximo en el extremo noreste de la sección y un segundo máximo de menor salinidad, exhibido como un núcleo con valores superiores a 34,11, en la zona central, hacia el lado oeste de la sección.

A 150 m de profundidad (Figura 4.1.45), bajo la capa de mezcla (Figura 4.1.48) se observa una marcada variación zonal de la salinidad, con mayores valores hacia el este (~34,08) y un descenso hacia el oeste, llegando a valores inferiores a ~34,04. En esta profundidad, además se observa un pequeño núcleo de mayor salinidad al sur de la sección, presentando un pequeño gradiente de aproximadamente 0,02/m. A los 200 m de profundidad se observa la intrusión de una masa de agua con alto contenido de salinidad, con valores de hasta ~34,3, lo cual se manifiesta como un gradiente meridional de la salinidad, que se vincula a la presencia de AESS. Los valores mínimos detectados se encuentran en la parte oeste de la sección, con valores que no superan los 34,2. A 300 m de profundidad, la presencia de AESS se hace más evidente, pues se presentan las concentraciones de salinidad típicas de esta masa de agua (además de los valores de temperatura y oxígeno disuelto característico). Se observa la presencia de una masa de agua con

concentraciones similares a las observadas a 200 m de profundidad, solo que a esta profundidad ésta se desplaza más hacia el norte, mientras que a mayor profundidad se desplaza de sur a norte, abarcando cada vez más la zona asociada a la cima del monte JF5. Además, de este máximo se encuentra otro máximo relativo en el extremo noroeste de la zona, con valores que superan los 34,46. En la parte central de la zona este de la transecta se puede observar un marcado gradiente de salinidad ($\sim 0,1/m$).

4.1.2.3. Distribución de densidad en JF5

La distribución de la densidad de la sección correspondiente al monte Juan Fernández 5 (JF5) (Figura 4.1.23 a 4.1.38, panel inferior izquierdo), presentó valores entre $25,2 \text{ Kg m}^{-3}$ y $27,8 \text{ Kg m}^{-3}$, los cuales incrementan a medida que aumenta la profundidad. Se observa una capa superficial de ~ 30 m de profundidad asociada a la capa de mezcla, con valores de densidad de $\sim 25,5 \text{ Kg m}^{-3}$. Hacia el oeste de la sección la isopicna de $25,5 \text{ Kg m}^{-3}$ es más somera alcanzando ~ 25 m de profundidad, mientras que hacia el este se profundiza hasta ~ 75 m de profundidad. Bajo esta capa, los valores de densidad comienzan a aumentar homogéneamente con el aumento de la profundidad, hasta ~ 1000 m, profundidad a partir de la cual la densidad es más homogénea, dando cuenta de la presencia de la masa de agua Profunda del Pacífico. Bajo ~ 1600 m de profundidad se presenta un nuevo incremento en los valores de densidad, donde estos llegan a $27,8 \text{ Kg m}^{-3}$.

Distribución latitudinal de densidad en JF5

La distribución latitudinal de densidad presentó valores que fluctúan entre $25,2 \text{ Kg m}^{-3}$ y $27,8 \text{ Kg m}^{-3}$, con un incremento paulatino de los valores de densidad con el aumento de la profundidad (Figura 4.1.33 a 4.1.38, panel inferior izquierdo). Se presenta una capa superficial con valores de densidad de $\sim 25,5 \text{ Kg m}^{-3}$. La isopicna de $25,5 \text{ Kg m}^{-3}$ disminuye su profundidad en las transectas ubicadas al oeste de la zona, hasta ~ 25 m, y hacia el este se profundiza hasta ~ 75 m de profundidad. Bajo esta capa la densidad comienza a aumentar significativamente, definiendo la pycnoclina.

Distribución longitudinal de densidad en el monte JF5

La distribución longitudinal de la densidad presentó valores entre $25,2 \text{ Kg m}^{-3}$ y $26,4 \text{ Kg m}^{-3}$, observándose un aumento progresivo con el aumento de la profundidad (Figura 4.1.23 a 4.1.32, panel inferior izquierdo). Se observa una capa superficial de ~100 m de profundidad, donde los valores fluctúan alrededor de $25,6 \text{ Kg m}^{-3}$. Bajo esta capa se observó un aumento constante de la densidad con la profundidad, donde los valores aumentaron en forma más homogénea. Entre 1000 m y 1600 m de profundidad la densidad tiende a ser más homogénea alcanzando valores cercanos a $27,5 \text{ Kg m}^{-3}$.

4.1.2.4. Distribución de oxígeno disuelto en JF5

La distribución de oxígeno disuelto de la sección correspondiente al monte JF5 (Figura 4.1.23 a 4.1.38, panel inferior derecho), presentó valores que fluctuaron entre $0,1 \text{ mL L}^{-1}$ y $5,7 \text{ mL L}^{-1}$, con una estructura vertical de 4 capas, similar a lo observado en la distribución de salinidad. Se observa una capa superior de ~130 m, bien oxigenada, asociada a la capa de mezcla, con valores superiores a 5 mL L^{-1} y un leve descenso de la concentración de oxígeno disuelto a medida que aumenta la profundidad. Bajo esta capa, los valores de oxígeno disuelto disminuyen de forma más pronunciada hasta llegar a la zona de mínimo oxígeno (ZMO), con valores inferiores a $0,5 \text{ mL L}^{-1}$. En esta región la ZMO abarca desde ~200 m hasta ~400 m de profundidad, siendo asociada con la presencia de la masa de agua ecuatorial subsuperficial (AESS), que además posee altos valores de salinidad.

Bajo la capa de mínimo oxígeno, hasta ~800 m de profundidad, se presenta una segunda capa con altas concentraciones de oxígeno disuelto, con valores máximos de $4,5 \text{ mL L}^{-1}$, principalmente en la zona ubicada entre ambas cimas del monte JF5 (Figura 4.1.23 a 4.1.38, panel inferior derecho). Bajo esta capa más oxigenada, las concentraciones de oxígeno disuelto comienzan a disminuir levemente con el aumento de la profundidad, alcanzando valores de $2,3 \text{ mL L}^{-1}$.

Distribución latitudinal de oxígeno disuelto en JF5

La distribución latitudinal de oxígeno disuelto (Figura 4.1.33 a 4.1.38, panel inferior derecho), presenta valores que fluctúan entre 0,1 y 5,7 mL L⁻¹. La capa superficial, hasta ~100 m de profundidad, se presenta bien oxigenada con valores que superan los 5 mL L⁻¹, luego se observa un descenso gradual hasta ~200 m, donde los valores de oxígeno disuelto disminuyen, indicando la presencia de la zona de mínimo oxígeno (ZMO), con los menores valores registrados, hasta cerca de 400 m de profundidad. Esta capa coincide con la cima mayor del monte JF5, donde los concentraciones de oxígeno disuelto no superan los 2 mL L⁻¹.

Bajo la capa asociada a la ZMO se observa un leve aumento en las concentraciones de oxígeno disuelto (Figura 4.1.33 a 4.1.38, panel inferior derecho), presentándose un segundo máximo bajo ~500 m de profundidad, con valores cercanos a ~5 mL L⁻¹, principalmente en la transecta ubicada al sur del monte JF5 (Figura 4.1.37, panel inferior derecho). Luego, bajo ~700 m de profundidad, las concentraciones de oxígeno disuelto comienzan a disminuir de forma más leve con el aumento de la profundidad, hasta bajo ~1000 m, profundidad a partir de la cual las concentraciones de oxígeno disuelto es más homogénea alcanzando valores de ~2,3 mL L⁻¹.

Distribución longitudinal de oxígeno disuelto en JF5

La distribución longitudinal de oxígeno disuelto (Figura 4.1.23 a 4.1.32, panel inferior derecho), presenta una capa superficial bien oxigenada de ~100 m de profundidad, con valores sobre ~5 mL L⁻¹. Luego se observa la presencia de la ZMO, con las menores concentraciones de oxígeno disuelto en la transecta este y un leve aumento hacia el oeste. Bajo ~500 m, se observa un segundo máximo, especialmente intenso hacia el sur de la zona, con valores cercanos a ~5 mL L⁻¹. Finalmente bajo 700 m se observa un descenso de las concentraciones de oxígeno disuelto y una estabilización bajo 1000 m de profundidad.

Distribución espacial del campo de oxígeno disuelto en JF5

La distribución espacial de oxígeno disuelto para el monte JF5 (Figura 4.1.46), presenta en superficie (5 m) un máximo de 5,5 mL L⁻¹, centrado a 79,80°W, al norte de 33,70°S, y en la zona

sureste, al sur de 33,80°S. A 25 m, se observa una distribución similar a la descrita anteriormente, con diferencia en los niveles máximos, que en este caso alcanzan 5,475 mL L⁻¹. Luego, a 75 m, se produce una leve disminución en la concentración de oxígeno disuelto, llegando en este caso a ~5,375 mL L⁻¹, y presentando un mínimo de 5,3 mL L⁻¹ ubicado en el sector noroeste.

A 150 m de profundidad (Figura 4.1.46), en la oxiclina (Figura 4.1.48), se produce nuevamente un descenso en la concentración de oxígeno disuelto, observándose un máximo de 4,5 mL L⁻¹, con un gradiente meridional llegando a un mínimo de ~3,5 mL L⁻¹ en la zona sureste. A 200 m, las menores concentraciones de oxígeno disuelto, se presentan centradas en 79,70°W, al sur de 33,47°S (~2 mL L⁻¹), mientras que los máximos se encuentran en los límites este y oeste, y al norte de 33,47°S, llegando a ~3,2 mL L⁻¹.

A 300 m de profundidad (Figura 4.1.46), nos encontramos con la zona de mínimo oxígeno (ZMO) (Figura 4.1.48), con valores de concentración de oxígeno disuelto de entre 1 mL L⁻¹ y 2,3 mL L⁻¹. Para esta profundidad, se observa la máxima concentración en la zona noreste, con un leve gradiente de concentraciones tanto zonal como meridional. Además se observa un núcleo centrado a 33,78°S, entre 80,00°W y 79,90°W, el cual presenta un segundo máximo relativo de concentración de oxígeno disuelto, que llegan a valores > 1,9 mL L⁻¹.

Análisis químico del oxígeno disuelto

La profundidad de la capa de mezcla sobre el monte JF5 tuvo un alto rango de variación fluctuando entre 37 m y 122 m de espesor con aguas características de ASAA (Figura 4.1.43). La concentración de oxígeno disuelto en la capa superficial fluctuó entre 5,4 mL L⁻¹ y 6,6 mL L⁻¹ (Tabla 4.1.3) y saturaciones entre 91% y 113 % (Figura 4.1.40a, 4.1.40b y 4.1.40c). Las subsaturaciones de oxígeno se observaron en el fondo de la capa de mezcla (93 m – 122 m), en las estaciones de más al sur (Figura 4.1.40c). En la estación sobre la cima más occidental del JF5, en la capa superficial, desde 75 m a 14 m de profundidad, se observó un ascenso de la isohalina de 34,1 e isopicna de 25,5 Kg m⁻³ (Figura 4.1.39a y 4.1.39b).

El límite superior de la oxiclina se localizó entre 55 m y 151 m de profundidad (Tabla 4.1.4), con un espesor entre 78 m y 196 m. Sin embargo, a diferencia de lo observado en el monte O'Higgins, no se observó un patrón característico en la distribución del grosor de la oxiclina. Por otra parte, el gradiente de disminución de oxígeno disuelto en la oxiclina fluctuó entre 0,019 ml O₂ l⁻¹ m⁻¹ y 0,049 ml O₂ l⁻¹ m⁻¹, siendo cerca de la mitad del observado en el monte O'Higgins. Sin embargo, al igual que lo observado en el monte O'Higgins, los menores gradientes de oxígeno disuelto en la oxiclina se presentaron en las estaciones de ambas cimas del monte JF5 (i.e., oxiclina menos pronunciadas; Figura 4.1.40b). Un aspecto importante de las oxiclina que se desarrollaron sobre el monte JF5, fue que éstas estuvieron mucho más erosionadas que las observadas en el monte O'Higgins evidenciando la presencia de procesos de mezcla que están ventilando esta capa (Figura 4.1.39).

En general en la zona de estudio alrededor del monte JF5 no se presentó una ZMO muy intensa (Figura 4.1.41c, 4.1.41d y 4.1.41e), a excepción de algunas de las estaciones surorientales, donde se observó una ZMO cuyo espesor fluctuó entre 44 m (JF5-3) y 132 m (JF5-4). El límite superior de la ZMO fluctuó entre 221 m y 269 m de profundidad, mientras que la parte inferior se localizó entre 283 m y 353 m (Tabla 4.1.3), asociada a las AESS (salinidad 34,5; Figura 4.1.39a). Las menores concentraciones de oxígeno disuelto que se presentaron en cada estación del área de estudio fueron comparativamente altas (entre 0,5 mL L⁻¹ y 2,1 mL L⁻¹; 22% – 33% de saturación; Figura 4.1.40f y Tabla 4.1.4) respecto de las registradas en el monte O'Higgins. Estas mínimas concentraciones de oxígeno disuelto aumentaron de este a oeste siendo mayores sobre ambas cimas del monte JF5. En la estación ubicada sobre la cima más alta del JF5 (JF5-20) se observó una elevación de la isohalina de 34,4, isopicna de 26,5 Kg m⁻³ - 26,7 Kg m⁻³ y una profundización de la isolínea de 2 mL L⁻¹ y 3 mL L⁻¹ de oxígeno disuelto, lo que se tradujo en aguas menos salinas y más oxigenadas sobre la cima occidental del monte JF5. Lo mismo se presentó en la estación localizada sobre la cima oriental del monte JF5 (JF-8) (Figura 4.1.39).

Bajo las aguas de AESS, asociado a las AIA, se presentaron concentraciones de oxígeno disuelto que fluctuaron entre 3,7 mL L⁻¹ y 5,3 mL L⁻¹ (52% – 78% de saturación; Figura 4.1.39c), formando la capa más oxigenada de toda la columna de agua, bajo la capa de mezcla. Las

mayores concentraciones de oxígeno disuelto se localizaron entre ~500 m y 700 m de profundidad, bajo la cual disminuyeron paulatinamente hasta alcanzar valores relativamente constantes.

Bajo 900 m de profundidad, asociado al APP, se presentó una disminución de las concentraciones de oxígeno disuelto, que fluctuaron entre 2,2 y 4,2 mL L⁻¹ (30 – 58% de saturación; Figura 4.1.40c).

4.1.2.5. Distribución de nutrientes en JF5

El área de estudio sobre el monte JF5 presentó una capa superficial con bajo contenido de nutrientes. La distribución vertical de nitrato, fosfato y silicato en la capa superficial fue relativamente homogénea (Figura 4.1.42), con concentraciones promedio de 5,9±2,25 μM, 0,72±0,14 μM y 1,38±1,87 μM, respectivamente (Tabla 4.1.13).

La concentración superficial de nitrito fue en promedio 0,08 μM, siendo menores a las observadas en el monte O'Higgins. Además, el máximo primario de nitrito (hasta 0,60 μM) en general se localizó bajo ~75 m de profundidad. En las estaciones ubicadas sobre ambas cimas, se observaron las menores concentraciones de dicho máximo primario (0,33 μM en JF-8 y 0,12 μM en JF-20) respecto de las otras estaciones (Figura 4.1.42b).

La distribución de amonio superficial presentó concentraciones entre 0,12 μM y 0,57 μM, las que fueron las más altas de toda la columna de agua (Figura 4.1.42c). Las mayores concentraciones de amonio se observaron en la estación sobre la cima oriental del JF5, mientras que la estación sobre la cima occidental no presentó un aumento característico.

La capa superficial del área de muestreo presentó en general aguas con deficiencia de nitrógeno reactivo (Figura 4.1.43b) con razones N:P que fueron menores a las esperada de la relación Redfield (valores menores a 11; promedio 8,3). El N* superficial fluctuó entre -6,2 μM y 0,23 μM con los máximos valores a ~30 m de profundidad formando un máximo de concentraciones cercanas a 0, i.e., sin deficiencia de nitrógeno. Una excepción fue la estación más oriental, donde se presentaron las mayores deficiencias de nitrógeno reactivo (N* más negativos). En las

estaciones sobre las cimas del monte JF5, a diferencia de lo observado para el monte O'Higgins, la distribución de N* superficial en el JF5 no presentó relación estadísticamente significativa con la concentración de fosfato, así como tampoco con las concentraciones de silicato.

Bajo la capa de mezcla, las concentraciones de nitrato, fosfato y silicato aumentaron con la profundidad hasta un máximo localizado entre 300 m y 350 m. Al igual que lo observado en el monte O'Higgins, existió un desfase vertical entre el máximo de nitrato y el máximo de fosfato asociado a la AESS siendo más somero el de nitrato. En las estaciones sobre ambas cimas del monte, se observó un aumento de las concentraciones de nitrato y fosfato, respecto de las estaciones vecinas a igual profundidad (Figura 4.1.42a y 4.1.43a).

Las AESS presentaron las mayores deficiencias de nitrógeno reactivo de toda la columna de agua de la zona del monte JF5, con N* que fluctuó entre -13,6 μM y 0,6 μM (promedio $-5,7 \pm 3,3 \mu\text{M}$) y razones N:P entre 6,3 y 14,1 (promedio $11,5 \pm 1,6$). Los menores N* se observaron en las estaciones más orientales, asociadas a las aguas con menor contenido de oxígeno disuelto (Figura 4.1.43b).

Entre 500 m y 900 m, aguas asociadas al AIAA, las concentraciones de nitrato, fosfato y silicato, aumentaron paulatinamente con la profundidad (Figura 4.1.42a, 4.1.43a y 4.1.43c) con concentraciones promedio de $29,97 \pm 1,93 \mu\text{M}$, $2,13 \pm 0,15 \mu\text{M}$ y $17,17 \pm 5,24 \mu\text{M}$, respectivamente. Los menores déficit de nitrógeno reactivo fueron observados en esta capa con concentraciones de N* que fluctuaron entre -4,35 μM y 1,42 μM . Consecuentemente, las razones N:P en esta capa fueron cercanas a las de Redfield, fluctuando entre 12,8 y 15,3 (promedio $14,1 \pm 0,6$). Los mayores déficit de nitrógeno se observaron en la estación oriental sobre el monte JF5, mientras que hacia el oeste, la capa de agua asociada al AIAA presentó N* cercanos a 0 μM (Figura 4.1.42b).

Finalmente, la capa profunda (> 900 m) se presentó homogénea respecto de la distribución de nitrato (Figura 4.1.42a) y fosfato (Figura 4.1.43a), con concentraciones que fluctuaron entre 29,1 μM y 39,9 μM (promedio $36,32 \pm 2,80 \mu\text{M}$) y entre 2,2 μM y 2,9 μM (promedio $2,7 \pm 0,17 \mu\text{M}$), respectivamente. En cambio, la distribución de silicato en la capa profunda fluctuó entre 38,7 μM

y 120,7 μM (promedio $83,1 \pm 25,8 \mu\text{M}$), presentando una mayor variabilidad vertical, con un aumento de sus concentraciones con el incremento de la profundidad. El déficit de nitrógeno reactivo en esta capa se presentó de forma homogénea, variando entre $-6,7 \mu\text{M}$ y $-1,3 \mu\text{M}$ (promedio $-3,35 \mu\text{M}$) (Figura 4.1.43b).

4.1.2.6. Distribución espacial del campo de fluorescencia del monte JF5

La distribución vertical de la fluorescencia del monte JF5 (Figura 4.1.47), hasta 300 m de profundidad presentó valores que fluctuaron entre $0,02 \text{ mg m}^{-3}$ y $\sim 1,5 \text{ mg m}^{-3}$ (Figura 4.1.48), con un aumento inicial de los valores de fluorescencia, hasta ~ 30 m de profundidad y luego un descenso constante hasta el límite inferior de la capa de mezcla (~ 120 m a 130 m para esta variable), bajo esta profundidad los valores de fluorescencia se mantienen constantes (Figura 4.1.48).

En cuanto a la distribución espacial a 5 m de profundidad (Figura 4.1.47), los mayores valores de fluorescencia se encuentran en la parte centro norte de la sección, sin embargo, también en el norte, pero en el extremo este y oeste se presentan las más bajas concentraciones, llegando a valores que no superan los $0,2 \text{ mg m}^{-3}$. Hacia la parte sur, los valores se tornan relativamente constantes, al rededor de $\sim 0,85 \text{ mg m}^{-3}$, con un leve descenso hacia los extremos este y oeste.

A 25 m de profundidad (Figura 4.1.47), se observó un núcleo de alta fluorescencia en la parte centro-norte de la sección, con valores de $\sim 1,4 \text{ mg m}^{-3}$ y un leve descenso meridional, principalmente hacia el este, donde se observaron valores inferiores a $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ hacia la parte noreste. A 75 m de profundidad se observa una notoria disminución de los valores de fluorescencia, con valores máximos de $\sim 0,7 \text{ mg m}^{-3}$ a lo largo de la parte este de la transecta y un descenso hacia el oeste, principalmente en el norte ($< \sim 0,2 \text{ mg m}^{-3}$). A 150 m de profundidad el gradiente de fluorescencia es muy reducido ($\sim 0,05 \text{ mg m}^{-3}$), con pequeñas variaciones meridionales (Figura 4.1.47). A 200 m la variación espacial es muy cercana a cero, con variaciones que no superan los $0,05 \text{ mg m}^{-3}$ en el caso más extremo, sin embargo a 300 m esta es prácticamente nula (Figura 4.1.48).

4.1.3. Análisis hidrográfico y químico Monte Juan Fernández 6 (JF6)

Las Figuras 4.1.49 a 4.1.60, muestran la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto para 3 transectas meridionales, M1 (este), M2 (intermedia) y M3 (oeste), centradas en 80,20°W, 80,27°W, y 80,33°W respectivamente, y 3 transectas zonales, Z1 (norte), Z2 (centro) y Z3 (sur), centradas en 34,02°S, 34,08°S y 34,15°S respectivamente.

Las estaciones correspondiente a la transecta meridional M1 son M6_01, M6_02 y M6_03, a la transecta M2 corresponden M6_06, M6_07 y M6_08, y a la transecta M3 corresponden las estaciones M6_11, M6_12 y M6_13. Por su lado las estaciones correspondiente a las transectas zonales Z1 son M6_01, M6_06 y M6_11, a la transecta Z2 corresponden M6_02, M6_07 y M6_12, y a la transecta Z3 corresponden las estaciones M6_03, M6_08 y M6_13.

4.1.3.1. Distribución de temperatura en JF6

Los perfiles de temperatura presentan una distribución típica de la temperatura en el océano, con la presencia de los máximos valores en superficie y con una disminución de la temperatura en profundidad (Figura 4.1.49 a 4.1.60, panel superior izquierdo). Se presenta una capa de mezcla superficial que posee una disminución longitudinal de temperatura, variando desde 14,5°C a mayores longitudes hasta 14°C en longitudes menores, mientras que latitudinalmente la temperatura disminuye hacia el sur.

Bajo la capa de mezcla se observa la termoclina, a partir de donde se presenta una marcada estratificación con una disminución constante de la temperatura, la cual se mantiene hasta 1750 m de profundidad (Figura 4.1.49 a 4.1.60, panel superior izquierdo). Las mayores temperaturas se encuentran dentro de la capa de mezcla, alcanzando 14,7°C, mientras que las menores temperaturas se observan bajo 1200 m, con valores de ~3°C.

No se observa un cambio significativo dentro de la estratificación ni en los valores de temperatura producido por la presencia del monte JF6, presentando en ambos costados una misma distribución, tanto superficialmente como en profundidad.

Distribución latitudinal de temperatura en JF6

En la transecta de temperatura asociada al monte JF6 (de ~110 m de profundidad) se observa una disminución longitudinal de la temperatura, dentro de la capa de mezcla, indicando la presencia de una masa de agua más cálida proveniente desde el este (Figura 4.1.49 a 4.1.54, panel superior izquierdo). Dentro de esta capa se observan isotermas verticales marcadas, que varían su influencia en profundidad con la latitud, y presentan fluctuaciones entre 14,0°C y 14,5°C.

Bajo 100 m de profundidad, se presentan isotermas horizontales inclinadas, tanto al norte como al sur del monte submarino JF6, producidas por lenguas de menor temperatura encontradas a 200 m de profundidad. Esta inclinación se encuentra al este de las mediciones realizadas en 34,01°S, y al oeste en 34,17°S (Figura 4.1.49 a 4.1.54, panel superior izquierdo), en donde una lengua de agua relativamente más fría penetra desde el oeste, haciendo que las isotermas superficiales muestren una inclinación y ascenso mayor que en otras latitudes.

Bajo 200 m de profundidad (Figura 4.1.49 a 4.1.54, panel superior izquierdo), se encuentra una marcada estratificación con isotermas horizontales, con una disminución constante de la temperatura con la profundidad, alcanzando una temperatura de ~3°C a 1750 m de profundidad

Distribución longitudinal de temperatura en JF6

Se puede observar que la sección longitudinal, de temperatura para el monte JF6 (Figura 4.1.55 a 4.1.60, panel superior izquierdo) presenta una distribución similar a la latitudinal, teniendo una capa de mezcla superficial donde las temperaturas fluctúan entre 14°C y 14,4°C. Además se puede apreciar la disminución longitudinal de la temperatura encontrada anteriormente, sin embargo en este caso, la capa de mezcla no presenta varias isotermas verticales. Dentro de los primeros 100 m, se observa una fluctuación en la temperatura dada por la presencia de lenguas de menor temperatura a 80,17°W (Figura 4.1.56, panel superior izquierdo) y de mayor temperatura en el resto de las longitudes estudiadas. Entre ~100 m y ~200 m de profundidad, se observan isotermas horizontales inclinadas que se elevan en el sector más al norte, 80,17°W, mientras que a 80,25°W y a 80,33°W la elevación se produce al sur de las mediciones, producto de la entrada

de una lengua de agua más fría a ~200 m de profundidad. Bajo 200 m de profundidad (Figura 4.1.55 a 4.1.60, panel superior izquierdo), se pierde la inclinación de las isothermas y la columna de agua presenta una marcada estratificación con isothermas horizontales, produciéndose un descenso de la temperatura hasta ~3,0°C a 1750 m de profundidad.

Distribución espacial del campo de temperatura en JF6

En la capa superficial (5 m) se observa una temperatura relativamente homogénea, con las mayores temperaturas (14,5°C) en la zona noreste del monte, y las menores (14,3°C) en las latitudes medias al sur del monte, (Figura 4.1.66). A 25 m de profundidad, dentro de la capa de mezcla (Figura 4.1.70), se encuentran temperaturas similares a las superficiales, manteniéndose en la zona noreste una temperatura de ~14,5°C. En esta capa se observó una disminución meridional, alcanzando las menores temperaturas en el sector oeste, con un leve descenso zonal hacia el sur, llegando en el extremo suroeste a ~14,3°C. A 75 m de profundidad se mantienen las mismas condiciones que a 25 m, esto producto de la marcada capa de mezcla, que se presenta hasta ~150 m de profundidad.

A 150 m de profundidad, sobre la base de la termoclina (Figura 4.1.70) se presentan temperaturas de 11,5°C a 12,3°C, con núcleos de temperaturas más bajas en las zonas noreste y suroeste (Figura 4.1.66). Por otro lado, las mayores temperaturas, se presentan en la zona este, al sur de ~34,08°S, donde se observa el ingreso de una lengua de agua más cálida. Además en el sector noroeste, se observa un núcleo de temperatura intermedia (~11,9°C).

En 200 m de profundidad, se encuentra una distribución similar a la encontrada en 150 m (Figura 4.1.66). donde se puede observar que las menores temperaturas, se presentan al noreste y suroeste de la zona de estudio, siendo este último, el lugar con las temperaturas más bajas (~10°C). En el resto de la zona de estudio, se presenta una temperatura relativamente homogénea (~10,3°C).

A 300 m de profundidad se presenta un cambio en la distribución de temperatura (Figura 4.1.66), encontrándose las mayores temperaturas (9,4°C), al sur de ~34,06°S, pero esta vez en la zona suroeste, mientras que en la zona noreste se presenta un máximo secundario de ~9°C. Las

menores temperaturas registradas se presentaron en la zona noroeste ($< 8,7^{\circ}\text{C}$), pudiéndose observar un mínimo secundario en latitudes medias ($\sim 8,7^{\circ}\text{C}$).

4.1.3.2. Distribución de salinidad en JF6

En general los perfiles de salinidad presentan una capa de mezcla superficial con valores de $\sim 34,17$ (Figura 4.1.49 a 4.1.60, panel superior derecho). En profundidad se observa un patrón similar tanto longitudinal como latitudinalmente, con un aumento relativamente constante en salinidad a medida que aumenta la profundidad, alcanzando un máximo de $34,6$ cercano a 1750 m de profundidad. Entre 200 y 300 m de profundidad, la estratificación, presenta un quiebre en su estructura vertical, producido por un aumento en salinidad ($34,45$) asociado al ingreso de una masa de agua más salina, que corresponde al Agua Ecuatorial Subsuperficial. No se logra apreciar un cambio significativo en la estratificación o en la salinidad que pueda evidenciar el efecto producido por este monte. En ambos costados del monte JF6 se presenta una distribución similar en profundidad.

Distribución latitudinal de salinidad en JF6

La sección latitudinal de salinidad (Figura 4.1.49 a 4.1.54, panel superior derecho), presenta una capa de mezcla de 100 m de profundidad con una salinidad de $\sim 34,19$ en gran parte de ella. Esta distribución de salinidad se ve interrumpida por una lengua de agua superficial menos salina ubicada en $80,33^{\circ}\text{W}$, tanto en $34,09^{\circ}\text{S}$ como en $34,17^{\circ}\text{S}$. Además en $34,01^{\circ}\text{S}$, se observa en la misma longitud anterior, una elevación de las isohalinas. Bajo ~ 100 m de profundidad se producen isohalinas horizontales con una disminución constante de salinidad a medida que aumenta la profundidad hasta llegar a ~ 200 m, en donde se presenta una salinidad de $34,05$. Por otro lado a $34,17^{\circ}\text{S}$, entre ~ 120 m y ~ 140 m de profundidad, se encuentra un núcleo menos salino ($34,03$), proveniente desde el oeste, que produce una leve elevación de las isohalinas más someras.

Entre 200 m y 500 m de profundidad, se produce un aumento en la salinidad producto del ingreso de una masa de agua más salina proveniente desde el este a $34,01^{\circ}\text{S}$ (Figura 4.1.49, panel

superior derecho) y desde el oeste en el resto de las latitudes de la zona de estudio. Esta masa de agua presenta su núcleo relativamente más salino entre 250 m y 350 m de profundidad, con valores de 34,45. Éste núcleo tiene una mayor presencia en las latitudes mayores de muestreo. Por otro lado en 34,01°S, a ~600 m de profundidad, se encuentra un núcleo de baja salinidad proveniente desde el este, con valores de 34,2. En el resto de la columna de agua (Figura 4.1.49 a 4.1.54, panel superior derecho), bajo 500 m, se observa un aumento constante de salinidad con la profundidad, partiendo de 34,35 a 500 m y llegando a 34,6 a 1750 m de profundidad.

Distribución longitudinal de salinidad en JF6

En las secciones longitudinales de salinidad (Figura 4.1.55 a 4.1.60, panel superior derecho), se puede observar la capa de mezcla, con una salinidad constante de 34,17 hasta 100 m de profundidad, en donde las isohalinas se presentan en forma horizontal y comienza una disminución de la salinidad en profundidad, al igual que en las secciones latitudinales. Esta estructura se ve interrumpida a 80,33°W (Figura 4.1.60, panel superior derecho), en donde los primeros 60 m de profundidad presenta la entrada de una lengua de agua menos salina (34,14), proveniente desde el sur, mientras que desde el norte se observa la entrada de una lengua de agua menos salina que hace que se presenten isohalinas verticales entre ~65 m y ~120 m de profundidad a 34,05°S.

Entre 100 m y 200 m de profundidad las isohalinas presentan una inclinación que las hace más someras hacia el norte a 80,17°W (Figura 4.1.55 y 4.1.56, panel superior derecho), mientras que esta inclinación se presenta al sur en el resto de las longitudes (Figura 4.1.57 a 4.1.60, panel superior derecho). Esta elevación de las isohalinas es producida por el ingreso de una masa de agua más salina entre 200 y 500 m de profundidad, la cual presenta su núcleo más salino al norte, en 80,17°W, con un valor de 34,45. Sobre el monte submarino encontramos un doble núcleo de baja salinidad, siendo más grande y de mayor salinidad alcanzando valores de 34,45, el proveniente desde el sur. Por otra parte en 80,33°W, nuevamente se presenta sólo un núcleo salino, el cual, proviene desde el sur, que alcanza una salinidad mayor de 34,55 a ~295 m de profundidad.

Entre 500 m y 800 m de profundidad se produce una disminución de la salinidad, con un núcleo de 34,2, a 600 m de profundidad (Figura 4.1.55 a 4.1.60, panel superior derecho). Bajo 800 m se produce un aumento constante de la salinidad a medida que aumenta la profundidad, el cual alcanza ~34,6 a 1750 m.

Distribución espacial del campo de salinidad en JF6

El campo espacial de salinidad para el monte JF6 presentó una distribución similar para 5 m y 25 m de profundidad, con los valores entre ~34,16 y ~34,18 (Figura 4.1.67). Las menores salinidades, se observan en el sector oeste, desde 34,06°S al sur, mientras que los mayores valores, levemente mayores a 34,18 se encuentran al sur del monte, centrado en 80,25°W. A 75 m de profundidad, se observan valores de salinidad similares a los encontrados en las capas más superficiales, debido a la influencia de la capa de mezcla (Figura 4.1.70).

A ~150 m (Figura 4.1.67), en la haloclina (Figura 4.1.70), se presentan los menores valores de salinidad encontrados para esta estación, 34,05, presentándose un leve aumento en el sector suroeste, ~34,075, centrado en 34,18°S. A 200 m y 300 m de profundidad, se puede observar la entrada, tanto desde el suroeste como del noreste, de lenguas de agua más salinas, respecto al resto de las secciones. Para 200 m, la mayor salinidad es de 34,2, mientras que a 300 m, supera los 34,47. Además se observa la presencia de un gradiente zonal y meridional, que provoca que tanto al noroeste como al sureste se encuentran las menores salinidades con valores de ~34,15 a 200 m, y ~34,35 a 300 m.

4.1.3.3. Distribución de densidad en JF6

La distribución de la densidad, al igual que las variables anteriores, presenta una capa de mezcla superficial de ~150 m de profundidad, con valores de 25,4 Kg m⁻³ tanto longitudinal como latitudinalmente (Figura 4.1.49 a 4.1.60, panel inferior izquierdo). Se observa un aumento progresivo en la densidad a medida que aumenta la profundidad, con un máximo de 22,76 Kg m⁻³ cercano a 1750 m de profundidad. En ambos costados del monte JF6 (Figura 4.1.49 a 4.1.60, panel inferior izquierdo), se observa una distribución de densidad similar en profundidad, sin un

cambio significativo de la estratificación, ni en los valores de densidad que se puede asociar a la presencia del monte.

Distribución latitudinal de densidad en JF6

Los perfiles latitudinales en general presentan una misma estructura que no varía mayormente, con una capa de mezcla de ~110 m de profundidad, con una densidad de $25,4 \text{ Kg m}^{-3}$ (Figura 4.1.49 a 4.1.54, panel inferior izquierdo). La isopicna de $25,5 \text{ Kg m}^{-3}$ presenta una inclinación al oeste haciéndose más somera en todos los casos. Esta inclinación se mantiene constante hasta 200 m de profundidad tanto a $34,09^{\circ}\text{S}$ como a $34,17^{\circ}\text{S}$ (Figura 4.1.51 y 4.1.53, panel inferior izquierdo), siendo más pronunciada en esta última latitud. Por otro lado, bajo 100 m de profundidad, a $34,01^{\circ}\text{S}$, la inclinación de las isopicnas, se presentó de manera inversa al resto de las latitudes, siendo más someras en el sector este de las mediciones (Figura 4.1.49 y 4.1.50, panel inferior izquierdo). Bajo 200 m, la columna de agua se encuentra estratificada, con un aumento gradual de la densidad a medida que aumenta la profundidad, llegando a $27,6 \text{ Kg m}^{-3}$, a 1750 m de profundidad

Distribución longitudinal de densidad en JF6

Longitudinalmente (Figura 4.1.55 a 4.1.60, panel inferior izquierdo), se observa una distribución de densidad similar a la encontrada latitudinalmente, con una capa de mezcla que fluctúa entre ~80 y ~110 m de profundidad, con una disminución en la profundidad a medida que aumenta la longitud, y una densidad de $\sim 25,4 \text{ Kg m}^{-3}$. También se presenta una elevación de las isopicnas, al norte en $80,17^{\circ}\text{W}$ (Figura 4.1.56, panel inferior izquierdo), y al sur de las mediciones en el resto de las longitudes. Bajo 200 m de profundidad la columna de agua se encuentra estratificada, con isopicnas horizontales paralelas y un aumento de la densidad en forma gradual en la medida que aumenta la profundidad, llegando a $27,6 \text{ Kg m}^{-3}$ a 1750 m.

4.1.3.4. Distribución del oxígeno disuelto en JF6

Los perfiles de oxígeno disuelto presentan una capa superficial bien mezclada donde los mayores valores llegan a $5,6 \text{ mL L}^{-1}$ (Figura 4.1.49 a 4.1.60, panel inferior derecho). En profundidad se

observa un patrón similar tanto longitudinal como latitudinalmente. Entre 200 m y 500 m de profundidad se encuentran las más bajas concentraciones de oxígeno disuelto, llegando en algunos sectores a $1,0 \text{ mL L}^{-1}$. Entre 500 m y 700 m, se produce un aumento constante en los valores de oxígeno disuelto a medida que aumenta la profundidad, para luego disminuir hasta valores que se mantienen relativamente constantes llegando $\sim 3,0 \text{ mL L}^{-1}$ a 1750 m. No se observa un cambio dentro de la estratificación ni en los valores de oxígeno disuelto producido por la presencia del monte JF6, presentando ambos costados una distribución similar en profundidad.

Distribución latitudinal de oxígeno disuelto en JF6

En la sección latitudinal de oxígeno disuelto, dentro de los primeros 150 m de profundidad, la concentración de oxígeno disuelto fluctúa entre $5,3 \text{ mL L}^{-1}$ y $4,5 \text{ mL L}^{-1}$, presentándose los mayores valores en la capa más superficial, con una disminución con el aumento de la profundidad (Figura 4.1.49 a 4.1.54, panel inferior derecho). Por otro lado los mayores valores se presentan en el sector oriente de las mediciones, con una disminución hacia el este. La disminución vertical de la concentración de oxígeno disuelto continua hasta ~ 350 m, en donde se presenta un núcleo de bajo contenido de oxígeno disuelto, asociado a la ZMO, con valores entre $1,0 \text{ mL L}^{-1}$ y $2,1 \text{ mL L}^{-1}$, presente 200 m y 500 m de profundidad. A $34,01^\circ\text{S}$, se observa que el núcleo con menor concentración de oxígeno disuelto ($1,2 \text{ mL L}^{-1}$), se encuentra al este, mientras que en las demás latitudes este núcleo se encuentra al oeste de las mediciones, y presenta valores menores que llegan a $1,0 \text{ mL L}^{-1}$ (Figura 4.1.49, panel inferior derecho).

Bajo 500 m, la concentración de oxígeno disuelto vuelve a aumentar, observándose una lengua de agua más oxigenada proveniente desde el este entre 500 m y 700 m de profundidad, cuyas concentraciones fluctúan entre $4,1 \text{ mL L}^{-1}$ y $4,6 \text{ mL L}^{-1}$ (Figura 4.1.49, 4.1.51 y 4.1.53, panel inferior derecho). A menores latitudes, este núcleo oxigenado tiene mayor presencia, mientras que a latitudes mayores disminuye su concentración de oxígeno disuelto, y se comienza a observar un doble núcleo, uno proveniente desde el oeste y uno desde el este. En profundidad, bajo 700 m, se produce una disminución constante en la concentración de oxígeno disuelto, llegando a $2,4 \text{ mL L}^{-1}$ a 1750 m.

Distribución longitudinal de oxígeno disuelto en JF6

En la sección longitudinal de oxígeno disuelto, se observa una distribución similar a la encontrada en las secciones latitudinales, teniendo dentro de los primeros 150 m una concentración de oxígeno disuelto que fluctúa entre $5,3 \text{ mL L}^{-1}$ y $4,5 \text{ mL L}^{-1}$, donde los mayores valores se presentan en la capa más superficial, y disminuyen con la profundidad (Figura 4.1.55 a 4.1.60, panel inferior derecho). Entre 200 m y 450 m se observa la presencia de AEES con un núcleo de bajo contenido de oxígeno disuelto, con valores de $1,1 \text{ mL L}^{-1}$ a $2,1 \text{ mL L}^{-1}$. En este caso tenemos que a $80,17^\circ\text{W}$ (Figura 4.1.55, panel inferior derecho), el núcleo con menor concentración de oxígeno disuelto ($1,3 \text{ mL L}^{-1}$), proviene desde el norte, mientras que en las demás longitudes este núcleo proviene desde el sur y presenta valores menores, llegando a $1,1 \text{ mL L}^{-1}$. Además este núcleo tiene una mayor presencia hacia el este.

Bajo 450 m de profundidad, se presenta un aumento de la concentración de oxígeno disuelto, producto de una lengua de agua más oxigenada que llega hasta 700 m de profundidad, proveniente desde el norte, cuyos valores fluctúan entre $4,1 \text{ mL L}^{-1}$ y $4,6 \text{ mL L}^{-1}$ (Figura 4.1.55, 4.1.57 y 4.1.59, panel inferior derecho). A menores longitudes, este núcleo oxigenado tiene mayor presencia, mientras que a longitudes mayores, disminuye su concentración de oxígeno disuelto, y se puede observar la influencia de una lengua proveniente desde el sur. En profundidad, bajo 700 m, se observa una disminución constante en la concentración de oxígeno disuelto la cual llega a $2,4 \text{ mL L}^{-1}$ a 1750 m de profundidad.

Distribución espacial del campo de oxígeno disuelto en JF6

Las mayores concentraciones de oxígeno disuelto se observaron en la capa superficial bien mezclada (primeros ~ 150 m, Figura 4.1.68), esto hace que la distribución de oxígeno disuelto a 5 m, 25 m y 75 m, sea similar, presentando un máximo de $5,34 \text{ mL L}^{-1}$. Esta distribución presenta un gradiente meridional, que va disminuyendo hacia el oeste. A 75 m de profundidad, también se presenta un gradiente zonal, con los mayores valores al noroeste.

En la oxiclina (Figura 4.1.70), a 150 m de profundidad, se observa un núcleo de menor concentración ($< 4,4 \text{ mL L}^{-1}$), centrado en $34,04^{\circ}\text{S}$, $80,2^{\circ}\text{W}$ (Figura, 4.1.68). Los máximos a esta profundidad se encuentran en dos sectores, al oeste en latitudes medias ($> 4,55 \text{ mL L}^{-1}$) y al sureste ($\sim 4,525 \text{ mL L}^{-1}$). A 200 m, los máximos se encuentran ubicados en los extremos noroeste y sureste, y llegan en ambos extremos a $3,6 \text{ mL L}^{-1}$. A partir de estos máximos existe un gradiente zonal y meridional, provocando la aparición de dos zonas de baja concentración de oxígeno disuelto, el suroeste, con $2,8 \text{ mL L}^{-1}$, y el noreste, $\sim 3 \text{ mL L}^{-1}$. Para esta región la zona de mínimo oxígeno (ZMO), se ubica a $\sim 300 \text{ m}$ (Figura 4.1.70). A esta profundidad las concentraciones de oxígeno disuelto fluctúan entre $\sim 1 \text{ mL L}^{-1}$ a $2,4 \text{ mL L}^{-1}$, con una distribución similar a la encontrada a 200 m, con los mínimos ubicados en las zonas noreste y suroeste.

Análisis químico del oxígeno disuelto del monte JF6

El monte JF6 presentó una capa de mezcla cuyas profundidades fluctuaron entre 86 y 116 m. Por otra parte, en la estación de referencia, la capa de mezcla presentó una profundidad mayor que la observada sobre el monte (125 m). Esta capa de mezcla es fuertemente afectada por el ASAA, presentándose en general bien oxigenada ($5,61 \text{ mL L}^{-1} - 6,13 \text{ mL L}^{-1}$; Tabla 4.1.5), con saturaciones de oxígeno disuelto de hasta 106% (Figura 4.1.63 a - c). En el borde inferior de la capa de mezcla, se observaron algunas subsaturaciones en las estaciones nor-orientales (JF6-6 y JF6-1) y en la estación de referencia, que fueron mayores a 95% (Figura 4.1.63c).

El borde superior de la oxiclina se localizó entre 95 m y 117 m de profundidad (Tabla 4.1.6), mientras que el límite inferior se localizó entre 231 m y 297 m. En la estación de referencia, el límite superior e inferior de la oxiclina fue 117 m y 244 m, respectivamente. El gradiente de oxígeno disuelto en la oxiclina fluctuó entre $0,021 \text{ mL O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ m}^{-1}$ y $0,032 \text{ mL O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ m}^{-1}$. La estación de referencia, por otra parte, presentó el mayor gradiente de oxígeno disuelto en la oxiclina ($0,0398 \text{ mL L}^{-1}$; Tabla 4.1.6).

Alrededor del Monte JF6, las concentraciones mínimas de oxígeno disuelto de la columna de agua en cada estación fueron comparativamente altas, fluctuando entre $0,75 \text{ mL L}^{-1}$ y $1,91 \text{ mL L}^{-1}$ (Figura 4.1.62b). De estas, solo 2 estaciones presentaron una ZMO bien definida (JF6-1 y JF6-

13) con 12 m y 55 m de espesor, respectivamente (Tabla 4.1.6; Figura 4.1.62c-e). Por otra parte, se observó una mayor oxigenación con la profundidad en la estación ubicada sobre la cima del monte. Si bien en la transecta zonal sobre el monte JF6 (Figura 4.1.61) no se observa la presencia de una ZMO bien definida, se presentaron menores concentraciones de oxígeno disuelto formando un núcleo de concentraciones que llegaron a $1,1 \text{ mL L}^{-1}$ (17% de saturación de oxígeno) hacia el oeste, el cual estuvo asociado a un núcleo de mayores salinidades y densidades asociado a la AESS (Figura 4.1.61b y d). La estación de referencia, presentó una ZMO de 69 m de grosor abarcando entre 243 y 312 m de profundidad (Tabla 4.1.6). En esta ZMO, la menor concentración de oxígeno disuelto fue de $0,66 \text{ mL L}^{-1}$ (10% de saturación) a 267 m de profundidad.

Bajo el AESS, el AIAA presentó mayores concentraciones de oxígeno disuelto que fluctuaron entre $3,5$ y $5,5 \text{ mL L}^{-1}$ (49%–79 % saturación).

Alrededor del monte JF6 las APP en la zona, presentaron menores concentraciones de oxígeno disuelto que las aguas supradyacentes, fluctuando entre $2,5 \text{ mL L}^{-1}$ y $4,1 \text{ mL L}^{-1}$ (34%–57% saturación; Figura 4.1.61c).

4.1.3.5. Distribución de nutrientes en JF6

Las concentraciones de nitrato y fosfato en la capa superficial del monte JF6, fluctuaron entre $2,4 \mu\text{M}$ y $9,2 \mu\text{M}$ y entre $0,34 \mu\text{M}$ y $1,27 \mu\text{M}$, respectivamente (Tabla 4.1.5). La concentración superficial de silicato, por otra parte, fluctuó entre $0 \mu\text{M}$ (no detectada) y $19,34 \mu\text{M}$. En las estaciones suroccidentales del monte JF6 se presentó un máximo de concentración de nitrato, fosfato y silicato (Figura 4.1.60g, j y l), lo cual estuvo asociado a las aguas en donde se presentaron las menores concentraciones de oxígeno disuelto (Figura 4.1.62f).

Las concentraciones de nitrito en la capa superficial, al igual que en el resto de la columna de agua, fueron las más bajas de todos los montes muestreados en el presente estudio ($< 0,32 \mu\text{M}$, promedio $0,07 \pm 0,06 \mu\text{M}$; Figura 4.1.64b). A diferencia de los otros montes muestreados, en el JF6 en general no se observó el desarrollo de un máximo primario de nitrito. Sin embargo, se

observó una disminución relativa de las concentraciones de nitrito en la estación sobre la cima del monte (Figura 4.1.64b). Así mismo, las concentraciones de amonio superficiales fueron las más bajas de todas las estaciones muestreadas, las que fluctuaron entre $0,15 \mu\text{M}$ y $0,35 \mu\text{M}$ (promedio $0,27 \pm 0,05 \mu\text{M}$). Las mayores concentraciones de amonio estuvieron asociadas a las estaciones sobre la cima del monte (Figura 4.1.62i).

Las razones N:P en la capa superficial del monte JF6 mostraron que dichas aguas se encuentran deficientes de nitrógeno reactivo. Las razones N:P en la capa superficial fluctuaron entre 5 y 11 (promedio $8,2 \pm 0,87$) y el rango de N^* entre $-7,8 \mu\text{M}$ y $0,8 \mu\text{M}$ (promedio $2,0 \pm 1,3 \mu\text{M}$).

Bajo la capa de mezcla, se observó una capa de máxima concentración de nitrato (hasta $33,8 \mu\text{M}$), y fosfato (hasta $3,0 \mu\text{M}$) asociado a las AESS. Esta capa disminuyó en grosor e intensidad en la estación ubicada sobre la cima del monte (Figura 4.1.64 y 4.1.65, respectivamente) centrado a 300 m de profundidad. Esta capa, al igual que en el resto de la zona de estudio, presentó deficiencia de nitrógeno reactivo. Sin embargo, esta deficiencia fue comparativamente menor a la observada en los otros montes, con razones N:P que fluctuaron entre 9,3 y 14,2 (promedio $12,0 \pm 1,3$) y el N^* entre $-17 \mu\text{M}$ y $0,6 \mu\text{M}$ (promedio $-6,0 \pm 4,5 \mu\text{M}$; Figura 4.1.65b).

Alrededor del Monte JF6, el AIAA presentó concentraciones de nutrientes que aumentaron con la profundidad. La concentración de nitrato fluctuó entre $20,5 \mu\text{M}$ y $38,8 \mu\text{M}$ (promedio $29,6 \pm 5,0 \mu\text{M}$; Figura 4.1.64a), la concentración de fosfato entre $1,48 \mu\text{M}$ y $2,81 \mu\text{M}$ (promedio $2,15 \pm 0,35 \mu\text{M}$; Figura 4.1.65 a) y la concentración de silicato entre $8,7 \mu\text{M}$ y $87,9 \mu\text{M}$ (promedio $21,1 \pm 19,6 \mu\text{M}$; Figura 4.1.65c). Esta capa intermedia presentó los menores déficit de nitrógeno de toda las estaciones del monte JF6, con razones N:P que fluctuaron entre 13,0 y 14,2 (promedio $13,8 \pm 0,4$) y el N^* entre $-4,2 \mu\text{M}$ y $0 \mu\text{M}$ (promedio $-1,9 \pm 1,1 \mu\text{M}$; Figura 4.1.65b).

La capa profunda presentó una distribución homogénea de nitrato y fosfato con concentraciones que fluctuaron entre $26,0 \mu\text{M}$ y $39,5 \mu\text{M}$ de nitrato (promedio $34,4 \pm 5,0 \mu\text{M}$; Figura 4.1.64a) y entre $1,9 \mu\text{M}$ y $3,0 \mu\text{M}$ de fosfato (promedio $2,5 \pm 0,3 \mu\text{M}$; Figura 4.1.65a). La distribución vertical de silicato, en cambio, mostró un aumento de su concentración con la profundidad desde $37 \mu\text{M}$ a $114 \mu\text{M}$ (Figura 4.1.65c). Junto con esta variación vertical, la distribución de silicato

presenta una mayor concentración en las aguas profundas de la estación ubicada al oeste del monte JF6). Finalmente en las aguas profundas que circundan el monte JF6, la razón N:P fluctuó entre 12,5 y 14,3 (promedio $13,53 \pm 0,5$), mientras que el N^* varió entre $6,5 \mu\text{M}$ y $-1,7 \mu\text{M}$ (promedio $-3,3 \pm 1,4 \mu\text{M}$; Figura 4.1.65b).

4.1.3.6. Distribución espacial del campo de fluorescencia en el monte JF6

El campo superficial (5 m) de fluorescencia presenta un gradiente zonal, que fluctúa entre $0,9 \text{ mg m}^{-3}$ en la zona suroeste, y $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ en la zona norte (Figura 4.1.69). Una distribución similar es encontrada a 25 m, con la diferencia que en este caso el gradiente es tanto meridional como zonal, teniendo 1 mg m^{-3} en la zona suroeste, y $\sim 0,1 \text{ mg m}^{-3}$ en la zona noreste. A 75 m, se presenta poca variación espacial, con valores entre $\sim 0,4 \text{ mg m}^{-3}$ y $\sim 0,5 \text{ mg m}^{-3}$. Luego a 150 m, se presenta una variación similar, entre $\sim 0,04 \text{ mg m}^{-3}$ y $\sim 0,06 \text{ mg m}^{-3}$, la que posee un gradiente meridional, con máximos valores en la zona este, centrada a $80,15^\circ\text{W}$. En cuanto a los campos espaciales a 200 y 300 m de profundidad, se observa una distribución homogénea con valores $\sim 0 \text{ mg m}^{-3}$ (Figura 4.1.70).

4.1.4. Masas de Agua

La identificación de masas de agua se realiza comparando la información de temperatura potencial y salinidad proveniente de estaciones (perfiles) oceanográficos con los diferentes índices termohalinos (T, S) que son típicos para cada masa de agua, los cuales son adquiridos en su lugar de formación. Frente a las costas de Perú y Chile, Silva & Konow (1975) y Silva *et al.* (2009) han identificado 5 masas de agua: Agua Subtropical (AST), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), Agua Intermedia Antártica (AIAA), Agua Profunda del Pacífico (APP) y el Agua Subantártica (ASAA). Las características de estas masas de agua fueron encontradas en las aguas oceánicas asociadas a los montes JF5, JF6 y O'Higgins (Figura 4.1.71 a 4.1.73).

4.1.4.1. Monte Juan Fernández 5 (JF5)

El análisis de la distribución vertical de las características conservativas del agua de mar, y de los diagramas T-S para el monte JF5, muestran que en la zona de estudio se presentan cuatro masas

de agua entre la superficie y 1750 m de profundidad (Figura 4.1.71). De acuerdo a Silva & Konow (1975) y Silva et al. (2009), éstas corresponden al agua Subantártica (ASAA), agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), el agua Intermedia Antártica (AIAA) y el agua Profunda del Pacífico (APP). Dichas aguas modifican su porcentaje de participación dependiendo de su ubicación geográfica producto de procesos advectivos y difusivos a los cuales han sido sometidas.

En la capa superficial con densidad potencial menor a 26 Kg m^{-3} (Figura 4.1.71) y un spiciness mayor a 0,25 (Figura 4.1.77) encontramos la masa de agua Subantártica (ASAA), la que se extendió hasta una profundidad máxima de ~150 m. En esta zona, el ASAA presentó temperaturas entre 11°C y 14°C y salinidades entre 34 y 34,2. Esta masa de agua proviene de la zona, donde las aguas del Giro Anticiclónico del Pacífico Sur alcanzan el continente Sudamericano (42°S - 48°S), y se bifurcan en una porción hacia el norte (corriente de Humboldt) y otra hacia el sur (corriente del cabo de Hornos; Silva & Neshyba 1977). Debido a su origen, el ASAA está sometida a un menor calentamiento solar y a una mayor pluviosidad, lo que hace que ella se caracterice por presentar bajas temperaturas y salinidades.

Inmediatamente bajo el ASAA (~150 m), hasta ~400 m de profundidad, se observó la presencia del AESS con densidades de $\sim 26,25 \text{ Kg m}^{-3}$ (Figura 4.1.71) y spiciness entre 0,25 y 1,5 (Figura 4.1.77). Esta masa de agua se caracteriza por presentar aguas frías (8°C - 11°C) de alta salinidad (34,2 - 34,5), bajo contenido de oxígeno disuelto ($< 0,25 \text{ mL L}^{-1}$) y altas concentraciones de nutrientes, características adquiridas frente a Perú (Wyrski, 1963). Esta masa de agua es transportada hacia el polo, a lo largo de la plataforma y talud continental, por la corriente subsuperficial de Perú-Chile, la cual ha sido observada hasta 48°S (Silva & Neshyba, 1979). En el límite superior las AESS interactúan con aguas más oxigenadas asociadas al Agua Subantártica (ASAA, Silva et al., 2009) y en su límite inferior con las aguas asociadas al Agua Intermedia Antártica (AIAA; Schneider et al. 2003).

Bajo el AESS se observa la presencia del AIAA, la cual se extiende hasta ~1100 m de profundidad, con densidades que fluctuaron entre $26,5 \text{ Kg m}^{-3}$ y $27,3 \text{ Kg m}^{-3}$ (Figura 4.1.71) y

spiciness entre -0,6 y 0 (Figura 4.1.77). Esta masa de agua presentó salinidades que fluctuaron entre 34,2 a 34,4, temperatura de 3,5°C a 5,5°C, y un contenido de oxígeno disuelto de 3 mL L⁻¹ a 4 mL L⁻¹. El AIAA se origina en la zona del Frente Polar, desde donde se desplaza hacia el norte con su núcleo centrado alrededor de 600 m de profundidad. Frente a Chile, esta masa de agua se caracteriza por bajas temperaturas y un mínimo de salinidad (Reid, 1965; Rojas & Silva, 1996). Esta masa de agua estaría jugando un rol importante en la distribución de calor, y sales y en especial de gases ya que las bajas temperaturas le confieren una alta capacidad de disolver gases como el oxígeno, dióxido de carbono y óxido nitroso.

A mayores profundidades (> 1100 m), se observa la presencia del APP (Figura 4.1.71), que se caracteriza por tener la temperatura potencial más baja registrada en el área de estudio y valores de salinidad por encima de los valores típicos del AAIW. El APP se forma en el mar de Noruega (Atlántico Norte) y se hunde a profundidades mayores a 1000 m, desplazándose hacia el sur hacia el océano Índico para posteriormente entrar en el océano Pacífico (Neuman & Pierson, 1966). En la zona de estudio esta masa de agua se observó a profundidades mayores que 1100 m, presentando temperaturas menores de 4°C y salinidades mayores a 34,4.

4.1.4.2. Monte Juan Fernández 6 (JF6)

En el monte JF6 el análisis de la distribución vertical de las características conservativas del agua de mar, y de los diagramas T-S (Figura 4.1.72), muestran que al igual que en el monte JF5 se presentan cuatro masas de agua entre la superficie y los 1750 m de profundidad.

En la zona de estudio la masa de agua Subantártica (ASAA), se extendió desde la superficie hasta una profundidad máxima de ~200 m presentando una densidad potencial menor a 26 Kg m⁻³ (Figura 4.1.72) y un spiciness mayor a 0,25 (Figura 4.1.78). En esta zona el ASAA presentó temperaturas entre 10°C y 14°C y salinidades entre 34 y 34,2. Inmediatamente bajo esta masa de agua se ubicó el AESS, extendiéndose hasta ~400 m de profundidad con densidades alrededor de 26,25 Kg m⁻³ y spiciness entre 0,25 y 1,5. Esta masa de agua se caracterizó por salinidades que fluctuaron entre 34,2 y 34,6, con temperaturas entre 7°C y 10°C y valores de oxígeno disuelto menores de 1 mL L⁻¹.

Entre ~400 m y 1000 m de profundidad se observó la presencia del AIAA con densidades que fluctuaron entre $26,5 \text{ Kg m}^{-3}$ y $27,3 \text{ Kg m}^{-3}$ (Figura 4.1.72) y spiciness entre -0,6 y 0 (Figura 4.1.78). Esta masa de agua presentó salinidades que fluctuaron entre 34,2 y 34,4, temperaturas entre 4°C y 7°C , y un contenido de oxígeno disuelto entre 3 mL L^{-1} y 4 mL L^{-1} .

A profundidades mayores que 1100 m, se presenta el APP (Figura 4.1.72), que se caracteriza por tener la temperatura potencial más baja registrada en el área de estudio ($<4^{\circ}\text{C}$) y valores de salinidad (34,4) por encima de los valores típicos del AAIW.

4.1.4.3. Monte O'Higgins

La distribución vertical de las características conservativas del agua de mar, y de los diagramas T-S para el monte O'Higgins (Figura 4.1.73), muestran que en la zona de estudio al igual que en el JF5 y JF6 se presentan cuatro masas de agua entre la superficie y 1750 m de profundidad.

En la capa superficial con densidad potencial menor a 26 Kg m^{-3} (Figura 4.1.73) y un spiciness mayor a 0,25 (Figura 4.1.79) se observó la masa de agua Subantártica (ASAA), la que se extendió hasta una profundidad máxima de ~200 m. En esta zona el ASAA, presentó temperaturas entre 10°C y 14°C y salinidades entre 34 y 34,3.

Inmediatamente bajo el ASAA hasta una profundidad de ~400 m, se observó el AESS con densidades de $\sim 26,25 \text{ Kg m}^{-3}$ (Figura 4.1.73) y spiciness entre 0,25 y 1,5 (Figura 4.1.79). El AESS en la región de estudio se caracterizó por salinidades que fluctuaron entre 34,2 y 34,6, temperaturas entre 8°C y 12°C y valores de oxígeno menores de 1 mL L^{-1} .

Bajo el AESS hasta ~1100 m de profundidad, se observó la presencia de AIAA, con densidades que fluctuaron entre $26,5 \text{ Kg m}^{-3}$ y $27,3 \text{ Kg m}^{-3}$ (Figura 4.1.73) y un spiciness entre -0,6 y 0 (Figura 4.1.79). En la zona de estudio esta masa de agua presentó salinidades que fluctuaron entre 34,3 y 34,5, temperaturas entre 3°C y 7°C , y un contenido de oxígeno disuelto entre 3 mL L^{-1} y 4 mL L^{-1} . Finalmente, a mayores profundidades ($> 1100 \text{ m}$), se observó el APP (Figura 4.1.73), que se caracterizó por tener la temperatura potencial más baja registrada en el área de estudio ($<4^{\circ}\text{C}$) y valores de salinidad de 34,4 – 34,6.

4.1.5. Procesos de mezcla

Usando las mediciones de CTD sobre cada cima de los montes submarinos JF5 (cima oeste y este), JF6 y cima oeste del monte O'Higgins, mediante la ecuación termodinámica del agua de mar 2010 (TEOS-10), se obtuvieron perfiles de temperatura conservativa (Θ) y salinidad absoluta (SA), usados para calcular la frecuencia de boyantes (N^2), razón de estabilidad vertical ($R\rho$) y ángulo de turner (Tu). El cálculo de $R\rho$ y Tu fue utilizado para identificar los estratos verticales sujetos a convección doble-difusiva, los que a su vez fueron clasificados como un régimen fuerte, moderado o débil de difusión convectiva ($0 < R\rho < 1$; $-90^\circ < Tu < -45^\circ$) o de dedos de sal ($1 < R\rho < +\infty$; $45^\circ < Tu < 90^\circ$) según You, 2002 (Tabla 3.3.1 y 3.3.2, Figura 4.1.80).

Sobre la cima oeste del monte JF5 y la cima oeste del monte O'Higgins se observó una capa de mezcla superficial de ~7 m de espesor (de 3 a 10.5 m para JF5, y de 3 a 7.5 m para O'Higgins) seguida de un gradiente significativo de Θ y SA, reflejado como el primer máximo en la frecuencia de boyantes (Figura 4.1.80a, b y d). Bajo esta capa superficial, todos los perfiles de Θ , SA, σ_0 y N^2 presentan una extensa capa bien mezclada la cual es más somera en el monte O'Higgins (máximo en N^2 a 65 m) y más profunda en JF6 (máximo en N^2 a 140 m) (Figura 4.1.80a, b, c y d). A mayor profundidad, por debajo del máximo de N^2 , se observó un descenso gradual en la magnitud de ésta variable, lo que se puede asociar a la ausencia de intensos gradientes térmicos y/o halinos, exceptuando el estrato entre 300 m y 350 m de profundidad sobre la cima oeste del monte JF5, donde se observaron tres incrementos significativos a 305 m, 320 m y 345 m de profundidad (Figura 4.1.80a, b y d).

La estabilidad de la columna de agua sobre las cimas de los montes submarinos se mostro afectada por procesos de doble difusión, principalmente del tipo dedos de sal (Figura 4.1.80a, b y f). En las estaciones oceanográficas ubicadas sobre los montes, entre 0 m y ~150 m de profundidad (capa mezclada), se observó de forma persistente la presencia de dedos de sal, sin embargo estos fueron débiles o moderados, aunque sobre la cima este del monte JF5 en 50 m -80 m se observó una fuerte convección por dedos de sal (Figura 4.1.80e y f). Sobre la cima de la mayoría de los montes, entre 150 y 200 m de profundidad, la columna de agua se mostró estable

(Figura 4.1.80a, b, c, e y f). En el caso de la cima oeste del monte O'Higgins, se observó una difusión convectiva que paso de moderada en 130 m -140 m de profundidad, a débil en 145 m - 175 m de profundidad. En profundidades mayores a 180 m, se presentó una tendencia a la convección por dedos de sal de carácter moderada a débil. En ambas cimas del monte JF5 y en la cima del monte JF6, en el estrato de 180 a 290 m de profundidad, los valores de T_u se mostraron con fuertes fluctuaciones, aunque, como se mencionó anteriormente, existió una tendencia a situarse en la región donde se definen los dedos de sal de carácter moderado a débil. Esto sugiere que otros procesos de mezcla deberían estar presentes en este estrato, debido a la erosión observada en los perfiles de Θ y SA, aspecto que podría asociarse a la presencia de procesos de turbulencia mecánica, como lo señala Thorpe, 2005 (Figura 4.1.801a, b y f). En profundidades superiores a ~300 m, la columna de agua se mostró afectada por un régimen de convección por dedos de sal de carácter moderado a débil (Figura 4.1.80e y f).

En la sección latitudinal Z2 (centro) asociada al monte Juan Fernández 5 (JF5) (Figura 4.1.74) se observa que desde la superficie, hasta ~100 m de profundidad, se presentan estratos donde los procesos de doble difusión convectiva, son de gran intensidad. Entre 100 y ~150 m de profundidad se observa un estrato con presencia de dedos de sal, y posteriormente, se presenta una columna de agua con una mayor estratificación que se extiende hasta ~250 m de profundidad, donde se presentan dedos de sal, los cuales se profundizan hasta 600 m. A partir de esta última profundidad la columna de agua se presenta nuevamente estratificada.

La sección latitudinal Z2 (centro) asociada al monte Juan Fernández 6 (JF6) (Figura 4.1.75), presenta una estructura similar a la del monte JF5, con una zona superficial que abarca hasta ~100 m, que es dominada por el proceso de doble difusión convectiva, pero más débil que en la zona anterior. Entre ~100 m y ~140 m se presenta un estrato más delgado con la presencia de dedos de sal, para luego pasar a una zona estratificada que abarca desde este límite hasta ~300 m de profundidad. Posteriormente, hasta ~650 m de profundidad se vuelve a detectar la presencia de dedos de sal, y bajo esta capa, hasta el límite de la profundidad de muestreo la columna de agua se estratifica.

La sección latitudinal Z2 (centro) asociada al monte O'Higgins (MO) (Figura 4.1.76) presenta en la zona superficial, hasta ~ 50 m de profundidad, la presencia de procesos de doble difusión convectiva fuertemente marcados. Desde ~50 m hasta ~120 m de profundidad, la columna de agua se presenta estratificada y bajo este estrato, hasta 200 m de profundidad se presentan nuevamente los procesos de doble difusión convectiva, pero esta vez de menor intensidad. Entre ~200 m hasta ~ 600 m de profundidad, se observa la presencia de dedos de sal, abarcando la mayor parte de la columna de agua de la zona de estudio. Bajo ~600 m de profundidad la columna de agua se estratifica, hasta la máxima profundidad de estudio.

Las secciones latitudinales, Z2, de spiciness asociadas a los montes submarinos (Figuras 4.1.77, 4.1.78 y 4.1.79) presentan una distribución similar con mayores valores asociados a la zona superficial y con un descenso gradual en la medida que aumenta la profundidad, siguiendo la distribución de la temperatura.

4.1.6. Estabilidad de la columna de agua (Brunt- Väisälä)

La variabilidad vertical promedio de la frecuencia de Brunt-Väisälä del monte submarino JF5 presenta valores que fluctúan entre $2.09e^{-11}$ y $1.49e^{-4}$ (Figura 4.1.81), la del monte JF6 entre $8.46e^{-10}$ y $1.83e^{-4}$ (Figura 4.1.82) y la del monte O'Higgins entre $5.38e^{-9}$ y $2.60e^{-4}$ (Figura 4.1.83). En general, la frecuencia de Brunt-Väisälä presenta mayores valores en las estaciones ubicadas más cerca de la costa continental, encontrándose los mayores valores asociados al monte O'Higgins.

Los tres montes submarinos bajo estudio, presentaron una capa más estratificada cercana a ~100 m de profundidad, siendo esta capa más somera en el monte O'Higgins (~75 m; Figura 4.1.83) y más profunda en los montes más alejados de la costa continental (~130 m; Figura 4.1.81 y 4.1.82). La profundidad de esta capa más estratificada, donde se observaron los mayores gradientes de densidad, se asocia a la zona donde se encuentra la termoclina y pycnoclina principal, cerca del límite inferior de la capa de mezcla superficial.

La frecuencia de Brunt-Väisälä observada en la estación de referencia del monte submarino JF5

fluctúa entre $2.26e^{-9}$ y $3.45e^{-4}$ (Figura 4.1.81), en la del monte JF6 entre $4.55e^{-9}$ y $4.46e^{-4}$ (Figura 4.1.82) y en la del monte O'Higgins entre $4.21e^{-8}$ y $4.42e^{-4}$ (Figura 4.1.83). Al igual que lo observado en las estaciones ubicadas alrededor de los montes submarinos, las estaciones de referencia presentan los mayores valores de frecuencia de Brunt-Väisälä en la estación más cerca de la costa continental (monte O'Higgins), y la profundidad de los máximos se encuentra asociada a la termoclina y pycnoclina principal.

4.1.7. Secciones de corrientes geostroficas

4.1.7.1. Velocidad geostrofica alrededor del monte JF6

Al lado oeste del monte JF6 (entre las estaciones 11 y 13) entre 100 m y 500 m de profundidad se observó un flujo en dirección oeste, con un máximo centrado en ~350 m de profundidad (Figura 4.1.84a y b). Bajo este estrato vertical la dirección del flujo siguió siendo hacia el oeste, pero su intensidad, comparada con la capa superior, fue menor, presentando un leve incremento a ~750 m de profundidad, entre la estación 12 y 13 y entre la estación 11 y 12 un cambio en el sentido del flujo (Figura 4.1.84a y b). Entre ~825 m y ~1050 m de profundidad la intensidad del flujo fue muy débil. Luego, hasta ~1300 m de profundidad se observó una leve intensificación del flujo hacia el oeste, profundidad a partir de la cual se observó una disminución del flujo hasta anularse. Bajo ~1400 m de profundidad, entre la estación 12 y 13 se observó un incremento significativo en la intensidad del flujo nuevamente con sentido oeste, mientras que entre estación 11 y 12 este estrato se mostró con sentido este (Figura 4.1.84a y b).

En la parte norte del monte JF6, desde superficie hasta ~200 m de profundidad entre estación 06 y 11, se observó un flujo hacia el norte, mientras que entre estación 01 y 06 fue hacia el sur, con su máximo centrado a ~100 m de profundidad (Figura 4.1.84c y d). Entre estación 06 y 11, entre 225 y 1050 m de profundidad se observó un flujo hacia el sur con máximas velocidad centradas en ~ 620 m de profundidad, en cambio entre estación 01 y 06, este estrato se dividió en una parte más superficial moviéndose hacia el norte (225 m - 640 m de profundidad) y otra más profunda con un flujo muy débil (640 m - 1050 m de profundidad) (Figura 4.1.84c y d). En profundidades mayores a ~1050 m toda la sección norte del monte estuvo dominada por un flujo hacia el norte,

presentando una mayor rapidez entre la estación 06 y 11 (Figura 4.1.84c y d).

En las capas superiores de la columna de agua (0 m -200 m de profundidad), en la sección sur del monte JF6, entre la estación 08 y 13 se observó un flujo hacia el sur cuyo máximo se situó en la parte más superficial, mientras que entre la estación 03 y 08 éste estrato presentó un flujo hacia el norte, también con su máximo situado próximo a la superficie (Figura 4.1.84e y f). A 250 m de profundidad en la parte oeste de la sección (entre estaciones 08 y 13) se observó la máxima intensidad con un flujo hacia el sur ($\sim 0,25 \text{ m s}^{-1}$), el cual se mostró en la parte este de la sección (entre estaciones 03 y 08), con un flujo de menor intensidad ($\sim 0,02 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 4.1.84e y f). Entre 300 m y 1025 m de profundidad, en la parte oeste de la sección sur, se observó un flujo hacia el sur que disminuyó su intensidad con el aumento en profundidad, llegando a valores cercanos a cero entre 825 m y 1025 m, en cambio, en la parte este de la sección sur, dentro de todo el estrato existió un flujo hacia el sur de $\sim 0,06 \text{ m s}^{-1}$. Desde 1025 m de profundidad hasta las máxima profundidad registrada, se observó un flujo hacia el norte que aumentó su intensidad en función del incremento en profundidad en la parte este de la sección, mientras que en la parte oeste de la sección, se observó un flujo débil entre 1025 m y 1200 m en dirección sur ($\sim 0,02 \text{ m s}^{-1}$), seguido de un flujo débil ($\sim 0,025 \text{ m s}^{-1}$) hacia el norte, entre 1200 m y 1500 m de profundidad, para luego dirigirse hacia el sur, a partir de los 1500 m de profundidad donde aumenta su rapidez a medida que aumenta la profundidad (Figura 4.1.84e y f).

La sección al lado este del monte presentó una variabilidad meridional significativa, presentando una columna de agua estratificada en la parte norte de la sección (entre estaciones 01 y 02), con un flujo hacia el oeste entre 0 m y 100 m de profundidad ($0,25 \text{ m s}^{-1}$) y otro de menor intensidad hacia el este ($\sim 0,07 \text{ m s}^{-1}$), entre 250 m y 900 m de profundidad, mientras que en la parte sur de la sección (entre estaciones 02 y 03), se observó un flujo cuasi uniforme de $\sim 0,06 \text{ m s}^{-1}$ hacia el oeste desde superficie hasta $\sim 925 \text{ m}$ de profundidad (Figura 4.1.84g y h). Cabe destacar que centrado en $\sim 250 \text{ m}$ de profundidad, se observó un leve incremento en el flujo oeste observado en la parte sur de esta sección, a la misma profundidad donde se observó el máximo relativo en el flujo sur de la sección sur y flujo oeste de la sección al costado oeste del monte (Figura 4.1.84e,f y g). Entre 1000 m y 1100 m de profundidad la columna de agua en toda la sección se mostró

geostroficamente estática, luego en la parte norte de la sección, desde 1100 m hasta la máxima profundidad, se presentó un flujo hacia el este que aumentó su intensidad con el aumento en profundidad, en cambio, en la parte sur de la sección desde 1100 hasta 1450 m de profundidad se observó, un leve flujo hacia el este (rapidez menor a $\sim 0,01 \text{ m s}^{-1}$), el que luego, al superar esta profundidad, se dirige hacia el oeste, incrementando su rapidez con la profundidad (Figura 4.1.84g y h).

4.1.7.2. Velocidad geostrofica alrededor del monte JF5

En la capa más superficial (0 m -100 m) de la sección oeste del monte JF5, se observó un flujo de $\sim 0,05 \text{ m s}^{-1}$ con dirección oeste. En la parte sur de esta sección (entre estaciones 26 y 27) éste flujo se mantuvo hasta $\sim 950 \text{ m}$ de profundidad, con su máximo relativo centrado en $\sim 400 \text{ m}$ de profundidad, mientras que en la parte norte (entre estaciones 25 y 26), desde $\sim 225 \text{ m}$ hasta $\sim 950 \text{ m}$ de profundidad, la columna de agua se mostró cuasi estática (Figura 4.1.85a y b). A profundidades mayores a $\sim 950 \text{ m}$, la parte sur de la sección oeste mostró un flujo hacia el este, que aumentó su intensidad con el aumento de la profundidad, en cambio, entre 1100 m y 1500 m de profundidad en la parte norte de la sección, se observó un flujo hacia el oeste de $\sim 0,05 \text{ m s}^{-1}$ que a mayor profundidad no se presentó (Figura 4.1.85a y b).

La sección norte del monte JF5 en el estrato entre 0 m y 200 m de profundidad presento un flujo hacia el sur, más intenso ($\sim 0,2 \text{ m s}^{-1}$) en la parte oeste de la sección (entre estaciones 13 y 25) y más débil entre la estación 01 y 06 ($\sim 0,07 \text{ m s}^{-1}$), y hacia el norte, entre la estación 06 y 13 ($\sim 0,19 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 4.1.85c, d, e, f y g). Este flujo hacia el sur se mantuvo hasta $\sim 450 \text{ m}$ de profundidad en la parte más occidental y más oriental de la sección (entre estación 18 y 25 y entre estación 01 y 05, respectivamente). Este mismo flujo hacia el sur, entre la estación 13 y 18, se extendió hasta $\sim 850 \text{ m}$ de profundidad y como un estrato independiente del superficial entre estación 05 y 06, llegando hasta $\sim 1000 \text{ m}$ de profundidad, con su núcleo centrado en $\sim 500 \text{ m}$ (Figura 4.1.85c, d, e, f y g). Entre estación 06 y 13 el flujo hacia el norte se observó desde superficie hasta $\sim 925 \text{ m}$ de profundidad, sin embargo a $\sim 200 \text{ m}$ de profundidad se observó un brusco cambio en su intensidad ($\sim 0,09 \text{ m s}^{-1}$ a 200 m de profundidad) (Figura 4.1.85e). En la parte

más occidental de la sección se observó un flujo hacia el norte de intensidad débil entre 450 m y 800 m de profundidad, para luego pasar a un flujo débil o nulo hasta ~1000 m de profundidad (Figura 4.1.85c). Este estrato con un flujo débil o ausente también se observó entre las estaciones 06 y 18 (Figura 4.1.85c, d, e). A profundidades mayores que 1000 m se observó un flujo hacia el norte entre la estación 18 y 25 y entre estación 06 y 13, y un flujo hacia el sur entre estación 13 y 18, donde se presentó un aumento del flujo con la profundidad (Figura 4.1.85c, d y e). Entre la estación 05 y 06, desde ~1000 m de profundidad existió un flujo hacia el norte con un máximo centrado en ~1150 m de profundidad ($\sim 0,05 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 4.1.85f). En la parte más oriental de ésta sección se presentó un flujo, que si bien cambió su sentido en profundidad, fue débil, no superando $\sim 0,02 \text{ m s}^{-1}$ (Figura 4.1.85g).

En la sección sur, entre 0 m y 100 m existió una capa de velocidad cuasi uniforme hacia el sur, exceptuando el sector entre estación 10 y 15, donde el flujo presentó una dirección hacia el norte (Figura 4.1.85h, i, j y k). Bajo éste estrato, en la parte más occidental de la sección (entre estaciones 22 y 27) la intensidad del flujo hacia el sur disminuyó, para luego pasar entre 300 m y 850 m de profundidad a un flujo con dirección hacia el norte ($\sim 0,05 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 4.1.85h). Entre la estación 10 y 22, a esta misma profundidad existió un flujo hacia el sur de similar intensidad, mientras que en la parte más oriental de la sección (entre estación 03 y 10), se observó un flujo débil hacia el norte (intensidad menor a $0,02 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 4.1.85i, j y k). A mayor profundidad, entre estación 15 y 27 se observó un flujo hacia el norte que aumentó su intensidad con el aumento en profundidad, mientras que entre la estación 10 y 15 se observó un flujo hacia el sur con una distribución vertical de intensidad similar a la mencionada anteriormente, y entre la estación 03 y 10 una columna de agua cuasi estática (Figura 4.1.85h, i, j y k).

Al este del monte JF5, en la parte norte de la sección, entre 0 m y 250 m de profundidad se presentó una variabilidad meridional, con un flujo hacia el oeste de $\sim 0,1 \text{ m s}^{-1}$ (entre estación 01 y 02) y una columna cuasi estática entre 0 m y 100 m de profundidad en la parte sur de la sección (entre estación 02 y 03), para luego, desde ~100 m hasta 800 m de profundidad, presentar un estrato con un flujo hacia el oeste, cuyo máximo se centró en ~275 m de profundidad (Figura 4.1.85l y m). En la parte norte de la sección este, bajo ~250 m de profundidad, la intensidad del

flujo disminuyó hasta alcanzar 0,05 m/s entre 400 y 800 m (Figura 4.1.85m). A profundidades mayores a ~850 m toda la sección este se mostró geostroficamente estática (Figura 4.1.85).

4.1.7.3. Velocidad geostrofica alrededor del monte O'Higgins

Alrededor del monte submarino O'Higgins se observó una capa que abarco desde la superficie hasta ~100 m, la cual se diferenció de los estratos más profundos por presentar un flujo hacia el oeste de $\sim 0,15 \text{ m s}^{-1}$ al lado occidental del monte, un flujo hacia el sur de similar intensidad en la parte más occidental de la sección norte del monte (entre estación 11 y 18), y una disminución hacia la parte oriental de la sección ($\sim 0,75 \text{ m s}^{-1}$ entre estación 06 y 11) que incluso cambio el sentido entre la estación 04 y 06, para nuevamente dirigirse hacia el sur en la parte más oriental de la sección ($\sim 0,75 \text{ m s}^{-1}$ entre estación 01 y 04). En este mismo estrato en la sección más oriental se observo una columna de agua relativamente estática (entre estación 01 y 02), la que entre la estación 02 y 07 presento un flujo hacia el sur de $\sim 0,5 \text{ m s}^{-1}$, otro hacia el oeste entre estación 07 y 08 de $\sim 0,75 \text{ m s}^{-1}$, un flujo hacia el sur de $\sim 0,2 \text{ m s}^{-1}$ entre estación 08 y 15, el que disminuyo su intensidad hacia el borde occidental de la sección más al sur del monte ($\sim 0,15 \text{ m s}^{-1}$ entre estación 15 y 20) (Figura 4.1.86a, b, ..., l).

La sección oeste mostró un flujo hacia el oeste entre ~100 m y ~900 m de profundidad, presentando, entre la estación 19 y 20, su máximo centrado a ~150 m de profundidad ($\sim 0,24 \text{ m s}^{-1}$), mientras que entre estación 18 y 19 no se observó un máximo relativo, existiendo dos estratos con diferentes intensidades, uno entre 120 m y 350 m de profundidad de $\sim 0,1 \text{ m s}^{-1}$ y otro entre 420 m y 870 m de profundidad de $\sim 0,05 \text{ m s}^{-1}$ (Figura 4.1.86a y b). Superando los ~900 m de profundidad la columna de agua entre la estación 19 y 20 mostró un nulo o débil movimiento, mientras que entre la estación 18 y 19 se observó un flujo hacia el este que aumentó su intensidad con la profundidad (Figura 4.1.86a y b).

La sección ubicada al norte del monte presentó un flujo hacia el sur que aumentó su extensión vertical desde la estación 18 a la estación 06 (de 300 m a 800 m de espesor) (Figura 4.1.86c y d). Entre la estación 04 y 06, desde 100 m a 1000 m de profundidad, se observó un flujo débil hacia el norte (su intensidad no superó los $0,03 \text{ m s}^{-1}$), mientras que entre estación 01 y 04 existió un

flujo hacia el sur centrado en ~350 m de profundidad (Figura 4.1.86e y f). A profundidades mayores que ~1000 m, en ésta sección la columna de agua presentó un movimiento relativamente débil que no superó los $0,03 \text{ m s}^{-1}$ (Figura 4.1.86c, d, e y f).

Entre las estaciones 08 y 20 (sección más al sur del monte) existió un flujo hacia el sur más intenso en el borde occidental de ésta sección, con un núcleo centrado a ~150 m de profundidad de $\sim 0,2 \text{ m s}^{-1}$ entre estación 15 y 20. Este flujo hacia el sur se extiende hasta ~900 m de profundidad, para luego pasar a un flujo hacia el norte de baja intensidad ($\sim 0,025 \text{ m s}^{-1}$). En la estación 08 y 15, bajo ~700 m, la columna de agua se mostró cuasi estática (Figura 4.1.86g y h).

Entre la estación 07 y 08, la columna de agua solo presentó movimiento bajo ~100 m de profundidad, en el estrato ubicado entre 100 m y 400 m (flujo hacia el sur que disminuyó su intensidad con el aumento en profundidad) y entre 1325 m y 1800 m de profundidad (flujo hacia el sur que aumentó su intensidad con el aumento en profundidad) (Figura 4.1.86i).

Una estructura similar a la mencionada anteriormente se observó entre estación 05 y 07, presentando bajo ~100 m de profundidad solo flujos hacia el norte, con un estrato entre 100 m y 500 m de profundidad, cuyo máximo se centró a ~150 m ($\sim 0,5 \text{ m s}^{-1}$), otro entre 650 m y 800 m de profundidad con su máximo a 725 m de profundidad y un último estrato desde ~1200 m de profundidad, que presenta un incremento en su velocidad con la profundidad (Figura 4.1.86j).

Entre la estación 02 y 05, bajo ~100 m de profundidad la velocidad geostrofica mostró un flujo hacia el norte hasta ~700 m de profundidad, con dos máximos, uno más débil centrado en ~180 m de profundidad ($\sim 0,025 \text{ m s}^{-1}$) y otro más intenso centrado en ~490 m de profundidad ($\sim 0,04 \text{ m s}^{-1}$). Luego, desde ~1100 m de profundidad, se presentó un movimiento hacia el sur, el que aumentó su intensidad con la profundidad (Figura 4.1.86k).

El borde más oriental del monte bajo ~100 m de profundidad presentó un flujo hacia el oeste con su máximo centrado en ~110 m de profundidad y otro flujo hacia el este entre 1200 m y 1800 m de profundidad, presentando un leve aumento con la profundidad (Figura 4.1.86l).

4.2. Objetivo 2. Caracterizar la distribución vertical y horizontal del fitoplancton (por fracciones de tamaño) en la región asociada a los Montes Submarinos JF5, JF6 y O'Higgins.

En la caracterización de las distribuciones vertical y horizontal del fitoplancton en términos de biomasa fitoplanctónica, como clorofila-a total y en 3 clases de tamaño (pico-, nano-, y microplancton), se utilizaron un total de 28 estaciones de muestreo sobre los montes JF5, JF6 y O'Higgins, además de una estación de referencia para cada monte (3 en total). En cada estación se incluyó al menos 6 profundidades entre la superficie y 150 m de profundidad.

En la caracterización de las distribuciones vertical y horizontal del fitoplancton en términos de abundancia celular, clasificada en grupos funcionales asociados a las 3 clases de tamaño mencionadas anteriormente, se utilizaron un total de 13 estaciones de muestreo sobre los montes JF5, JF6 y O'Higgins, además de una estación de referencia para cada monte (3 en total). En cada estación se incluyó al menos 3 profundidades entre la superficie y 150 m de profundidad, considerando los niveles a los cuales la fluorescencia fue mayor en el perfil de CTD.

La Tabla 4.2.1 resume las estaciones en que se realizaron los muestreos descritos y la data obtenida que fue tabulada y/o graficada en diversos formatos para la descripción de las distribuciones de fitoplancton en los montes submarinos y su comparación con las estaciones control. Además, se contrastó la data de fluorescencia obtenida con la del sensor del CTD (reportada en la sección 4.1.) y la de clorofila-a total con el fin de comparar el ajuste entre ambas aproximaciones. Del mismo modo, se realizó una comparación de las distribuciones in situ de clorofila-a con las distribuciones satelitales de clorofila-a total, así como de las distribuciones in situ y satelitales de los grupos funcionales del fitoplancton en la capa superficial (reportadas en la sección 4.3). Finalmente, se compararon las características promedio de la estructura de las comunidades fitoplanctónicas entre los 3 montes y se realizaron análisis preliminares de las relaciones entre la distribución del fitoplancton y las condiciones oceanográficas en la zona de cada monte submarino.

4.2.1. Monte JF5

En el monte JF5, que posee 2 cimas, se realizaron muestreos en 13 estaciones más una de referencia para estimaciones de biomasa fitoplanctónica (clorofila-a) total y en las clases de tamaño pico-, nano-, y micro-planctónicas (Tabla 4.2.1). La distribución de las estaciones en la zona del monte permitió preparar 3 secciones de datos de distribución vertical y horizontal del fitoplancton:

- sección 1 (sección hidrográfica Z2), que atraviesa de este a oeste la zona de los dos montes de JF5 (cima este: est. 8 y de la cima oeste: est. 20);
- sección 2 (sección hidrográfica M4), que atraviesa de norte a sur la zona de la cima oeste; y
- sección 3 (sección hidrográfica M2), que atraviesa de norte a sur la zona de la cima este.

Además, en 5 de estas mismas estaciones e incluidas en la sección 1, se realizaron muestreos para estimaciones de abundancia de fitoplancton, incluyendo las 3 clases de tamaño mencionadas anteriormente (Tabla 4.2.1).

4.2.1.1. Fitoplancton: biomasa como clorofila-a total y en grupos de tamaño en JF5

La distribución de clorofila-a total en la sección 1 (Figura 4.2.1) muestra un máximo primario ($>0.8 \text{ mg m}^{-3}$) en la estación 2 (extremo derecho) y otro secundario ($>0.4 \text{ mg m}^{-3}$) en la estación 14, ambas contiguas a la cima de los dos montes (est. 8 y 20). En el máximo primario, la fracción micro-planctónica fue la mayor contribuyente al total ($\sim 55\%$) y luego la fracción nano-planctónica ($\sim 34\%$) mientras que en el secundario la fracción nano-planctónica fue dominante ($\sim 47\%$) y las otras dos fracciones realizaron aportes similares ($\sim 24\text{-}29\%$).

En la sección 2 de distribución de clorofila-a total (Figura 4.2.2), los valores en la parte norte (est. 18 y 19) fueron similares a los del máximo secundario en la sección 1 (est. 14); el mayor aporte también correspondió al nano-plancton ($\sim 58\%$) seguido de pico-plancton ($\sim 36\%$) y menores de micro-plancton. Los valores de clorofila-a total en la sección 3 (Figura 4.2.3) fueron similares a los del máximo secundario en las otras 2 secciones; en este caso, las 3 fracciones de tamaño aportaron en forma similar al total ($\sim 30\%$), excepto en la estación 6 que mostró menores valores

de micro-plancton (~15%).

En las 3 secciones, los mayores valores de clorofila-a total y fraccionada se distribuyeron entre la superficie y 75 m de profundidad, con algunos casos de máximos subsuperficiales entre esas dos profundidades (Figura 4.2.1a 4.2.3). En la estación de referencia de JF5 las concentraciones de clorofila-a total fueron intermedias respecto de los valores en la sección 1 y más bajas que los valores del máximo primario en la estación 2 (Figura 4.2.4). Como clorofila-a fraccionada, las diferencias de valores con la estación de referencia no fueron notorias excepto en el caso del micro-plancton en la estación del máximo primario (Figura 4.2.4). Como aporte al total de clorofila-a, no se notaron grandes diferencias entre el promedio de las estaciones en JF5 y de referencia (perfiles, superficial e integrado), con predominancia del nano-plancton (~45%), seguido de pico-plancton (~35%) y micro-plancton ~21%) (Tabla 4.2.2).

4.2.1.2. Fitoplancton: abundancia de grupos funcionales en clases de tamaño en JF5

En el pico-plancton autótrofo representado en la sección 1 (Figura 4.2.5) predominaron en abundancia las cianobacterias (*Synechococcus* y *Prochlorococcus*) por sobre los pico-eucariotas ($<6 \cdot 10^3$ células mL⁻¹). Los máximos valores de *Synechococcus* y *Prochlorococcus* se detectaron en la cima oeste (est. 20) y valores altos en las estaciones aledañas 14 y 26, siendo la distribución de pico-autótrofos totales (APP) similar a la distribución de estas cianobacterias, con máximos entre la superficie y 100 m de profundidad. En la Tabla 4.2.3 se resumen los valores promedios de los componentes pico-planctónicos en grupos funcionales autótrofos y, además, los de abundancia de pico-heterótrofos procariotas (bacterio-plancton), incorporados al total de abundancia de la fracción pico-planctónica (PPT); en todos los casos, estos últimos fueron un componente mayor de la abundancia total. En la estación de referencia, los valores promedio de abundancia fueron relativamente intermedios en comparación con los de las estaciones en la sección 1, excepto por un valor promedio levemente mayor de *Synechococcus* en la estación de referencia (Tabla 4.2.3).

En el nano-plancton autótrofo representado en la sección 1 (Figura 4.2.6) predominaron en abundancia los nano-flagelados sobre otros grupos como nano-diatomeas, nano-dinoflagelados, y

nano-ciliados (<200 células mL^{-1}) y, por esto, la distribución es muy similar a la del total de nano-autótrofos (NAT). Los nano-flagelados presentaron máximos en la estación 14 (coincidente con máximo secundario de clorofila-a) y, secundariamente, en las estaciones 20 y 26, entre la superficie y 75 m de profundidad. Las distribuciones en los otros grupos fueron relativamente homogéneas. En la Tabla 4.2.4 se resumen los valores promedios de los componentes nano-planctónicos en grupos funcionales autótrofos y, además, los de abundancia de nano-heterótrofos eucariotas, incorporados al total de la abundancia de la fracción nano-planctónica (NT); en todos los casos, estos últimos fueron un componente menor de la abundancia total. En la estación de referencia, los valores de abundancia fueron relativamente intermedios en comparación con los de las estaciones en la sección 1 (Tabla 4.2.4).

En el micro-plancton autótrofo representado en la sección 1 (Figura 4.2.7), las diatomeas fueron el grupo dominante en abundancia, similar al total de los autótrofos micro-planctónicos (AMT), mientras que los dinoflagelados, silicoflagelados, ciliados y flagelados micro-planctónicos presentaron aportes menores ($<2 \cdot 10^3$ células L^{-1} por profundidad). Los máximos de abundancia de diatomeas ($>20 \cdot 10^3$ células L^{-1} por profundidad) se localizaron en las estaciones 2 y 14, coincidentes con los máximos primarios y secundarios de clorofila-a total en la sección 1 (Figura 4.2.1). En la Tabla 4.2.5 se resumen los valores promedios por estación (0-50 m de profundidad) de los componentes micro-planctónicos en grupos funcionales autótrofos y, además, los de abundancia micro-heterótrofos, incorporados al total de la abundancia de la fracción micro-planctónica (MT); las cifras sugieren un aporte menor de estos últimos. Los valores asociados con la estación de referencia fueron relativamente intermedios en comparación con los de las estaciones en la sección 1, excepto por valores máximos de silicoflagelados y micro-flagelados en la estación de referencia (Figura 4.2.7 y Tabla 4.2.5).

4.2.1.3. Fitoplancton: relación con datos de fluorescencia (CTD) y satelitales en JF5

Para la sección 1, la data de fluorescencia del CTD (transformada a niveles de concentración usando un algoritmo estándar preparado por IFOP) presenta 2 máximos relativos (no mostrados) que coinciden con los datos de distribución de clorofila-a total en JF5 (Figura 4.2.1). Sin

embargo, existen diferencias en ambas distribuciones en términos de que el máximo primario de clorofila-a total aparece en la estación 2 mientras que el de fluorescencia se localiza sobre la estación 14 y la cima oeste (est. 20). La regresión lineal entre ambos sets de datos no presentó un buen ajuste ($R^2 = 0.26$; Figura 4.2.8), siendo necesario un análisis más detallado para entender las causas de la variación. Por otra parte, la distribución de la abundancia de grupos funcionales en el micro-plancton, esencialmente de diatomeas (Figura 4.2.7), es coincidente con la ocurrencia de 2 máximos de clorofila-a total en la sección 1, con un máximo primario en la estación 2 y uno secundario en la estación 14.

En base a la imagen satelital de clorofila-a superficial (Figura 4.3.2) para días previos al muestreo en JF5, el borde este de la sección 1 muestra mayores valores y esto coincide con la localización del máximo primario de clorofila-a (est. 2). Aparentemente, esta zona podría haber estado bajo la influencia de una estela de mayores concentraciones como resultado del efecto masa de la Isla R. Crusoe y/o de la presencia de un remolino anticiclónico (velocidad geostrofica; Figura 4.3.2) cuyo borde abarcó la zona del monte JF5 durante el periodo de muestreo.

4.2.2. Monte JF6

En el monte JF6 se realizaron muestreos en 5 estaciones más una de referencia para estimaciones de biomasa fitoplanctónica (clorofila-a) total y en las clases de tamaño pico-, nano-, y micro-planctónicas (Tabla 4.2.1). La distribución de las estaciones permitió preparar 2 secciones de datos de distribución vertical y horizontal del fitoplancton:

- sección 1 (sección hidrográfica Z2), que atraviesa de este a oeste la zona del monte (cima del monte: est. 7); y
- sección 2 (sección hidrográfica M2), que atraviesa de norte a sur la zona del monte.

Además, en 3 de estas estaciones incluidas en la sección 1, se realizaron muestreos para estimaciones de abundancia en el fitoplancton, incluyendo las 3 clases de tamaño mencionadas anteriormente (Tabla 4.2.1).

4.2.2.1. Fitoplancton: biomasa como clorofila-a total y en grupos de tamaño en JF6

La clorofila-a total en las secciones 1 (Figura 4.2.9) y 2 (Figura 4.2.10) mostró una distribución relativamente homogénea de valores relativamente bajos ($<0.4 \text{ mg m}^{-3}$), con leves incrementos en las estaciones 7 (cima) y 8 (aledaña). La fracción pico-planctónica fue la mayor contribuyente al total (~51%) en todas las estaciones, seguido del nano-plancton (~35%). En ambas secciones, los mayores valores de clorofila-a total y fraccionada se distribuyeron entre la superficie y 75 m de profundidad. En la estación de referencia, las concentraciones de clorofila-a total y fraccionada fueron relativamente similares a las encontradas en la sección 1, excepto en el caso del nano-plancton que fue notoriamente mayor en la estación de referencia (Figura 4.2.11). Como aporte al total de clorofila-a, se notaron diferencias entre el promedio de las estaciones en JF6 y de referencia (perfiles, superficial e integrado), con predominancia del nano-plancton en la de referencia (~53%) y de pico-plancton (~53%) en la sección 1 de JF6 (Tabla 4.2.6).

4.2.2.2. Fitoplancton: abundancia de grupos funcionales en clases de tamaño en JF6

En el pico-plancton autótrofo representado en la sección 1 (Figura 4.2.12), la abundancia de cianobacterias (*Synechococcus* y *Phrochlorococcus*) y pico-eucariotas fue similar, con máximos de este total (APP) en la estación sobre la cima del monte (est. 7), entre la superficie y 100 m de profundidad. En la Tabla 4.2.7 se resumen los valores promedios de los componentes pico-planctónicos en grupos funcionales autótrofos y, además los de abundancia de pico-heterótrofos procariontes (bacterio-plancton), incorporados al total de abundancia de la fracción pico-planctónica (PPT); en todos los casos, estos últimos fueron un componente mayor de la abundancia total. En la estación de referencia, los valores promedios de abundancia fueron relativamente intermedios en comparación con los de las estaciones en la sección 1.

En el nano-plancton autótrofo representado en la sección 1 (Figura 4.2.13), predominaron en abundancia los nano-flagelados por sobre otros grupos, como nano-diatomeas, nano-dinoflagelados, y nano-ciliados ($<30 \text{ células mL}^{-1}$). Los nano-flagelados, y como nano-autótrofos totales (NAT), mostraron una distribución relativamente uniforme en la sección, entre la superficie y 75 m de profundidad, con leves máximos en la cima del monte (est. 7). En la Tabla

4.2.8 se resumen los valores promedios de los componentes nano-planctónicos en grupos funcionales autótrofos y, además, los de nano-heterótrofos en el total de abundancia de la fracción nano-planctónica (NT); en todos los casos, estos últimos fueron un componente menor de la abundancia total. En la estación de referencia, los valores promedios de abundancia fueron levemente mayores en comparación con los de las estaciones en la sección 1 (Tabla 4.2.8).

En el micro-plancton autótrofo representado en la sección 1 (Figura 4.2.14), los grupos dominantes en abundancia fueron las diatomeas, especialmente en la estación 12, mientras que otros grupos presentaron aportes menores (<100 células L^{-1} por profundidad) al total (AMT). El máximo de abundancia de diatomeas ($>1 \cdot 10^3$ células L^{-1} por profundidad) en la estación 12 no coincidió con la distribución relativamente uniforme de la clorofila-a total (Figura 4.2.12), lo que podría deberse a los valores relativamente bajos encontrados en ambos casos y siendo 1 a 2 órdenes de magnitud menor en abundancia respecto de los máximos encontrados en JF5. En la Tabla 4.2.9 se muestran los valores promedios de los componentes micro-planctónicos en grupos funcionales autótrofos y, además, los de micro-heterótrofos incorporados al total de abundancia de la fracción micro-planctónica (MT), con cifras que sugieren un aporte menor de estos últimos. En la estación de referencia, los valores promedios fueron relativamente intermedios en comparación con los de las estaciones en la sección 1 (Figura 4.2.14 y Tabla 4.2.9).

4.2.2.3. Fitoplancton: relación con datos de fluorescencia (CTD) y satelitales en JF6

La data de fluorescencia obtenida con el CTD (transformada a niveles de concentración mediante algoritmo preparado por IFOP), presenta en la sección 1 una distribución relativamente uniforme (datos no mostrados) y similar a lo observado con los datos de clorofila-a (Figura 4.2.12). La regresión lineal entre ambos sets de datos presentó un buen ajuste ($R^2 = 0.77$; Figura 4.2.15). Además, la distribución de la abundancia total de grupos funcionales en el pico-plancton autótrofo (APP; Figura 4.2.12), que fue la fracción dominante en términos de clorofila-a total, coincidió con la distribución relativamente homogénea de clorofila-a total en la sección 1.

Por otra parte, la imagen de clorofila-a satelital (Figura 4.3.2) para días previos al muestreo en JF6 es coincidente con las bajas concentraciones de clorofila-a en la columna de agua. Las

velocidades geostroficas en la zona del JF6 (Figura 4.3.2) sugieren que durante el período de muestreo el monte JF6 se localizó al interior de un remolino anticiclónico, el mismo que en su borde afectó a JF5.

4.2.3. Monte O'Higgins

En el monte O'Higgins, que posee 2 cimas, se realizaron muestreos en 11 estaciones más una de referencia para estimaciones de biomasa fitoplanctónica (clorofila-a) total y en las clases de tamaño pico-, nano-, y micro-planctónicas (Tabla 4.2.1). La distribución de las estaciones permitió preparar 2 secciones de datos de distribución vertical y horizontal del fitoplancton:

- sección 1 (sección hidrográfica Z2 más est. 3), que atraviesa de este a oeste la cima este (cima principal del monte: estación 13), a la que se agregó la estación 3 ubicada sobre la cima este (cima secundaria del monte); y
- sección 2 (sección hidrográfica M2), que atraviesa de norte a sur la cima oeste.

Además, en 5 de estas estaciones incluidas en la sección 1, se realizaron muestreos para estimaciones de abundancia en el fitoplancton, incluyendo las 3 clases de tamaño mencionadas anteriormente (Tabla 4.2.1).

4.2.3.1. Fitoplancton: biomasa como clorofila-a total y en grupos de tamaño en monte O'Higgins

La distribución de la clorofila-a total en las secciones 1 (Figura 4.2.16) y 2 (Figura 4.2.17) mostró valores relativamente altos ($>0.5 \text{ mg m}^{-3}$) en la capa superficial ($<50 \text{ m}$ de profundidad) de la mayoría de las estaciones. Los aportes de las distintas clases de tamaño fueron variables, con dominancia del nano-plancton ($\sim 60\%$) en el borde oeste (est. 13 y 19) y de micro-plancton (58%) en el borde este (est. 7). En la estación de referencia, las concentraciones de clorofila-a total y fraccionada fueron relativamente similares a las estaciones en la sección 1, excepto en el caso del micro-plancton que fue notoriamente mayor en las estaciones 2 y 3 (cima este) y 7 en comparación con la estación de referencia y el resto de las estaciones (Figura 4.2.18). Como aporte al total de clorofila-a, no se notaron grandes diferencias entre los valores promedio en las estaciones del monte O'Higgins y la de referencia (perfiles, superficial e integrado), con

predominancia del nano-plancton (~45%) y aportes similares del micro- y pico-plancton (~24 y 30%, respectivamente) (Tabla 4.2.10).

4.2.3.2. Fitoplancton: abundancia de grupos funcionales en clases de tamaño en monte

O'Higgins

En el pico-plancton autótrofo representado en la sección 1 (Figura 4.2.19), predominó en abundancia la cianobacteria *Synechococcus*, principalmente en los primeros 50 m de profundidad, mientras que *Prochlorococcus* estuvo ausente o con valores bajos en algunas estaciones ($<5 \cdot 10^3$ células mL^{-1}), comparado incluso con los pico-eucariotas; esta dominancia se refleja en el total de pico-autótrofos (APP). En la Tabla 4.2.11 se resumen los valores promedios de los componentes pico-autótrofos en grupos funcionales autótrofos y, además los de abundancia de pico-heterótrofos procariotas (bacterio-plancton), incorporados al total de abundancia de la fracción pico-planctónica (PPT); en todos los casos, estos últimos fueron un componente mayor de la abundancia total. En la estación de referencia, los valores promedio de abundancia de *Synechococcus* APP fueron levemente mayores que en el resto de las estaciones en la sección 1.

En el nano-plancton autótrofo representado en la sección 1 (Figura 4.2.20), predominaron en abundancia los nano-flagelados por sobre otros grupos, como nano-diatomeas, nano-dinoflagelados, y nano-ciliados autótrofos (<100 células mL^{-1}), reflejados en la abundancia del total de nano-autótrofos (NAT). Los máximos valores de abundancia de nano-flagelados se localizaron en las estaciones 13 y 19 y fueron notablemente más bajas en el resto. En la Tabla 4.2.12 se resumen los valores promedios de los componentes nano-planctónicos en grupos funcionales autótrofos y, además, los de abundancia de nano-heterótrofos eucariotas, incorporados al total de la abundancia de la fracción nano-planctónica (NT); en todos los casos, estos últimos fueron un componente menor de la abundancia total. En la estación de referencia, los valores de abundancia fueron relativamente intermedios en comparación con los de las estaciones en la sección 1 (Tabla 4.2.12).

En el micro-plancton autótrofo representado en la sección 1 (Figura 4.2.21), las diatomeas aparecen como el grupo dominante en abundancia, especialmente en las estaciones 2, 3 y 7

(>10*10³ células L⁻¹ en algunas profundidades), mientras que las abundancias de otros grupos fueron menores. En la Tabla 4.2.13 se resumen los valores promedios de los componentes en grupos funcionales autótrofos y, además, los de micro-heterótrofos incorporados al total de abundancia de la fracción micro-planctónica (MT), con cifras que sugieren un aporte menor de estos últimos. En la estación de referencia, los valores promedios fueron relativamente intermedios en comparación con los de las estaciones en la sección 1 (Figura 4.2.21 y Tabla 4.2.13), excepto por máximos relativos de silicoflagelados y flagelados micro-planctónicos en la estación de referencia.

4.2.3.3. Fitoplancton: relación con datos de fluorescencia (CTD) y satelitales en monte O'Higgins

La data de fluorescencia de CTD (transformada a niveles de concentración mediante un algoritmo preparado por IFOP) en la sección 1 (datos no mostrados) presenta una distribución similar con los datos de clorofila-a (Figura 4.2.16). La regresión lineal entre ambos sets de datos presentó un buen ajuste (R²= 0.66; Figura 4.2.22). Por otra parte, las distribuciones de los grupos funcionales en el micro-plancton, pero esencialmente de diatomeas (Figura 4.2.19) y de nano-plancton (Figura 4.2.20), fueron coincidentes con los aportes de estas fracciones a la clorofila-a total en la sección 1 (Figura 4.2.16).

La imagen satelital de clorofila-a superficial (Figura 4.3.3) para días previos al muestreo en el monte O'Higgins sugiere que las estaciones en la sección 1 se localizaron en una zona de aguas con valores intermedios en la zona de transición costera inmediatamente adyacente a la zona de máximos en la zona costera. La zona del monte O'Higgins parece haber estado bajo la influencia de estelas de concentraciones relativamente altas derivadas de una alta variabilidad espacial en el campo geostrofico, incluyendo meandros y remolinos de sub-mesoescala (Figura 4.3.3).

4.2.4. Comparación de distribución de fitoplancton entre los montes JF5, JF6 y O'Higgins

En general, los 3 montes presentaron características distintas respecto de la estructura de las comunidades fitoplanctónicas y, en el caso de JF5 y O'Higgins, una alta variabilidad de sub-

mesoescala en la distribución de la biomasa y la abundancia de los componentes. Esto último incide en la comparación que se realiza con las estaciones de referencia, por lo que no se puede concluir que la zona de los montes en general es más favorable a los incrementos en fitoplancton comparado con las aguas circundantes pero, puntualmente, si se observaron incrementos importantes en la cima de los montes o en las zonas inmediatamente aledañas en el JF5 y O'Higgins (Figuras 4.2.1y 4.2.16, respectivamente).

En términos de los promedios de clorofila-a total en la capa de mayor concentración (0-75 m) en la sección 1 de cada monte (Figura 4.2.23), en JF6 los valores fueron más bajos ($\sim 0.3 \text{ mg m}^{-3}$) comparado con los de JF5, que fueron levemente superiores ($\sim 0.4 \text{ mg m}^{-3}$), mientras que en MO se observaron los mayores valores ($\sim 0.7 \text{ mg m}^{-3}$). El promedio de la clorofila-a en las estaciones de referencia fue similar a la del respectivo monte, patrón que se repite cuando se incluyen todas las estaciones y profundidades (0-150 m) en cada monte (Tablas 4.2.2, 4.2.6, y 4.2.10). Por otra parte, la concentración de clorofila-a total estimada para los 3 montes en conjunto se ajustó relativamente bien con la fluorescencia obtenida con el CTD, convertida a concentración de clorofila-a mediante el algoritmo utilizado para estos efectos por IFOP ($R^2 = 0.63$; Figura 4.2.24) pero con una sobre-estimación de $\sim 1 \text{ mg mL}^{-1}$ para la fluorescencia. Se espera que con este nuevo set de datos de clorofila-a se pueda realizar un mejor ajuste del algoritmo desarrollado por IFOP para estos efectos. Sin embargo, se deberá analizar en mejor detalle el bajo ajuste obtenido en el caso de JF5 (sección 4.2.1.3), de tal forma de explicar las diferencias encontradas.

Diferencias en la composición promedio de las fracciones de tamaño de clorofila-a también fueron encontradas entre los 3 montes. El pico-plancton fue claramente la fracción dominante en JF6, aunque distinto de su estación de referencia (dominancia de nano-plancton), mientras que el nano-plancton fue dominante en JF5 y O'Higgins, seguido de pico-plancton (JF5) y de micro-plancton (monte O'Higgins). En estos 2 últimos casos, no se diferenciaron de sus respectivas estaciones de referencia pero, claramente, la variabilidad en cada zona fue alta (Tablas 4.2.2, 4.2.6, y 4.2.10). En la capa superficial (0-50 m de profundidad), los promedios mostraron el mismo patrón excepto en el caso del aporte del micro-plancton en monte O'Higgins, con porcentajes menores en la estación de referencia (Tabla 4.2.14).

Respecto a las abundancias celulares de los componentes en cada clase de tamaño en la zona de los 3 montes submarinos, normalmente éstas no son comparables entre sí dada una relación lineal negativa entre la abundancia y el tamaño o volumen celular. Por esta razón, se tratan en forma independiente las estimaciones en cada clase de tamaño. En términos de la abundancia promedio de pico-plancton autótrofo en la sección 1 de los 3 montes (0-75 m de profundidad), no hubo grandes diferencias entre ellos ni respecto de sus estaciones de referencia (Figura 4.2.25). A nivel más específico, el género *Prochlorococcus*, representativo de condiciones más bien oligotróficas en los océanos, constituyó una parte importante de las comunidades en JF5 y JF6 pero no así, o escasamente, en las estaciones de referencia de JF5 y monte O'Higgins, además de las estaciones en el monte O'Higgins (Figuras 4.2.5, 4.2.12 y 4.2.19). A su vez, *Synechococcus* mostró menores abundancias en JF6 en comparación con los otros 2 montes y fue mayor en el monte O'Higgins que en JF5 (Tabla 4.2.15).

La abundancia promedio de nano-plancton autótrofo en la sección 1 de los 3 montes (0-75 m de profundidad) fue relativamente similar entre ellos y sus respectivas estaciones de referencia, excepto por las diferencias entre la estación de referencia de JF6 (mayor) y JF6 (Figura 4.2.26) que, además, se refleja en la dominancia de esta fracción en el aporte a la clorofila-a total en la estación de referencia (Tabla 4.2.6). Como grupos funcionales, los nano-flagelados autótrofos fueron el componente dominante en los 3 montes (Tabla 4.2.16).

La abundancia promedio de micro-plancton autótrofo (incluyendo autótrofos y mixotrofos) en la sección 1 de los 3 montes (0-50 m de profundidad) fue dominada por las diatomeas (62-86%) en los 3 casos y sus respectivas estaciones de referencia (Figura 4.2.27). Los valores promedios por monte revelaron que en JF6 y su estación de referencia las diatomeas son dominantes, pero son un orden de magnitud más bajos que en los otros 2 montes (Tabla 4.2.17). Por otra parte, el aporte del micro-plancton heterótrofo es muy inferior al de los componentes autótrofos (diferencias entre MT y MA en Tabla 4.2.17).

A un nivel más específico en la composición del micro-plancton autótrofo, los géneros dominantes de diatomeas en los 3 montes fueron variables en abundancia y aportes relativos al

total de la fracción (Tabla 4.2.18). En el MO dominó *Chaetoceros* en primer lugar (37%), seguido de *Thalassiosira* (12%) y *Pseudonitzschia* (19%). En el JF5, los géneros dominantes fueron *Pseudonitzschia* (48%) seguido de *Guinardia* (31%); en JF6 también fue *Pseudo-nitzschia* (38%), seguido por *Guinardia* y *Thalassiosira* (~15%). Respecto de las estaciones de referencia, no hubo diferencias mayores en los géneros *Pseudo-nitzschia* y *Thalassiosira* pero si respecto de *Guinardia* (JF5 y JF6) y *Chaetoceros* (los 3 montes). Entre los géneros de Dinoflagelados, destacan las mayores abundancias en el monte O'Higgins en comparación con JF5 y JF6, similarmente como ocurre en el caso del género *Euglena* entre los micro-Flagelados.

4.2.5. Caracterizar la distribución vertical y horizontal de la biomasa del meso-zooplankton, asociada a los montes submarinos

Las estimaciones de biomasa de forma directa y aquellas por ZooScan fueron consistentes en términos generales, con una aparente subestimación de parte del ZooScan, cercana al 25%. Esta variación fue sistemática, sugiriendo que el método automático podría subestimar la biomasa in situ. No obstante, la medición directa puede incorporar material vivo/no vivo no incluido por el ZooScan. Se recomienda de todas formas realizar pruebas para introducir posible correcciones a los valores entregados por el ZooScan. La relación entre ambas estimaciones se muestra en la Figura 4.2.28.

La biomasa superficial (0-100) fluctuó entre un máximo de 4.5 mg C m⁻³ en la estación MO-07 del monte O'Higgins y un mínimo observado de 0.9 mg C m⁻³ en la estación de referencia del monte JF6. Mientras que el máximo integrado de la columna de agua se observó en el monte O'Higgins cercano a 0.5 g C m⁻², siendo este valor mayor que en los montes JF5 y JF6 (Tabla 4.2.19). El monte JF6 presentó las menores biomazas en toda la columna de agua. Respecto a la distribución vertical, los primeros 100 m representaron sobre el 80% de la biomasa total de la columna de agua similar en todas las estaciones, en los 3 montes.

La distribución vertical de la biomasa desagregada por estaciones de muestreo para el monte O'Higgins se muestra en la Figura 4.2.29. Las estaciones MO-02 y MO-07 localizadas en el sector Este del monte destacan por su mayor biomasa superficial, especialmente al MO-07, la

cual sigue siendo la que presenta mayor biomasa hasta 300 m. La estación MO-19 localizada más al oeste del monte, mostró la menor biomasa, siendo esta muy similar a la obtenida para la estación de referencia. En el monte JF5 (Figura 4.2.30) la estación control mostró una mayor biomasa superficial, aunque solo se muestreó en la capa de 100 m. La estación M5-02, localizada al Este también mostró mayor biomasa para todos los estratos muestreados. Para el monte JF6 nuevamente la estación localizada al Este, M6-02 mostró la mayor biomasa superficial, aunque solo se muestreó en el estrato superficial. También en este monte la estación M6-07 mostró un incremento importante de la biomasa en el estrato sub-superficial de 100-200 m (Figura 4.2.31).

La estimación de biomasa para cada organismo observado, permitió obtener un espectro de biomasa. El espectro normalizado (escala logarítmica base 2) para 30 clases de tamaño se obtuvo para las muestras superficiales de la capa 0-100 m. El espectro medio ajustado por regresión lineal se contrastó con aquel de la estación control de cada monte. Los espectros ajustados se muestran en la Figura 4.2.32. Las pendientes de los espectros en su valor absoluto reflejan la estructura de tamaño de la comunidad. Las pendientes en el rango de 3.01 a 3.07 (valor absoluto) no son diferentes entre los 3 montes. Sin embargo las pendientes de las estaciones control son significativamente menores (ANCOVA, $P < 0.05$) a aquellas del monte respectivo.

En relación a la composición del zooplancton (Tabla 4.2.20), se observó una dominancia de organismos de pequeño tamaño y alta abundancia de estadios larvales de eufáusidos y de Copepoda, sugiriendo que las poblaciones se están reproduciendo activamente en la zona.

La estructura comunitaria fue similar en los 3 montes y caracterizada por una dominancia de copépodos de pequeño tamaño del Orden Ciclopoida, principalmente de la familia Oncaeidae. Estos microcrustáceos poseen un tamaño inferior a 1 mm y son típicos de aguas más oceánicas. También fueron abundantes los copépodos del género Oithona, que se caracteriza por estar presente en aguas oceánicas. No obstante, se destaca la presencia de otros copépodos de mayor tamaño (> 2 mm) que usualmente abundan en la zona más costera, incluso la presencia de eufáusidos, típicos de ambientes de surgencia costera.

4.3. Objetivo 3. Caracterizar la estructura de meso y submesoescala que se encuentran asociadas a los montes submarinos en estudio.

El campo de la clorofila-a superficial satelital, junto con los vectores de velocidad geostrófica (Figura 4.3.1), fueron analizados para el día 3 de septiembre de 2015, 10 días antes del crucero sobre los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins. La imagen satelital de este día presentó la menor interferencia por cobertura nubosa del mes de septiembre, y por su cercanía al periodo en el cual se realizaron las estaciones del crucero (13-24 de Septiembre), permitió una descripción detallada de algunos de los procesos dinámicos que pueden estar determinando la concentración de clorofila-a sobre los montes submarinos.

En la Figura 4.3.1 se observan numerosos remolinos de mesoescala de giro ciclónico (en sentido de las manecillas del reloj) y anticiclónico (en sentido con las manecillas del reloj), que han sido descritos previamente para la región como estructuras que se forman recurrentemente en la zona costera y se desplazan hacia el oeste a velocidades ~ 2 km d⁻¹ (Hormazabal et al., 2004; Correa-Ramirez et al., 2007). En algunos lugares se observa que las corrientes de meandro entre estas estructuras parecen ser las responsables de adveccionar a más de 200 km de la costa plumas de alta concentración de clorofila-a originadas en la surgencia costera, como se observa alrededor de 32,5°S al norte del monte O'Higgins. Fuera de la zona costera se observan algunos remolinos con incrementos importantes de clorofila-a en su interior. Se han reportado varios mecanismos por los cuales los remolinos de mesoescala pueden incrementar la concentración de clorofila-a en su interior; captura y transporte de aguas con alta concentración de clorofila, bombeo de nutrientes al interior de remolinos ciclónicos ("Eddy pumping"). Andrade et al. (2012) han mostrado que estas aguas de alta concentración de clorofila-a transportadas por los remolinos, eventualmente alcanzan el archipiélago de Juan Fernández y los montes submarinos aledaños, generando un impacto importante en la productividad alrededor de estas islas oceánicas.

En un acercamiento a los montes submarinos JF5 y JF6 (Figura 4.3.2 y 4.3.3) se observa que, previo a la realización del crucero, arriba un remolino anticiclónico a la zona de los montes. Además, se observan algunas estelas de alta concentración de clorofila-a y menor tamaño

(submesoescala) que se originan alrededor de la isla de Juan Fernández y que se extienden hacia el oeste hasta alcanzar la isla de Alejandro Selkirk. Estas estelas han sido asociadas a la formación de calles de Vórtices de Von Karman (Andrade et al., 2014), remolinos de submesoescala que se forman y desprenden cuando las corrientes marinas son perturbadas al chocar contra los montes e islas. La formación periódica de las calles de Von Karman hace que el máximo estacional de la clorofila-a en esta zona oceánica, se extienda hasta la primavera y genera un impacto en la comunidades pelágicas ubicadas hasta 400 km² alrededor de la islas (Andrade et al., 2014).

En la Figura 4.3.4 se presenta la distribución espacial de los Grupos Funcionales dominantes en el Fitoplancton, determinados mediante los campos de radianzas satelitales Modis-A en las longitudes de onda entre 412 a 555 nanómetros, siguiendo la metodología PHYSAT (Alvain et al., 2005). Se observa que en la zona costera al sur de 35°S el fitoplancton se encuentra dominado por *Phaeocystis* y diatomeas. Fuera de la costa las regiones de baja concentración de clorofila-a son predominantemente dominadas por nano-eucariotes (principalmente flagelados autótrofos). Pero las regiones donde los remolinos de meso y sub-mesoescala generan incrementos oceánicos de clorofila-a, el fitoplancton cambia a ser dominado por las cianobacterias *Prochlorococcus* y *Synechococcus*. Los acercamientos en el campo de grupos funcionales de las Figuras 4.3.5 y 4.3.6 muestran que estas estructuras generan también una alta variabilidad en la composición de la comunidad del fitoplancton sobre los montes submarinos.

4.3.1. Remolinos de mesoescala

En las Figuras 4.3.8, 4.3.9, 4.3.19, se puede observar la velocidad geostrofica sobre los montes O'Higgins, JF5 y JF6, respectivamente, durante las fechas de estudio de cada uno. En estas se puede observar la presencia de los remolinos de mesoescala que afectan la zona, siendo el principal, el remolino anticiclónico dentro del que se encontraba el monte JF5 al momento del muestreo (Figura 4.3.9).

Además podemos observar en la Figura 4.3.7, el seguimiento realizado sobre este mismo remolino, el cual tiene su nacimiento en las cercanías de Concepción en enero de 2015.

4.4. Objetivo 4. Determinar el efecto de los montes submarinos sobre la distribución de las propiedades físico químicas de la columna de agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, y nutrientes). Establecer las condiciones oceanográficas de cada área objeto del estudio.

Utilizando datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) del producto combinado de MODIS, AMSR-E y AVHRR distribuido por GHRSSST (<http://ghrsst.jpl.nasa.gov>), Clorofila Satelital (Clo-a) obtenidos del producto MODIS Aqua nivel-2 (<http://www.oceancolorweb.com>) y Anomalía del Nivel del Mar (ANM) del producto combinado de las misiones TOPEX/Poseidon, Jason-1, ERS-1/2 y Envisat, distribuidos por AVISO (<http://www.aviso.oceanobs.com>), dentro del período 2010-2015, se construyeron series de tiempo de éstas variables sobre cada monte y su respectiva estación control.

Durante todo el periodo de estudio, la base de datos de Clo-a presentó una alta nubosidad próxima a la costa, interfiriendo en los datos obtenidos de esta variable e imposibilitando la reconstrucción de su campo espacial y temporal mediante los algoritmos de interpolación, debido a la gran ausencia de datos por pixel. Debido a esto, las series de tiempo de Clo-a sobre el monte O'Higgins y su estación control no pudieron ser construidas, ya que su ubicación coincidió con el área de mayor recurrencia de pixeles sin registro. A pesar de esto, para cada monte se seleccionó una imagen de Clo-a con la menor interferencia de la nubosidad, permitiendo de esta forma describir las principales características de esta variable durante el periodo cercano a la fecha de realización del crucero. Desde marzo a diciembre de 2014, la interferencia de la nubosidad en el registro de la información satelital generó el mismo problema sobre los montes más oceánicos (JF5 y JF6). A pesar de esto, los resultados que se presentan a continuación, donde se identifican las principales bandas de variabilidad de la clorofila superficial del mar en la vecindad de los montes submarinos, son coherentes con lo evidenciado por Andrade *et al.* (2012). En este trabajo, mediante el análisis espectral (MTM-SVD) de ocho años de Clo-a, anomalía del nivel del mar, energía cinética y viento satelital, determinan que la banda anual, semianual y un cuarto del ciclo anual son las más significativas y que las bandas de frecuencias más importantes en relación a la variabilidad total de la clorofila superficial del mar se vinculan con las fluctuaciones del campo

de anomalía del nivel del mar (ciclo anual y semianual), por medio de remolinos de mesoescala o por el paso de ondas Rossby (Figura 2 en Andrade *et al.*, 2012).

Se estimó la densidad espectral de cada serie de tiempo utilizando el método de Welch con 8, 12, 16 y 20 grados de libertad en las bandas de 0,001-0,01 (cpd), 0,01-0,03 (cpd), 0,03-0,1 (cpd) y 0,1-0,2 (cpd), respectivamente, con un 95% de significancia. Además, utilizando la misma metodología, se construyeron los espectros de coherencia cuadrada y de fase entre las series de tiempo sobre los montes y las estaciones control respectivas.

A cada serie de tiempo se le realizó un análisis en el espacio tiempo-frecuencia, basado en el análisis de Wavelet. Para ello, se obtuvieron los espectros de potencia utilizando la wavelet madre de Morlet. La significancia estadística de los espectros se realizó mediante un experimento de Montecarlo con 10000 iteraciones.

4.4.1 Resultados del análisis en el dominio de la frecuencia

Banda anual (90-400 días)

La TSM sobre los montes y sobre sus respectivas estaciones control, presentaron incrementos de energía en la banda anual, centrada en ~365 días, presentando un pico de energía próximo a las fluctuaciones con periodo cercano a un cuarto del ciclo anual (~100 días). Sobre los montes JF5 y O'Higgins y sus respectivas estaciones control, se observó un pico relativo de energía centrado en ~145 días, próximo a las fluctuaciones con periodos cercanos a un tercio de la señal anual (Figura 4.4.1 a, b y c).

Dentro de esta banda, la Clo-a sobre el monte JF6 presentó un incremento de energía, de similar amplitud, en ~365 días y ~170 días (cercano al período de las fluctuaciones semianuales), mientras que su estación control, si bien coincidió con el pico de energía centrado en ~365 días, no mostró un incremento significativo de energía próximo a la banda semianual, pero si en la banda con un periodo cercano a un tercio de la señal anual, similar a lo que presenta el espectro de potencias de la TSM (Figura 4.4.1 a y d). La Clo-a, al igual que la TSM, mostró un incremento

de energía centrado en ~100 días. En la Clo-a la amplitud de estas fluctuaciones fue mayor sobre el monte JF6 que sobre su estación de referencia (Figura 4.4.1d). Sobre el monte JF5, la energía incrementó en forma significativa en la banda anual, centrada en ~365 días, mientras que su estación control también presentó el incremento de energía en la banda anual, además de otro centrado en ~100 días.

La Anomalía del Nivel del Mar (ANM) sobre el monte JF6 presentó un incremento significativo de energía centrado en ~365 días y otro centrado en ~100 días, siendo el primero de mayor amplitud que el segundo. Su estación control, también presentó un incremento de energía en ~365 días, sin embargo éste mostró una mayor amplitud que sobre el monte. Aunque la estación de referencia no mostró un pico en ~100 días, si presentó uno centrado en ~94 días (más cercano a las fluctuaciones correspondientes a un cuarto del periodo anual) (Figura 4.4.1f). Sobre el monte JF5 y su estación de referencia, también se observó el incremento de energía centrado en ~365 días, cuya amplitud fue similar en ambos casos. En ambas regiones (sobre el monte JF5 y su estación de referencia), también se presentó un incremento de energía centrado en ~100 días, el que fue mayor sobre la estación de referencia (Figura 4.4.1g). En el caso de la ANM sobre el monte O'Higgins, esta mostró incrementos significativos de energía centrados en ~365 días y ~170 días, con la mayor amplitud en ~170 días. Para esta variable, la estación de referencia además de mostrar el incremento de energía centrado en ~365 días, presentó otro de mayor amplitud centrado en ~140 días (Figura 4.4.1h).

Banda intraestacional (20-90 días)

Dentro esta banda existieron incrementos significativos de energía en la TSM sobre los tres montes y sobres sus respectivas estaciones control. Sobre el monte JF6 se observó un incremento de energía centrado en ~24 días y otro en ~34 días. El incremento de energía centrado en ~24 días no se observó en la estación de referencia, pero si el de ~34 días. Por otra parte, la estación de referencia además presentó un incremento de energía con un período más largo, centrado en ~48 días (Figura 4.4.1a). Sobre el monte JF5 y su respectiva estación de referencia, se observó que la TSM también presentó incrementos de energía centrados en ~48, ~34 y ~24 días. Por otra parte,

en la estación de referencia, la TSM presentó otro incremento de energía de menor frecuencia centrado en ~64 días (Figura 4.4.1b). Sobre el monte O'Higgins, la TSM presentó un incremento de energía centrado en ~48 días, además de otro de período más corto (~31 días), mientras que su estación de referencia presento dos incrementos significativos de energía centrados en ~25 y 31 días. Además, sobre el monte O'Higgins y su estación control se observó un incremento de energía centrado en ~73 días, con una mayor amplitud en la estación de referencial (Figura 4.4.1c).

La Clo-a sobre el monte JF6 presentó varios incrementos significativos de energía dentro de la banda intraestacional, siendo el más energético el de ~51 días, seguido por el de ~36 días y por último, uno centrado en ~22 días. Para este monte, la estación de referencia presento un pico más energético centrado en ~32 días, seguido de otro de menor frecuencia centrado en ~60 días y uno de menor energía centrado en ~25 días (Figura 4.4.1d). Sobre el monte JF5 y su estación de referencia se observo un incremento significativo de energía centrado en ~54 días, ~28 días y ~43 días. En esta región el pico de ~54 días fue más energético en la estación de referencia. Sobre el monte JF5, además del incremento de energía centrado en ~54 días, se observó otro de menor frecuencia y de similar amplitud centrado en ~68 días, seguido de dos picos centrados en ~38 y ~26 días (Figura 4.4.1e).

En el caso de la ANM sobre el monte JF6 y su respectiva estación control, se observó un incremento significativo de energía centrado en ~85 días, siendo el más energético dentro de esta banda. Sobre el monte JF6, además se observaron incrementos significativos de energía centrados en ~64, ~47, ~33 y ~22 días, y sobre su estación de referencia los picos se centraron en ~60, 39 y 23 días, donde la amplitud de éstos picos presento una disminución de su energía con el aumento de la frecuencia (Figura 4.4.1f). Sobre el monte JF5 y su respectiva estación de referencia, la energía en la banda intraestacional presentó 4 incrementos significativos de energía centrados en ~79, ~45, ~33 y ~24, siendo los de mayor amplitud sobre la estación control (Figura 4.4.1g). En cuanto a la ANM sobre el monte O'Higgins, esta mostró incrementos significativos de energía dentro de la banda intraestacional centrados en ~85, ~51 y 37 días, mientras que su estación de referencia presento un pico de energía centrado en ~41, 26 y 20 días, además de los observados

sobre el monte O'Higgins.

Fluctuaciones de períodos inferiores a 20 días

En las fluctuaciones de períodos más cortos que 20 días, se observaron incrementos de energía correspondientes sólo al área sobre los montes submarinos, otros presentes únicamente en el área de las estaciones de referencia, y otros picos de energía observados en ambas regiones (sobre el monte y su estación de referencia respectiva).

En el caso de la TSM sobre el monte JF6 y en su estación control, se observaron incrementos significativos de energía centrados en ~17, ~13, ~9, ~6,6 y ~5,6 días. Además sobre el monte JF6, la TSM presentó incrementos de energía centrados en ~15 y ~11 días, en cambio solo en la estación de referencia se observaron incrementos de energía centrados en ~11,4 y ~8 días (Figura 4.4.1a). Sobre el monte JF5 y en la estación de referencia, se observaron incrementos significativos de energía centrados en ~18, ~13, ~11, ~9, ~8, ~6,6 y ~5,5 días (Figura 4.4.1b). La TSM sobre el monte O'Higgins y su estación de referencia presentó dos picos de energía, centrados en ~12,5 y 6,4 días. Además, solo sobre el monte la TSM mostró incrementos de energía en las bandas centradas en ~16, ~11, ~8 y ~7 días, mientras que solo sobre la estación de referencia se observaron picos de energía centrados en ~17, ~14, ~9, ~7,5, ~6, ~5 días (Figura 4.4.1c).

La Clo-a sobre el monte JF6 presentó un incremento significativo de energía centrado en ~15,7 días, mientras que la estación de referencia presentó picos de energía centrados en ~17 y ~7 días, mientras que en ambas regiones (sobre el monte y estación de referencia), los picos significativos de energía se centraron en ~13, ~11,5, ~10, ~8, ~6,5 y ~5,6 días (Figura 4.4.1d). En el caso del monte JF5 y su estación de referencia, la Clo-a mostró incrementos significativos de energía centrados en ~19, ~12, ~8, y ~5,6 días, en cambio solo sobre el monte se observaron incrementos de energía centrados en ~14,6, ~11, ~7 y ~6,6 días, mientras que solo sobre la estación de referencia se observaron incrementos de energía centrados en ~17, ~9 y ~6,7 días (Figura 4.4.1e). La ANM sobre el monte JF6 y su estación de referencia presentó incrementos significativos de

energía centrados en ~13,5, ~12, ~11, ~8,5, ~7,7 y ~6,6 días. Además, solo sobre el monte se observaron incrementos de energía centrados en ~16,5, ~6 y ~5,5 días, en cambio sobre su estación de referencia los picos de energía se centraron en ~18, ~15,8, ~7 y ~5,8 días (Figura 4.4.1f).

La ANM en el área sobre el monte JF5 y su respectiva estación de referencia mostró incrementos significativos de energía centrados en ~15, ~10, ~8,6, ~7,4, ~6,8 y ~6 días. Además, solo sobre el monte se observaron incrementos de energía centrados en ~18 y ~12,3 días, en cambio solo sobre su estación de referencia se observaron picos de energía centrados en ~19, ~7, ~13,3, ~11,3 y ~5,6 días (Figura 4.4.1g). Sobre el monte O'Higgins y su estación de referencia se observaron incrementos significativos de energía centrados en ~11, ~9,3, ~6,2, ~5,6 y ~5,3 días. Además, solo sobre el monte se observaron picos de energía centrados en ~19,6, ~16,5, ~14,4 y ~7,3 días, en cambio sobre la estación control éstos picos se centraron en ~16,2 y ~7 días (Figura 4.4.1h).

4.4.2 Resultados del análisis de coherencia cuadrada y fase

Temperatura Superficial del Mar

El análisis de coherencia cuadrada y fase entre la TSM sobre el monte JF6 y su respectiva estación de control, mostró que a períodos más largos que 200 días, ambas señales estuvieron en prácticamente en fase, con una diferencia del orden de horas, mientras que en las fluctuaciones entre 50 y 200 días se observó un desfase máximo de ~4 días (~8° en fluctuaciones de ~124 días y 16° en fluctuaciones de ~85 días). Al aumentar la frecuencia de las fluctuaciones el desfase observado siguió siendo del orden de horas, indicando que las fluctuaciones en esas bandas de frecuencias se presentan en forma casi simultánea. En el caso del monte JF5 y su estación de referencia, al igual que con el monte JF6, el máximo desfase observado no superó los ~4 días (~3,5 días o ~7,5° para las fluctuaciones de 170 días), y también a medida que la frecuencia aumentó la diferencia de fase fue pequeña, siendo del orden de horas. Entre el monte O'Higgins y su estación control, se observó lo mismo que en los otros montes (Figura 4.4.2a y d).

Clorofila satelital

El grado de asociación observado entre las señales de Clo-a sobre los montes y sus respectivas estaciones de referencia, fue analizado a través de espectros de coherencia y fase. En el caso del monte JF5, solo se observaron relaciones significativas en las fluctuaciones con períodos menores a ~50 días. Dentro de estos periodos en la mayoría de las bandas de frecuencias se presentaron diferencias de fase del orden de horas, sin embargo también se presentaron bandas de frecuencia donde la diferencia de fase fue mayor, como es el caso extremo de la banda centrada en ~42 días, donde se observó un desfase de ~13 días (113°). En el caso del monte JF6 se observaron pocas bandas de frecuencias con una relación significativa, en la mayoría de ellas el desfase fue del orden de horas, pero también se presentaron relaciones significativas con diferencias de fase del orden de varios días, como es el caso de las fluctuaciones con periodos de ~204 días, donde el desfase fue de ~9 días (16°) (Figura 4.4.2b y e).

Anomalía del Nivel del Mar

El grado de asociación observado entre las señales de ANM sobre los montes y sus respectivas estaciones de referencia muestra que el mayor grado de asociación se presentó en el monte JF6 y monte O'Higgins más que en el monte JF5. El monte JF5 presentó una coherencia cuadrada significativa en las bandas centradas en ~60, ~30 y ~13 días, con un desfase de ~9, ~1,5 y ~1 día, respectivamente. En el monte JF6 el máximo desfase observado fue de ~7 días ($\sim 18^\circ$) para fluctuaciones de ~146 días, mientras que para el monte O'Higgins fue de ~9,3 días ($\sim 36^\circ$) para fluctuaciones de ~93 días (Figura 4.4.2c y f).

4.4.3 Resultados del análisis en el espacio tiempo-frecuencia

Monte JF6

Los espectros de potencia de Wavelet para las series de tiempo sobre el monte JF6 y su estación de referencia, muestran que la banda anual centrada en ~365 días, fue la más energética durante todo el registro. En el caso de la Clo-a, se observó una leve intensificación de la energía en la

banda anual a partir del año 2011, además de un incremento en su ancho de banda (Figura 4.4.3, 4.4.4 y 4.4.5).

Además de las fluctuaciones centradas en ~365 días, se observaron incrementos significativos en la variabilidad asociado a las fluctuaciones de tipo semianual (~182,5 días). En esta banda de frecuencia, si bien se obtuvieron incrementos significativos de energía en la TSM, Clo-a y ANM, se presentaron diferencias en cuanto a su intensificación y modulación en función del tiempo, mostrando una mayor amplitud durante el período de primavera y verano en la TSM, un aumento en su energía desde el año 2011 y una disminución de ésta en el 2015 en la Clo-a, y una banda mas energética hasta finales del 2014 y con menor energía durante el 2015 en la ANM (Figura 4.4.3, 4.4.4 y 4.4.5).

La TSM además mostró incrementos de energía en la banda asociada al periodo correspondiente a un tercio del periodo anual (~120 días), la cual no fue significativa en los espectros de potencia de Wavelet, pero si en el espectro de potencias de Welch (Figura 4.4.1a y 4.4.3). En esta banda de frecuencias se presentó una intensificación de la energía desde enero de 2012 a junio de 2014 y desde julio del 2015 hasta el final de registro (Figura 4.4.3). La Clo-a sobre el monte presentó, durante el año 2010, un aumento de la energía en esta banda, mientras que en la estación control este aumento de energía se observo en el período 2012-2014 y de menor energía durante el 2015 (Figura 4.4.4). La ANM también mostró un incremento significativo de energía dentro de esta banda, la que aumentó durante el verano del 2011, 2012 y 2014 (Figura 4.4.5).

En la banda de frecuencias asociadas a un cuarto del periodo anual (~90 días), la TSM presentó una intensificación en su energía durante el año 2012 y desde agosto del 2013 a enero del 2015 (Figura 4.4.3). Dentro de esta banda de frecuencias, se observó un aumento de la energía en la Clo-a asociada a los montes, particularmente durante el período 2010-2011 y la primavera del 2012 y 2013, mientras que sobre la estación control, esta intensificación se observó en las primaveras (Figura 4.4.4). En esta banda de frecuencias la ANM también presentó un aumento de energía durante la primavera, además de un incremento en el periodo comprendido entre marzo de 2014 a septiembre del 2015 (Figura 4.4.5).

La energía asociada a las fluctuaciones de la banda intraestacional, observadas en las tres variables (TSM, Clo-a y ANM), se presentó con una marcada estacionalidad, intensificándose durante el período de primavera-verano. Dentro de esta banda de frecuencias, solo la ANM presentó un incremento de energía que abarco todo el año 2015 (Figura 4.4.3, 4.4.4 y 4.4.5).

Monte JF5

La TSM, Clo-a y ANM presento durante todo el registro incrementos significativos de energía dentro de la banda anual (~365 días), siendo esta frecuencia la más energética en todas las variables (Figura 4.4.6, 4.4.7 y 4.4.8). Además, en todas la variables se presentó un incremento significativo de energía en las frecuencias asociadas a los subarmónicos de la señal estacional.

La señal semianual en la TSM fue intensa desde el año 2010 hasta mayo de 2012, entre septiembre de 2013 a junio de 2014 y desde agosto del 2015 hasta el final del registro (Figura 4.4.6). En la Clo-a, también se observó un incremento de energía desde el año 2010 hasta el 2012, con una disminución a partir de marzo de 2012, y en el periodo comprendido entre junio de 2014 a diciembre de 2015 (Figura 4.4.7). En la ANM la banda de frecuencias semianual se presento con alta energía a lo largo de todo el registro (Figura 4.4.8).

En la señal de TSM sobre el monte y su respectiva estación de referencia, se observó un incrementó en la energía de las fluctuaciones asociadas a periodos de un tercio y un cuarto del ciclo anual, particularmente durante el año 2012 y el año 2015 (Figura 4.4.6). En el caso de la Clo-a, la banda asociada a un tercio del ciclo anual, presento incrementos significativos de energía durante el periodo comprendido desde septiembre de 2011 hasta finales de 2015. En la banda asociada a un cuarto del ciclo anual, sobre el monte se presentó un incremento de la energía durante el periodo comprendido desde febrero de 2011 a febrero de 2012, desde junio de 2013 a fines de 2014 y en junio de 2015, y sobre su estación control desde el 2010 al 2011 (Figura 4.4.7). La señal de ANM, dentro de la banda asociada a un tercio del ciclo anual, se observo un incremento de energía desde agosto de 2010 a septiembre de 2013 y durante el año 2014. En la banda de frecuencias asociadas a un cuarto del ciclo anual, sobre el monte se observó

un incremento de energía durante el año 2014, y sobre la estación de referencia el incremento se observó durante la primavera de 2013 y desde el año 2014 hasta finales de 2015 (Figura 4.4.8).

Además, durante el período de primavera-verano la señal de TSM presentó pulsos de energía dentro de la banda intraestacional, al igual que la Clo-a, sin embargo, en la Clo-a la mayor energía asociada al área sobre el monte, se observó en los años 2012 y 2015, y sobre la estación de referencia en los años, 2010, 2011 y 2015 (Figura 4.4.6 y 4.4.7). La señal de ANM no mostró incrementos significativos de energía en esta banda de frecuencias, coincidiendo con la disminución de la energía en el espectro de Welch (Figura 4.4.8).

Monte O'Higgins

Los espectros de potencia de Wavelet para las series de tiempo sobre el monte O'Higgins y su estación de referencia, muestran que las fluctuaciones de la TSM en la banda anual (~365 días), fue la más energética durante todo el registro (Figura 4.4.9). En el caso del ANM esta banda se mantuvo intensa hasta fines del año 2014 y luego disminuyó su energía el 2015, (Figura 4.4.10).

En la banda semianual, en ambas variables (TSM y ANM) se presentó un incremento de energía que abarcó todo el registro (Figura 4.4.9 y 4.4.10). En la banda asociada a un tercio del ciclo anual, la TSM presentó incrementos significativos de energía durante el verano del año 2014 (Figura 4.4.9), mientras que la ANM presentó un aumento en la energía durante octubre 2010-marzo 2012 y desde julio 2013 hasta el término del registro (Figura 4.4.10).

Las fluctuaciones asociadas a un cuarto del ciclo anual fueron significativas en la TSM durante el verano del año 2013 (Figura 4.4.9). En esta banda de frecuencias, la ANM sobre el monte, presentó un incremento significativo de su energía durante el período 2010-2012, junio del 2013, y enero-abril del 2015, mientras que sobre la estación de referencia, el incremento de energía se observó durante el año 2010, 2012 y desde mayo de 2013 hasta fines de 2015 (Figura 4.4.10).

Dentro de la banda intraestacional, la TSM presentó incrementos de energía desde el 2011 hasta el 2015, que si bien no fueron significativos en el espectro de wavelet, podrían explicar el pico

observado en el espectro de Welch (Figura 4.4.1c y 4.4.9). En esta banda de frecuencias, la ANM sobre el monte presentó varios períodos con incrementos significativos de energía (periodo 2010-2012, octubre de 2013, marzo-agosto del 2015), mientras que en la estación de referencia los incrementos de energía se presentaron en los años 2010, 2012 y el periodo comprendido desde mayo de 2013 hasta fines de 2015 (Figura 4.4.10).

4.5. TABLAS

Tabla 4.1.1. Estadística de las variables biogeoquímicas (oxígeno disuelto, nutrientes y razones entre nutrientes) determinadas en la capa superficial de la columna de agua sobre el monte O'Higgins durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2015.

	Salinidad	Sigma-t (kg m ⁻³)	O ₂ (mL L ⁻¹)	Nitrato (μM)	Nitrato (μM)	Fosfato (μM)	Silicato (μM)	N*
Media	34,18	25,62	6,20	5,89	0,14	0,90	1,49	-5,41
Error típico	0,00	0,00	0,01	0,15	0,01	0,01	0,17	0,13
Mediana	34,13	25,61	6,24	5,70	0,14	0,90	1,09	-5,49
Moda	34,27	25,61	6,19	5,40	0,19	#N/A	0,10	#N/A
Desviación estándar	0,09	0,04	0,26	1,37	0,08	0,13	1,59	1,19
Varianza de la muestra	0,01	0,00	0,07	1,88	0,01	0,02	2,54	1,41
Rango	0,28	0,29	1,96	9,10	0,38	0,80	8,54	6,57
Mínimo	34,04	25,48	4,66	3,30	0,00	0,50	0,00	-7,70
Máximo	34,32	25,77	6,62	12,40	0,38	1,30	8,23	-1,13
Nivel de confianza (95,0%)	0,00	0,00	0,01	0,30	0,02	0,03	0,34	0,26

Tabla 4.1.2. Características de la distribución de las variables físicas y biogeoquímicas en la columna de agua sobre el monte O'Higgins y su estación de referencia, durante el crucero FIP-Monte Submarino 2016.

MONTE O'HIGGINS																			
St	Latitud	Longitud	Prof estación (m)	Capa de mezcla (m)	Inicio ZMO (m)	Fondo ZMO (m)	Grosor ZMO (m)	Min O ₂ (mL L ⁻¹)	Inicio Oxiclina	Fondo oxiclina	Grad O en oxiclina*	NO ₃ ⁻ superf (μM)	NO ₂ ⁻ superf (μM)	PO ₄ ⁻³ superf (μM)	Si superf (μM)	N* superf (μM)	NH ₄ ⁺ superf (μM)		
0	-33,15	-73,8	3553	80	154	341	187	0,6	74	170	0,0538	5,09	0,17	0,86	1,32	-5,66			
1	-32,8	-73,6	2564	62	155	340	185	0,46	56	175	0,043	6,10	0,12	1,02	1,03	-7,23			
2	-32,9	-73,6	2679	53	131	345	214	0,27	45	72	0,096	5,66	0,18	0,88	0,79	-5,39			
3	-32,85	-73,6	1075	62	140	339	199	0,38	51	143	0,0510	5,57	0,12	0,96	0,78	-6,66			
4	-32,8	-73,7	2550	73	171	342	171	0,53	67	129	0,0696	5,50	0,03	0,85	1,56	-4,99			
5	-32,9	-73,7	2954	55	125	343	218	0,45	51	122	0,0613	8,30	0,19	1,18	1,76	-7,56			
6	-32,8	-73,7	2810	64	148	335	187	0,46	60	138	0,0475	6,80	0,14	1,01	0,74	-6,39			
7	-32,9	-73,8	2635	59	139	333	194	0,52	61	148	0,0506	6,50	0,13	0,96	0,79	-5,63			
8	-33	-73,8	3050	63	164	347	183	0,46	59	145	0,0498	5,90	0,16	0,95	0,93	-6,27			
9	-32,95	-73,8	1400	72	146	348	202	0,47	63	142	0,0588	6,30	0,19	0,96	0,83	-5,82			
10	-32,85	-73,8	1397	61	163	341	178	0,46	57	193	0,0385	8,10	0,13	1,08	1,55	-5,90			
11	-32,8	-73,9	2589	66	158	335	177	0,45	51	162	0,0476	6,07	0,21	0,84	0,92	-4,20			
12	-32,85	-73,9	1682	73	158	357	199	0,41	68	152	0,0470	6,10	0,08	0,97	0,50	-6,38			
13	-32,9	-73,9	375	62	159	353	194	0,4	57	160	0,0432	5,63	0,03	0,81	1,94	-4,28			
14	-32,95	-73,9	1095	78	159	357	198	0,58	71	159	0,0503	5,42	0,20	0,82	2,00	-4,52			
15	-33	-73,9	2320	72	141	349	208	0,4	68	153	0,0587	5,06	0,13	0,87	2,38	-5,67			
16	-32,95	-74	1510	61	164	362	198	0,45	57	143	0,0419	5,90	0,23	0,90	1,41	-5,37			
17	-32,85	-74	1935	60	145	360	215	0,51	56	145	0,0487	6,00	0,17	0,92	6,73	-5,49			
18	-32,8	-74	3480	70	155	339	184	0,46	65	132	0,0492	6,10	0,18	0,95	1,37	-5,76			
19	-32,9	-74	2057	78	160	371	211	0,42	74	156	0,0503	4,59	0,18	0,77	2,15	-4,64			
20	-33	-74	2980	63	131	389	258	0,31	59	133	0,0639	5,80	0,17	0,91	1,00	-5,45			
			estaciones con una sola profundidad muestreada																
			estación monte																

*Gradiente de oxígeno disuelto en la oxiclina en ml de O₂ l⁻¹ m⁻¹.

Tabla 4.1.3. Estadística de las variables biogeoquímicas (oxígeno disuelto, nutrientes y razones entre nutrientes) determinadas en la capa superficial de la columna de agua sobre el Monte JF5 durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2015.

	<i>Salinidad</i>	<i>Sigma-t</i> (kg m ⁻³)	<i>Oxígeno</i> (mL L ⁻¹)	<i>Nitrato</i> (μM)	<i>Nitrito</i> (μM)	<i>Fosfato</i> (μM)	<i>N*</i> (μM)	<i>Amonio</i> (μM)	<i>Silicato</i> (μM)
Media	34,106	25,494	6,16	5,89	0,08	0,72	-2,60	0,27	1,38
Error típico	0,000	0,001	0,00	0,20	0,00	0,01	0,12	0,02	0,17
Mediana	34,101	25,500	6,14	5,50	0,07	0,72	-2,38	0,24	0,94
Moda	34,093	25,500	6,27	6,80	0,07	#N/A	#N/A	#N/A	0
Desviación estándar	0,020	0,026	0,12	2,25	0,05	0,14	1,29	0,11	1,87
Varianza de la muestra	0,000	0,001	0,01	5,07	0	0,02	1,66	0,01	3,48
Mínimo	34,024	25,39	5,40	2,00	0	0,41	-6,12	0,12	0
Máximo	34,187	25,61	6,59	27,90	0,27	1,97	0,23	0,57	11,92
Cuenta	2606	2606	2608	125	125	124	124	43	124
Nivel de confianza(95,0%)	0,0008	0,0010	0,0046	0,40	0,01	0,02	0,23	0,04	0,33

Tabla 4.1.4. Características de la distribución de las variables físicas y biogeoquímicas en la columna de agua sobre el monte JF5 y su estación de referencia, durante el crucero FIP-Monte Submarino 2016.

St	Latitud	Longitud	Prof estación (m)	Capa de mezcla (m)	Inicio ZMO (m)	Fondo ZMO (m)	Grosor ZMO (m)	Min O ₂ (mL L-1)	Inicio Oxiclina	Fondo oxiclina	Grad O en oxiclina*	grosor Oxiclina	NO ₃ ⁻ superf (μM)	NO ₂ ⁻ superf (μM)	NH ₄ ⁺ superf (μM)	PO ₄ ⁻³ superf (μM)	Si superf (μM)	N* superf (μM)
0	-34	-79,75	3900	100	208	211	3	0,94	94	205	0,0476	111	5,11	0,06	0,31	0,82	0,00	-5,02
1	-33,62	-79,49	3155	77	---	---	0	0,52	74	232	0,0270	158	6,50	0,10	0,31	0,80	0,56	-3,36
2	-33,72	-79,49	2683	119	239	283	44	0,52	116	242	0,0281	126	5,21	0,08	0,30	0,72	0,64	-3,33
3	-33,82	-79,49	3541	95	221	353	132	0,46	84	222	0,0258	138	5,50	0,08	0,21	0,80	0,40	-4,24
4	-33,77	-79,55	2430	122	239	318	79	0,51	109	245	0,0382	136	6,20	0,10	0,19	0,73	0,95	-2,54
5	-33,67	-79,55	2586	74	---	---	0	1,30	67	261	0,0271	194	5,30	0,07	0,38	0,81	0,70	-4,69
6	-33,62	-79,62	3150	48	---	---	0	1,56	55	225	0,0237	170	4,30	0,12	0,19	0,58	1,17	-1,91
7	-33,67	-79,62	1890	81	---	---	0	1,46	77	226	0,0237	149	4,74	0,00	0,41	0,63	1,84	-2,43
8	-33,72	-79,62	531	82	---	---	0	1,16	83	267	0,0247	184	4,86	0,07	0,55	0,70	0,27	-3,43
9	-33,77	-79,62	1395	62	---	---	0	1,16	61	201	0,0246	140	4,85	0,07	0,46	0,82	0	-5,35
10	-33,82	-79,62	2837	113	269	319	50	0,85	109	268	0,0334	159	5,15	0,08	0,39	0,68	0,62	-2,75
11	-33,77	-79,69	2465	115	---	---	0	1,60	125	205	0,0349	80	6,60	0,10	0,19	0,77	2,46	-2,76
12	-33,68	-79,69	2670	54	250	291	41	0,95	116	226	0,0307	110	5,30	0,05	0,31	0,79	0,37	-4,40
13	-33,62	-79,75	3180	37	---	---	0	2,04	78	274	0,0204	196	5,40	0,04	0,34	0,74	0,45	-3,46
14	-33,72	-79,75	2221	120	---	---	0	1,30	123	265	0,0362	142	5,37	0,01	0,23	0,61	1,87	-1,40
15	-33,82	-79,75	3098	122	---	---	0	1,33	121	199	0,0486	78	5,70	0,09	0,27	0,75	2,78	-3,28
16	-33,77	-79,82	1736	107	---	---	0	1,22	111	252	0,0375	141	5,50	0,09	0,17	0,67	1,00	-2,16
17	-33,67	-79,82	2045	108	---	---	0	2,08	117	286	0,0186	169	7,00	0,09	0,12	0,83	1,91	-3,24
18	-33,62	-79,89	2676	117	---	---	0	1,35	114	231	0,0371	117	6,71	0,11	0,15	0,72	0,53	-1,76
19	-33,67	-79,89	1690	105	---	---	0	1,46	119	250	0,0351	131	9,16	0,11	0,25	0,86	1,58	-1,53
20	-33,72	-79,89	400	105	---	---	0	1,14	102	212	0,0264	110	6,32	0,10	0,17	0,72	1,01	-2,25
21	-33,77	-79,89	923	96	---	---	0	1,14	92	257	0,0293	165	6,91	0,04	0,20	0,79	1,04	-2,78
22	-33,82	-79,89	2550	110	---	---	0	1,14	105	256	0,0373	151	6,58	0,09	0,20	0,69	3,77	-1,43
23	-33,77	-79,95	1931	96	---	---	0	1,59	121	214	0,0318	93	6,10	0,12	NaN	0,73	2,58	-2,57
24	-33,67	-79,95	2097	117	---	---	0	1,48	151	277	0,0325	126	4,30	0,11	0,22	0,57	2,89	-1,83
25	-33,62	-80,02	2960	103	---	---	0	1,51	101	268	0,0281	167	2,00	0,11	0,24	0,57	9,35	-4,12
26	-33,72	-80,02	2840	114	---	---	0	1,86	113	246	0,0279	133	6,32	0,12	0,22	0,68	2,43	-1,59

27	-33,82	-80,02	3200	107	---	---	0	2,11	130	233	0,0331	103	2,50	0,00	0,18	0,53	3,87	-3,07
----	--------	--------	------	-----	-----	-----	---	------	-----	-----	--------	-----	------	------	------	------	------	-------

Tabla 4.1.5. Estadística de las variables biogeoquímicas (oxígeno disuelto, nutrientes y razones entre nutrientes) determinadas en la capa superficial de la columna de agua sobre el Monte JF6 durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2015.

	Salinidad	Sigma-t (Kg m ⁻³)	Oxígeno (mL L ⁻¹)	Nitrato (μM)	Nitrato (μM)	Fosfato (μM)	N* (μM)	Amonio (μM)	Silicato (μM)
Media	34,17	25,48	6,02	4,97	0,07	0,63	-2,02	0,27	1,71
Error típico	0,00	0,00	0,00	0,13	0,01	0,02	0,18	0,01	0,36
Mediana	34,18	25,48	6,03	5,10	0,07	0,64	-2,03	0,27	1,26
Moda	34,19	25,47	6,00	5,20	0,00	#N/A	#N/A	#N/A	0,00
Desviación estándar	0,01	0,02	0,07	0,99	0,06	0,13	1,32	0,05	2,70
Varianza de la muestra	0,00	0,00	0,01	0,98	0,00	0,02	1,75	0,00	7,30
Rango	0,11	0,13	0,53	6,80	0,32	0,93	8,61	0,19	19,34
Mínimo	34,09	25,44	5,61	2,40	0,00	0,34	-7,81	0,15	0,00
Máximo	34,19	25,57	6,13	9,20	0,32	1,27	0,80	0,35	19,34
Nivel de confianza(95,0%)	0,00	0,00	0,00	0,26	0,02	0,03	0,35	0,02	0,72

Tabla 4.1.6. Características de la distribución de las variables físicas y biogeoquímicas en la columna de agua sobre el monte JF6 y su estación de referencia, durante el crucero FIP-Monte Submarino 2016.

St	Latitud	Longitud	Prof estación (m)	Capa de mezcla (m)	Inicio ZMO (m)	Fondo ZMO (m)	Grosor ZMO (m)	Min O ₂ (mL L ⁻¹)	Inicio Oxiclina	Fondo oxiclina	Grad O en oxiclina*	grosor Oxiclina	NO ₃ ⁻ superf (μM)	NO ₂ ⁻ superf (μM)	NH ₄ ⁺ superf (μM)	PO ₄ ⁻³ superf (μM)	Si superf (μM)	N* superf (μM)
0	-34,29	-80,27	3461	125	243	312	69	0,66	117	244	0,0398	127	4,74	0,08	0,2286	0,59	2,07	-2,02
1	-34,01	-80,17	3355	107	265	277	12	0,90	0,5	231	0,0246	231	4,95	0,005	0,2681	0,55	1,71	-0,93
2	-34,08	-80,17	3110	111	---	---	0	1,85	116	250	0,0219	134	5,11	0,12	0,2808	0,63	0,62	-1,87
3	-34,17	-80,17	3500	112	---	---	0	1,92	117	231	0,0236	114	5	0,06	0,1895	0,64	1,18	-2,03
4	-34,13	-80,21	1900	110	---	---	0	1,08	118	267	0,0261	149	5,5	0,07	0,2738	0,75	0,60	-3,32
5	-34,05	-80,21	2510	111	---	---	0	1,44	108	247	0,0319	139	4,3	0,07	0,2658	0,54	1,52	-1,13
6	-34,01	-80,25	2440	114	---	---	0	1,41	109	297	0,0206	188	5,06	0,08	0,3282	0,70	0,06	-3,05
7	-34,09	-80,25	522	107	---	---	0	1,44	117	262	0,0274	145	4,67	0,05	0,2916	0,57	1,50	-1,41
8	-34,17	-80,25	2462	97	---	---	0	1,12	98	269	0,0292	171	5,19	0,08	0,2253	0,63	1,37	-1,86
9	-34,12	-80,29	2460	109	---	---	0	1,04	106	274	0,0302	168	9,2	0,11	0,2727	1,27	19,3	-7,81
10	-34,05	-80,29	1300	112	---	---	0	1,65	95	281	0,0283	186	---	---	0,2564	---	---	---
11	-34,01	-80,33	2680	113	---	---	0	1,59	114	232	0,0252	118	2,8	0,05	0,2088	0,40	1,67	-0,46
12	-34,09	-80,33	2640	116	---	---	0	1,07	112	258	0,0325	146	5,13	0,06	0,2647	0,61	2,33	-1,52
13	-34,17	-80,33	3484	86	234	289	55	0,75	94	248	0,0301	154	3,1	0,06	0,2571	0,63	2,99	-3,73

Tabla 4.2.1. Resumen de estaciones de muestreo (perfiles: 0 a 150 m como máximo) para fitoplancton en los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins, y de referencia (Ref). Proyecto FIP 2014-04-02.

Monte	Estación	Biomasa (Clorofila-a)				Abundancia (Grupos funcionales)						
		n	Total	Micro	Nano	Pico	n	Micro	n	Nano	n	Pico
JF6	JF6-02	9	✓	✓	✓	✓	3	✓	9	✓	7	✓
	JF6-06	10	✓	✓	✓	✓						
	JF6-07	11	✓	✓	✓	✓	3	✓	11	✓	8	✓
	JF6-08	10	✓	✓	✓	✓						
	JF6-12	10	✓	✓	✓	✓	3	✓	10	✓	7	✓
	JF6 - 00 (Ref)	10	✓	✓	✓	✓	3	✓	10	✓	7	✓
JF5	JF5-02	10	✓	✓	✓	✓	3	✓	10	✓	7	✓
	JF5-06	7	✓	✓	✓	✓						
	JF5-07	8	✓	✓	✓	✓						
	JF5-08	10	✓	✓	✓	✓	3	✓	10	✓	9	✓
	JF5-09	7	✓	✓	✓	✓						
	JF5-10	8	✓	✓	✓	✓						
	JF5-14	11	✓	✓	✓	✓	3	✓	11	✓	8	✓
	JF5-18	8	✓	✓	✓	✓						
	JF5-19	7	✓	✓	✓	✓						
	JF5-20	10	✓	✓	✓	✓	3	✓	10	✓	9	✓
	JF5-21	7	✓	✓	✓	✓						
	JF5-22	7	✓	✓	✓	✓						
	JF5-26	10	✓	✓	✓	✓	3	✓	10	✓	7	✓
JF5-00 (Ref)	11	✓	✓	✓	✓	3	✓	10	✓	8	✓	
O'Higgins	MO- 02	11	✓	✓	✓	✓	3	✓	11	✓	9	✓
	MO-03	11	✓	✓	✓	✓	3	✓	11	✓	10	✓
	MO-04	8	✓	✓	✓	✓						
	MO-07	10	✓	✓	✓	✓	3	✓	10	✓	9	✓
	MO-11	8	✓	✓	✓	✓						

	MO-12	7	✓	✓	✓	✓						
	MO-13	10	✓	✓	✓	✓	3	✓	10	✓	8	✓
	MO-14	7	✓	✓	✓	✓						
	MO-15	8	✓	✓	✓	✓						
	MO-19	11	✓	✓	✓	✓	3	✓	10	✓	7	✓
	MO-00 (Ref)	10	✓	✓	✓	✓		✓		✓		✓

Tabla 4.2.2. Biomasa de fitoplancton como concentración de clorofila-a total y en clases de tamaño (micro-, nano- y pico-planctónica) en el monte submarino JF5 y su estación de referencia: promedio \pm desviación estándar, y contribución de cada clase al total de clorofila-a (rango y promedio) para datos en perfiles (0 a 150 m; mg m^{-3}), superficiales (0 m; mg m^{-3}), e integrados (0 a 100 m; mg m^{-2}). Proyecto FIP-2014-04-02.

Variable	n	JF5	%	Referencia	%
Chl-a Total					
Perfil	112	0.39 \pm 0.20		0.39 \pm 0.16	
Superficial	13	0.38 \pm 0.13		0.41	
Integrada	14	42.00 \pm 14.60		33.00	
Chl-a Micro					
Perfil	110	0.09 \pm 0.12	3 - 62 (21)	0.08 \pm 0.05	6 - 42 (21)
Superficial	13	0.09 \pm 0.11	5 - 59 (21)	0.06	15
Integrada	14	9.13 \pm 11.50	5 - 57 (20)	10.15	24
Chl-a Nano					
Perfil	110	0.16 \pm 0.08	24 - 69 (46)	0.17 \pm 0.08	38 - 48 (44)
Superficial	13	0.15 \pm 0.04	29 - 59 (44)	0.16	40
Integrada	14	16.80 \pm 4.80	34 - 60 (45)	18.76	45
Chl-a Pico					
Perfil	110	0.11 \pm 0.04	7 - 55 (34)	0.13 \pm 0.06	15 - 52 (35)
Superficial	13	0.02 \pm 0.03	12 - 53 (36)	0.17	45
Integrada	14	11.80 \pm 2.10	10 - 48 (34)	13.13	31

Tabla 4.2.3. Abundancia (células mL⁻¹) de pico-plancton en cada estación de la sección I del monte submarino JF5 y estación de referencia (00), incluyendo pico-plancton total (PTT), picoplancton autótrofo (APP), *Synechococcus* (Syn), *Prochlorococcus* (Proc) y Pico-eucariotas (PEUC). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP 2014-04-02.

Estación	PPT	APP	Syn	Proc	PEUC
JF5-26	432519 ± 73684	23692 ± 7464	9243 ± 2389	13082 ± 7027	1368 ± 519
JF5-20	389049 ± 147288	29256 ± 14896	11570 ± 6713	15545 ± 9815	2141 ± 1245
JF5-14	389404 ± 257462	23357 ± 12059	9213 ± 5533	11754 ± 6281	2391 ± 1792
JF5-08	274874 ± 111556	4702 ± 3116	3470 ± 2855	320 ± 736	912 ± 570
JF5-02	335466 ± 133129	8448 ± 2308	4158 ± 1737	2658 ± 1257	1632 ± 867
JF5-00	297345 ± 140201	18526 ± 9571	14902 ± 9516	1320 ± 2171	2304 ± 1437

Tabla 4.2.4. Abundancia (células mL⁻¹) de nano-plancton en cada estación de la sección I del monte submarino JF5 y estación de referencia (00), incluyendo nano-Diatomeas (NDIAT), nano-Ciliados autótrofos (ANCIL), nano-Dinoflagelados autótrofos (ANDIN), nano-Flagelados autótrofos (ANF), nano-plancton autótrofo total (NAT) y nano-plancton total (NT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP-2014-04-02.

Estación	NDIAT	ANCIL	ANDIN	ANF	NAT	NT
JF5-26	13.5 ± 5.7	8.5 ± 5.2	13.8 ± 9.5	1485 ± 722	1521 ± 732	1553 ± 746
JF5-20	16.1 ± 31.8	6.1 ± 8.4	34.5 ± 27.1	1188 ± 683	1244 ± 723	1288 ± 738
JF5-14	10.3 ± 13.8	0	0	2251 ± 1408	2261 ± 1412	2287 ± 1411
JF5-08	5.0 ± 7.4	0	2.7 ± 6.5	527 ± 455	535 ± 465	542 ± 464
JF5-02	26.2 ± 46.1	0	12.0 ± 9.5	144 ± 57	182 ± 92	197 ± 96
JF5-00	3.1 ± 4.9	0	5.5 ± 4.6	1244 ± 526	1252 ± 530	1309 ± 554

Tabla 4.2.5. Abundancia (células L⁻¹) de micro-plancton en cada estación de la sección I del monte submarino JF5 y su estación de referencia (00), incluyendo micro-Diatomeas (MDIAT), micro-Ciliados autótrofos (AMCIL), micro-Dinoflagelados autótrofos (AMDIN), micro-Flagelados autótrofos (AMFL), micro-plancton autótrofo total (MAT), y micro-plancton total (MT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP 2014-04-02.

Estación	MDIAT	AMDIN	AMCIL	AMFL	MAT	MT
JF5-26	335 ± 350	32 ± 9	37 ± 35	115 ± 68	519 ± 428	863 ± 322
JF5-20	361 ± 274	61 ± 13	23 ± 33	85 ± 53	531 ± 359	743 ± 352
JF5-14	21628 ± 11614	226 ± 224	81 ± 140	97 ± 168	22032 ± 11564	22744 ± 11925
JF5-08	9220 ± 3181	175 ± 143	0	115 ± 33	9510 ± 3294	9794 ± 3380
JF5-02	27021 ± 7209	358 ± 154	0	66 ± 57	27445 ± 7339	28262 ± 7345
JF5-00	8626 ± 5043	254 ± 64	0	319 ± 327	9199 ± 5336	10015 ± 5176

Tabla 4.2.6. Biomasa de fitoplancton como concentración de clorofila-a total y en clases de tamaño (micro-, nano- y pico-planctónica) en el monte submarino JF6 y su estación de referencia: promedio \pm desviación estándar, y contribución de cada clase al total de clorofila-a (rango y promedio) para datos en perfiles (0 a 150 m; mg m^{-3}), superficiales (0 m; mg m^{-3}), e integrados (0 a 100 m; mg m^{-2}). Proyecto FIP-2014-04-02.

Variable	n	JF6	%	Referencia	%
Chl-a Total					
Perfil	50	0.24 \pm 0.07		0.28 \pm 0.09	
Superficial	5	0.26 \pm 0.03		0.27	
Integrada	6	25.30 \pm 2.40		32.00	
Chl-a Micro					
Perfil	50	0.02 \pm 0.01	3 - 44 (12)	0.02 \pm 0.01	3 - 18 (8)
Superficial	5	0.02 \pm 0.01	3 - 13 (8)	0.01	3
Integrada	14	2.40 \pm 0.50	7 - 14 (11)	2.13	7
Chl-a Nano					
Perfil	50	0.07 \pm 0.02	14 - 58 (35)	0.14 \pm 0.05	44 - 56 (53)
Superficial	13	0.09 \pm 0.03	25 - 44 (36)	0.14	44
Integrada	14	7.50 \pm 1.10	28 - 54 (34)	16.30	54
Chl-a Pico					
Perfil	50	0.11 \pm 0.04	23 - 75 (53)	0.11 \pm 0.04	30 - 53 (39)
Superficial	13	0.02 \pm 0.02	46 - 67 (56)	0.17	53
Integrada	6	12.30 \pm 0.80	40 - 64 (55)	12.00	39

Tabla 4.2.7. Abundancia (células mL⁻¹) de pico-plancton en cada estación de la sección I del monte submarino JF6 y estación de referencia (00), incluyendo pico-plancton total (PTT), picoplancton autótrofo (APP), *Synechococcus* (Syn), *Prochlorococcus* (Proc) y Pico-eucariotas (PEUC). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP 2014-04-02.

Estación	PPT	APP	Syn	Proc	PEUC
JF6-02	378670 ± 75718	11460 ± 5680	3722 ± 1076	3184 ± 4703	4554 ± 1133
JF6-07	386048 ± 142488	18616 ± 8351	6855 ± 2982	5586 ± 3781	6175 ± 2545
JF6-12	346878 ± 76400	10027 ± 3627	4468 ± 1567	3846 ± 1963	1713 ± 519
JF6-00	205703 ± 83581	15960 ± 14326	7161 ± 7086	6563 ± 6192	2235 ± 2152

Tabla 4.2.8. Abundancia (células mL⁻¹) de nano-plancton en cada estación de la sección I del monte submarino JF6 y estación de referencia (00), incluyendo nano-Diatomeas (NDIAT), nano-Ciliados autótrofos (ANCIL), nano-Dinoflagelados autótrofos (ANDIN), nano-Flagelados autótrofos (ANF), nano-plancton autótrofo total (NAT) y nano-plancton total (NT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP-2014-04-02.

Estación	NDIAT	ANCIL	ANDIN	ANF	NAT	NT
JF6-02	1.6 ± 4.4	0.3 ± 0.7	9.6 ± 6.8	892 ± 404	904 ± 413	934 ± 423
JF6-07	0	0	13.7 ± 5.5	1059 ± 586	1073 ± 586	1170 ± 585
JF6-12	0.9 ± 2.6	0	5.9 ± 0.9	636 ± 233	643 ± 234	704 ± 243
JF6-00	1.6 ± 4.4	0	8.5 ± 9.3	1235 ± 526	1246 ± 532	1305 ± 549

Tabla 4.2.9. Abundancia (células L⁻¹) de micro-plancton en cada estación de la sección I del monte submarino JF6 y su estación de referencia (00), incluyendo micro-Diatomeas (MDIAT), micro-Dinoflagelados autótrofos (AMDIN), micro-Ciliados autótrofos (AMCIL), micro-Flagelados autótrofos (AMFL), micro-plancton autótrofo total (MAT), y micro-plancton total (MT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP 2014-04-02.

Estación	MDIAT	AMDIN	AMCIL	AMFL	MAT	MT
JF6-02	115 ± 102	45 ± 70	40 ± 0	13 ± 11	213 ± 98	232 ± 106
JF6-07	187 ± 44	38 ± 23	0	15 ± 15	242 ± 30	327 ± 42
JF6-12	1795 ± 718	49 ± 15	8 ± 8	81 ± 32	1933 ± 756	2090 ± 851
JF6-00	477 ± 237	30 ± 29	31 ± 23	97 ± 0	636 ± 218	850 ± 148

Tabla 4.2.10. Biomasa de fitoplancton como concentración de clorofila-a total y en clases de tamaño (micro-, nano- y pico-planctónica) en el monte submarino O'Higgins y su estación de referencia: promedio \pm desviación estándar, y contribución de cada clase al total de clorofila-a (rango y promedio) para datos en perfiles (0 a 150 m; mg m^{-3}), superficiales (0 m; mg m^{-3}), e integrados (0 a 100 m; mg m^{-2}). Proyecto FIP-2014-04-02.

Variable	n	Monte O'Higgins	%	Referencia	%
Chl-a Total					
Perfil	91	0.65 ± 0.37		0.64 ± 0.37	
Superficial	10	0.67 ± 0.15		0.67	
Integrada	11	60.70 ± 11.10		60	
Chl-a Micro					
Perfil	91	0.17 ± 0.17	6 - 66 (30)	0.17 ± 0.17	8 - 13 (30)
Superficial	10	0.15 ± 0.09	7 - 53 (24)	0.07	10
Integrada	11	18.10 ± 12.60	11 - 59 (18)	5.56	10
Chl-a Nano					
Perfil	91	0.25 ± 0.16	21 - 75 (46)	0.3 ± 0.17	48 - 75 (46)
Superficial	10	0.31 ± 0.11	26 - 65 (50)	0.42	64
Integrada	11	24.40 ± 6.30	26 - 61 (45)	29	54
Chl-a Pico					
Perfil	91	0.13 ± 0.08	5 - 47 (24)	0.14 ± 0.09	12 - 38 (24)
Superficial	10	0.04 ± 0.05	17- 39 (26)	0.17	26
Integrada	11	12.80 ± 2.70	15 - 35 (24)	19	35

Tabla 4.2.11. Abundancia (células mL⁻¹) de pico-plancton en cada estación de la sección I del monte submarino O'Higgins y estación de referencia (00), incluyendo pico-plancton total (PTT), pico-plancton autótrofo (APP), *Synechococcus* (Syn), *Prochlorococcus* (Proc) y Pico-Eucariotas (PEUC). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP 2014-04-02.

Estación	PPT	APP	Syn	Proc	PEUC
MO-19	492149 ± 316224	12890 ± 12392	8301 ± 7770	1044 ± 1933	3546 ± 3439
MO-13	471562 ± 353814	18298 ± 16936	13937 ± 13093	1 ± 0	4361 ± 4811
MO-07	465399 ± 333490	7423 ± 9818	3185 ± 3786	188 ± 347	5109 ± 6363
MO-02	407779 ± 225895	9968 ± 11214	7744 ± 9121	1 ± 1	2223 ± 2361
MO-03	435128 ± 340337	14747 ± 17032	12664 ± 15263	1 ± 1	2083 ± 1930
MO-00	299476 ± 231817	23417 ± 15467	19202 ± 12083	0 ± 0	4215 ± 4150

Tabla 4.2.12. Abundancia (células mL⁻¹) de nano-plancton en cada estación de la sección I del monte submarino O'Higgins y estación de referencia (00), incluyendo nano-Diatomeas (NDIAT), nano-Ciliados autótrofos (ANCIL), nano-Dinoflagelados autótrofos (ANDIN), nano-Flagelados autótrofos (ANF), nano-plancton autótrofo total (NAT) y nano-plancton total (NT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 150 m. Proyecto FIP-2014-04-02.

Estación	NDIAT	ANCIL	ANDIN	ANF	NAT	NT
MO-19	23.4 ± 33.1	0	12.8 ± 23.7	3396 ± 1931	3433 ± 1966	3499 ± 1984
MO-13	0	0	5.2 ± 11.1	2504 ± 2299	2510 ± 2298	2556 ± 2347
MO-02	6.3 ± 16.0	0	0	986 ± 795	993 ± 807	1001 ± 818
MO-07	7.1 ± 7.5	0	0.6 ± 1.7	639 ± 544	646 ± 551	658 ± 565
MO-03	22.7 ± 29.9	0	0.4 ± 0.7	1312 ± 1202	1335 ± 1228	1359 ± 1230
MO-00	0	0	3.1 ± 5.7	1524 ± 1043	1527 ± 1046	1618 ± 1112

Tabla 4.2.13. Abundancia (células L^{-1}) de micro-plancton en cada estación de la sección I del monte submarino O'Higgins y su estación de referencia (00), incluyendo micro-Diatomeas (MDIAT), micro-Dinoflagelados autótrofos (AMDIN), micro-Ciliados autótrofos (AMCIL), micro-Flagelados autótrofos (AMFL), micro-plancton autótrofo total (MAT), y micro-plancton total (MT). Promedios y desviación estándar en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP 2014-04-02.

Estación	MDIAT	AMDIN	AMCIL	AMFL	MAT	MT
MO-19	2414 ± 267	268 ± 81	0	1015 ± 794	3697 ± 1037	4713 ± 1531
MO-13	3724 ± 1115	381 ± 468	20 ± 20	350 ± 119	4476 ± 1435	5510 ± 2042
MO-07	10430 ± 9536	619 ± 750	0	96 ± 105	11146 ± 9857	12297 ± 10335
MO-03	11682 ± 1888	1138 ± 191	0	64 ± 58	12885 ± 1763	15065 ± 1323
MO-02	13865 ± 5966	629 ± 591	0	153 ± 133	14648 ± 5531	15818 ± 4994
MO-00	4659 ± 2143	710 ± 628	85 ± 85	2106 ± 364	7560 ± 2422	8871 ± 3201

Tabla 4.2.14. Biomasa de fitoplancton como concentración de clorofila-a total y en clases de tamaño (micro-, nano- y pico-planctónica) en los montes submarinos JF6, JF5, O'Higgins y sus estaciones de referencia. Promedio y desviación estándar en perfiles de 0 a 50 m en la sección 1. Proyecto FIP-2014-04-02.

Montes	Clo-a Micro	%	Chl-a Nano	%	Clo-a Pico	%	Chl-Total
JF5	0.15 ± 0.17	26	0.18 ± 0.06	42	0.12 ± 0.03	32	0.50 ± 0.22
JF5 Referencia	0.09 ± 0.05	20	0.20 ± 0.04	44	0.16 ± 0.03	36	0.46 ± 0.04
JF6	0.03 ± 0.01	12	0.08 ± 0.02	34	0.13 ± 0.02	54	0.27 ± 0.03
JF6 Referencia	0.02 ± 0.01	8	0.16 ± 0.01	52	0.13 ± 0.02	40	0.32 ± 0.04
O'Higgins	0.23 ± 0.15	32	0.32 ± 0.14	45	0.16 ± 0.05	23	0.82 ± 0.18
O'Higgins Referencia	0.07 ± 0.01	10	0.43 ± 0.08	57	0.25 ± 0.07	33	0.83 ± 0.15

Tabla 4.2.15. Abundancia (células mL⁻¹) de pico-plancton en la sección 1 de los montes JF5, JF6, O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia: promedio, desviación estándar, y porcentaje de contribución al pico-plancton autótrofo total (APP) de *Synechococcus* (Syn), *Prochlorococcus* (Proc) y Pico-Eucariotas (PEUC), además de picoplancton total (PPT), en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP 2014-04-02.

Monte	Syn	%	Proc	%	PEUC	%	APP	PPT
JF6	5681 ± 1461	38	4620 ± 3627	31	4725 ± 2319	31	15025 ± 5444	411454 ± 56906
JF6 Referencia	6278 ± 6893	48	3809 ± 5794	35	2208 ± 2328	17	12295 ± 14637	208067 ± 54030
JF5	9859 ± 5088	45	9562 ± 9369	44	2272 ± 1100	10	21693 ± 13863	405867 ± 144154
JF5 Referencia	19949 ± 7186	87	0	0	3005 ± 1211	13	22955 ± 8311	349577 ± 129718
O'Higgins	14541 ± 10653	72	403 ± 1178	2	5280 ± 4035	26	19415 ± 12795	594371 ± 285793
O'Higgins Referencia	26709 ± 5381	81	0	0	6126 ± 3778	19	32835 ± 7784	360352 ± 263778

Tabla 4.2.16. Abundancia (células mL⁻¹) de nano-plancton en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins, y sus respectivas de referencia: promedio, desviación estándar, y porcentaje de contribución al nano-plancton autótrofo total (NAT) de nano-Diatomeas (NDIAT), nano-Dinoflagelados autótrofos (ANDIN), nano-Flagelados autótrofos (ANF), además de nano-plancton total (NT), en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP-2014-04-02.

MONTE	NDIAT	%	ANDIN	%	ANF	%	NAT	NT
JF6	1 ± 3	0	10 ± 6	1	967 ± 460	99	979 ± 464	1041 ± 474
JF6 Referencia	2 ± 6	0	10 ± 9	1	1484 ± 82	99	1496 ± 86	1564 ± 93
JF5	21 ± 30	1	16 ± 21	1	1467 ± 1091	97	1507 ± 1086	1536 ± 1095
JF5 Referencia	3 ± 4	0	6 ± 5	0	1526 ± 280	99	1535 ± 285	1610 ± 278
O'Higgins	17 ± 26	1	5 ± 14	0	2511 ± 1684	99	2533 ± 1698	2572 ± 1731
O'Higgins Referencia	0 ± 0	0	5 ± 7	0	2251 ± 294	10 0	2256 ± 299	2388 ± 351

Tabla 4.2.17. Abundancia (células L^{-1}) en grupos funcionales de micro-plancton en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia: promedio, desviación estándar, y porcentaje de contribución al total del micro-plancton autótrofo (MAT) de micro-Diatomeas (MDIAT), micro-Ciliados autótrofos (AMCIL), micro-Dinoflagelados autótrofos (AMDIN), micro-Flagelados autótrofos (AMFL), además de micro-plancton total (MT), en perfiles de 0 a 50 m. Proyecto FIP 2014-04-02.

Monte	MDIAT	%	AMCIL	%	AMDIN	%	AMFL	%	MAT	MT
JF6	640 ± 868	86	15 ± 19	2	46 ± 36	6	47 ± 49	6	747 ± 894	827 ± 962
JF6 Referencia	477 ± 237	75	31.2 ± 23.3	5	30 ± 29	5	97 ± 0.1	15	636 ± 218	850 ± 148
JF5	11713 ± 12495	98	28 ± 64	0	170 ± 168	1	96 ± 78	1	11273 ± 12524	12481 ± 12869
JF5 Referencia	8626 ± 5043	94	0	0	254 ± 64	3	319 ± 327	3	9199 ± 5336	10015 ± 5176
O'Higgins	8423 ± 6382	90	4 ± 11	0	607 ± 514	6	336 ± 481	4	9370 ± 6361	10683 ± 6613
O'Higgins Referencia	4659 ± 2143	62	85 ± 85	1	710 ± 628	9	2106 ± 364	28	7560 ± 2422	8871 ± 3201

Tabla 4.2.18. Abundancia (células L^{-1}) en géneros dominantes de la fracción micro-planctónica en los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia: promedio, desviación estándar, y porcentaje de contribución al total del micro-plancton. Proyecto FIP 2014-04-02.

Género	JF5	%	Referencia	%	JF6	%	Referencia	%	O'Higgins	%	Referencia	%
<i>Chaetoceros</i>	881 ± 1006	8	1473 ± 1116	17	50 ± 85	8	89 ± 108	16	3389 ± 3012	37	807 ± 486	11
<i>Cylindrotheca</i>	345 ± 431	3	307 ± 188	4	25 ± 40	4	27 ± 10	5	294 ± 296	3	262 ± 318	4
<i>Guinardia</i>	3598 ± 4847	31	416 ± 251	5	97 ± 138	16	3 ± 5	1	741 ± 910	8	141 ± 103	2
<i>Pseudo-nitzschia</i>	5685 ± 5747	48	4675 ± 3320	55	236 ± 347	38	172 ± 101	32	1697 ± 1598	19	1827 ± 902	25
<i>Rhizosolenia</i>	127 ± 152	1	38 ± 38	0	45 ± 77	7	31 ± 25	6	237 ± 224	3	165 ± 39	2
<i>Thalassiosira</i>	135 ± 130	1	436 ± 274	5	96 ± 114	15	76 ± 54	14	1073 ± 962	12	746 ± 507	10
<i>Navicula</i>	436 ± 468	4	457 ± 281	5	16 ± 29	3	12 ± 6	2	100 ± 141	1	133 ± 55	2
<i>Ceratium</i>	52 ± 91	1	148 ± 145	2	14 ± 20	2	40 ± 32	7	462 ± 548	5	500 ± 451	7
<i>Prorocentrum</i>	133 ± 194	1	69 ± 60	1	6 ± 14	1	16 ± 28	3	118 ± 98	1	149 ± 133	2
<i>Protoperidinium</i>	286 ± 280	2	299 ± 89	4	28 ± 24	4	34 ± 29	6	689 ± 437	8	645 ± 364	9
<i>Dictyocha</i>	51 ± 49	1	116 ± 41	1	8 ± 11	1	41 ± 36	8	201 ± 171	2	823 ± 619	11
<i>Euglena</i>	0 ± 0	0	8 ± 14	0	0 ± 0	0	0 ± 0	0	113 ± 345	1	1247 ± 852	17

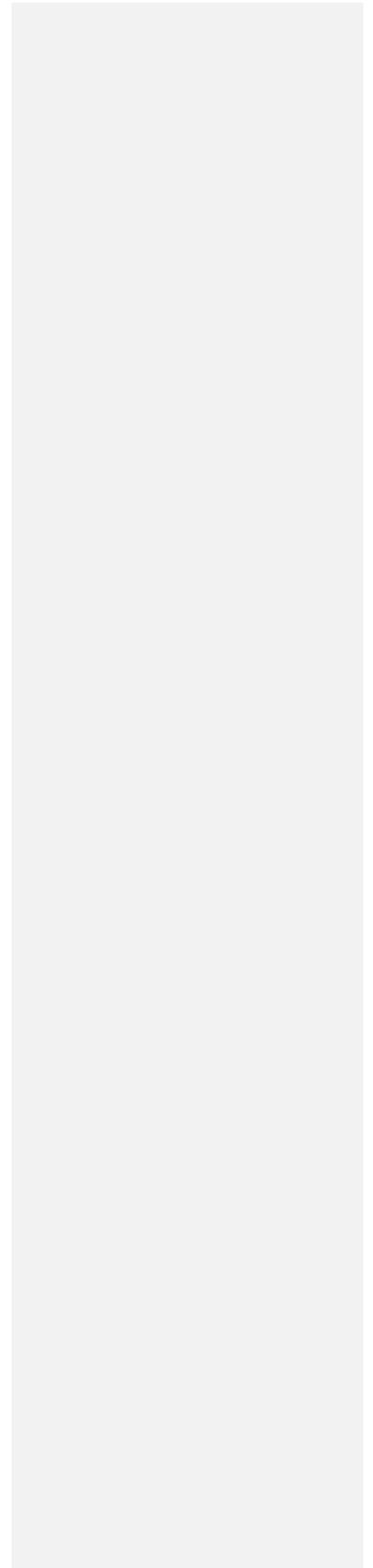
Tabla 4.2.19. Biomasa de zooplancton estimada para estaciones de muestreo en montes submarinos. El promedio de la columna de agua es hasta un máximo de 600 m.

Monte	Estación	Promedio (0-600 m)	Capa (0-100m)	Integrado (0-600m)
		Biomasa (mg C m ⁻³)	Biomasa (mg C m ⁻³)	mg C m ⁻²
O'Higgins	MO-02	0,97	4,09	531
	MO-07	1,59	4,53	696
	MO-13	1,17	2,21	
	MO-19	0,44	1,13	283
	MO-Ref	0,53	1,79	317
	Promedio	0,94	2,75	456,75
JF5	M5-02	1,04	2,81	488
	M5-08	1,05	2,50	
	M5-14		3,15	
	M5-20	0,65	1,21	
	M5-26	0,21	0,33	132
	M5-Ref		4,15	
Promedio	0,73	2,36	310,00	
JF6	M6-02		1,55	
	M6-07	0,99	1,57	
	M6-12	0,40	1,09	179
	M6-Ref	0,29	0,88	159
	Promedio	0,56	1,27	169,00

Tabla 4.2.20. Composición taxonómica del zooplancton asociado a los montes submarinos del Archipiélago Juan Fernández: Monte O'Higgins, Monte JF5 y Monte JF6. Las abundancia en número/m³ son el promedio de estaciones para la capa superficial 0-100m.

TAXA	O'HIGGINS	JF5	JF6
COPEPODA ONCAEIDAE	132.33	102.55	50.32
COPEPODA OITHONIDAE	73.36	66.95	23.91
EUPHAUSIACEA JUVENILES	32.67	23.07	11.49
CHAETOGNATHA	8.27	14.98	6.47
COPEPODA EUCHAETIDAE	18.62	14.25	5.76
HUEVOS	36.13	14.13	6.35
COPEPODA EUCALANIDAE	1.09	12.86	0.53
OSTRACODA	14.89	11.78	6.60
COPEPODA CALANOIDA	3.79	9.91	2.02
COPEPODA METRINIDAE	4.82	5.80	1.54
EUPHAUSIACEA ADULTOS	5.84	1.66	0.72
AMFIPODA HYPERIDAE	0.11	0.10	0.01
APPENDICULARIA	0.00	0.05	0.00

4.6. FIGURAS



Monte O'Higgins

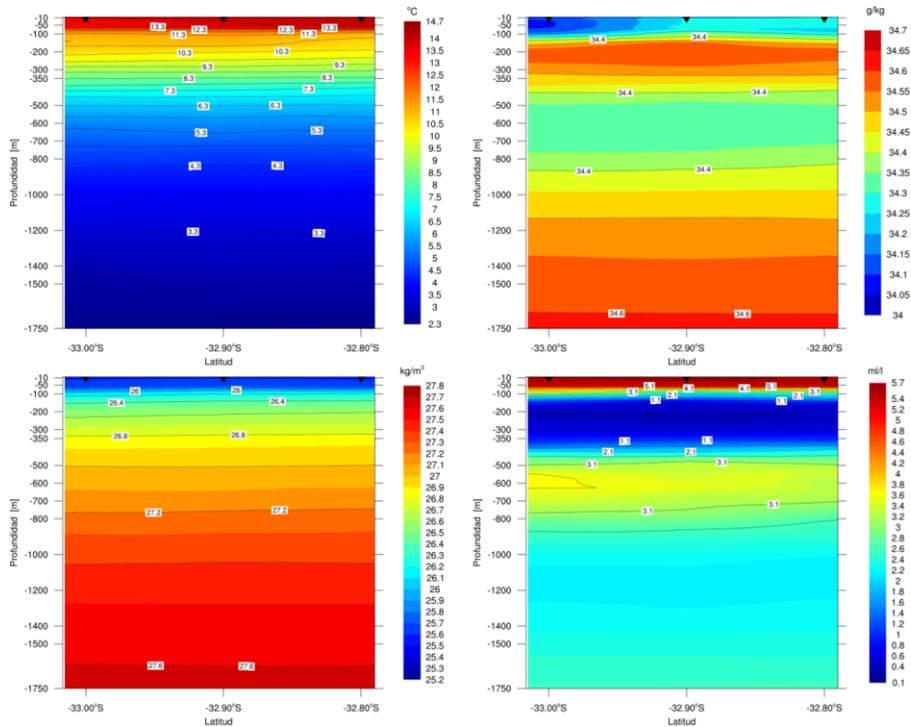


Figura 4.1.1. Secciones longitudinales correspondientes a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M1(este) 73,75°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

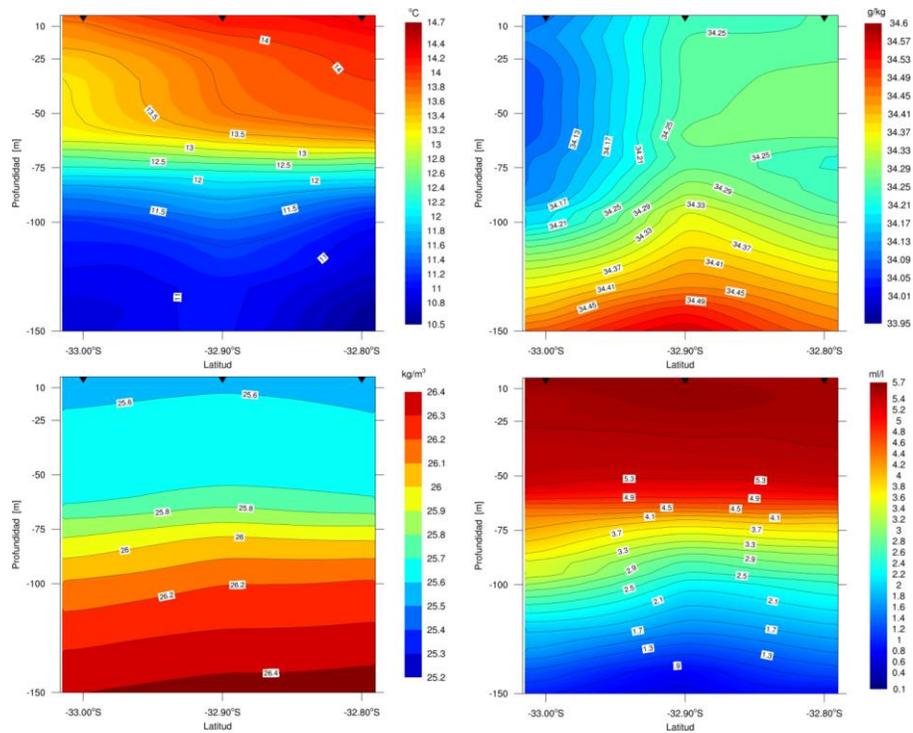


Figura 4.1.2. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M1(este) 73,75°W.. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

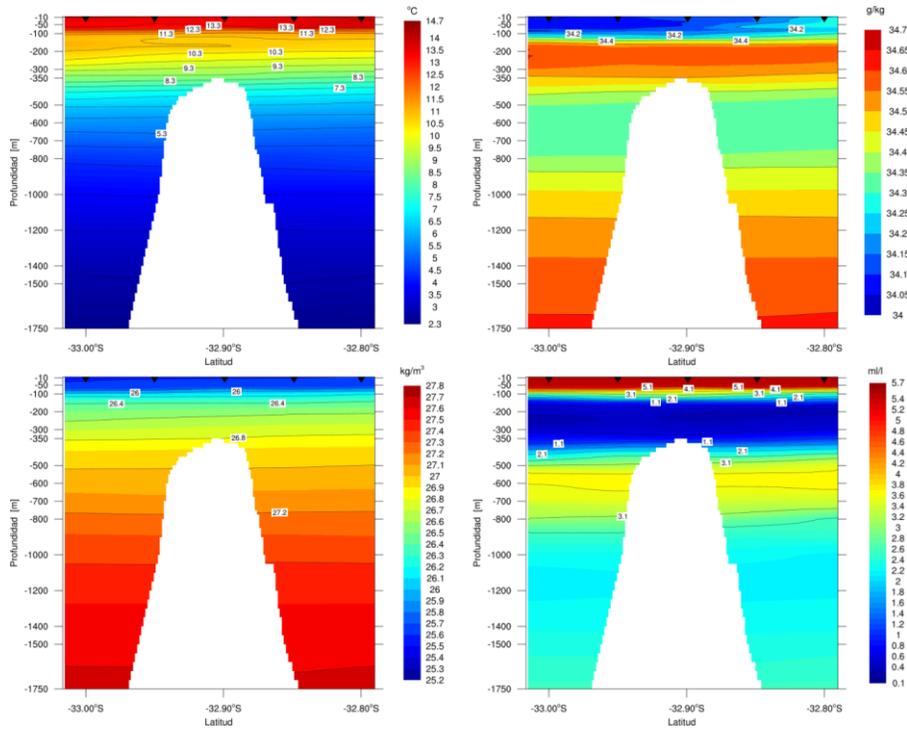


Figura 4.1.3. Secciones longitudinales correspondientes a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M2 (intermedia) 73,88°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

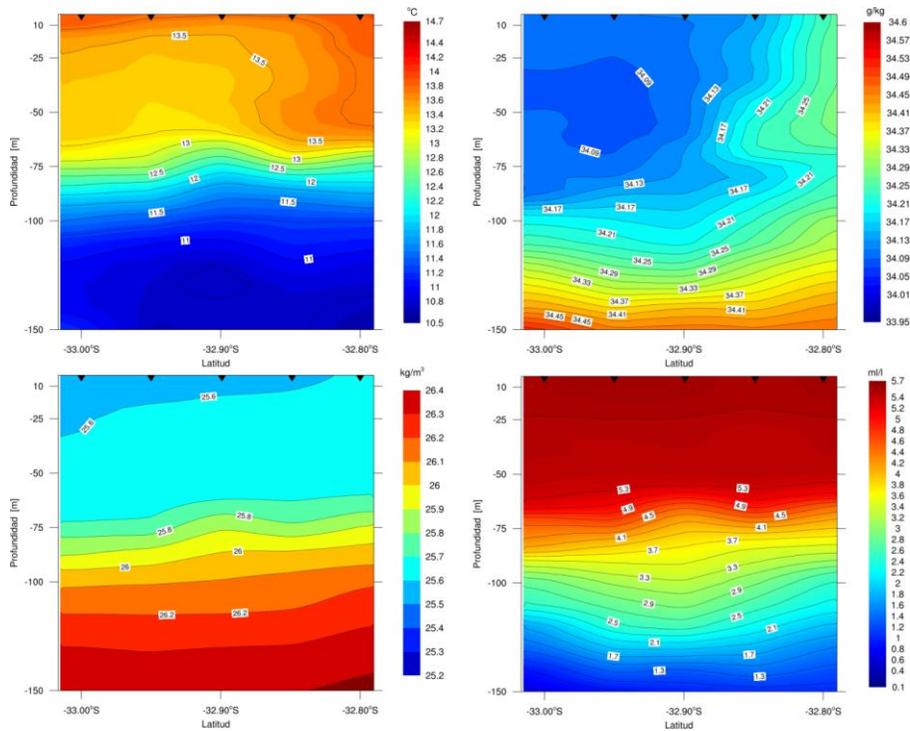


Figura 4.1.4. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M2 (intermedia) 73,88°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

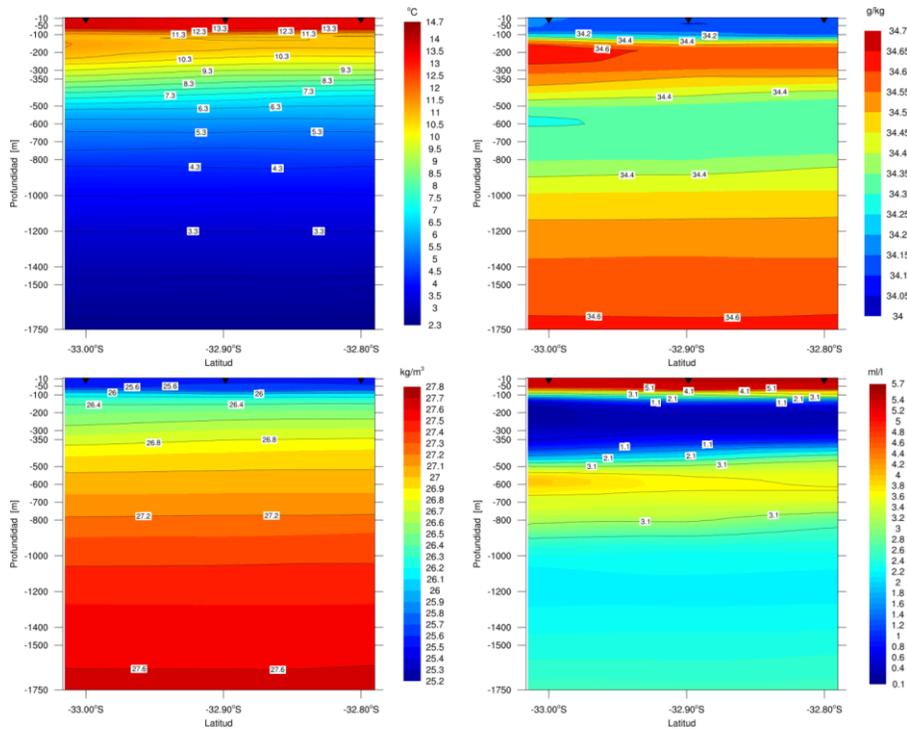


Figura 4.1.5. Secciones longitudinales correspondientes a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M3 (oeste) 74,02°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

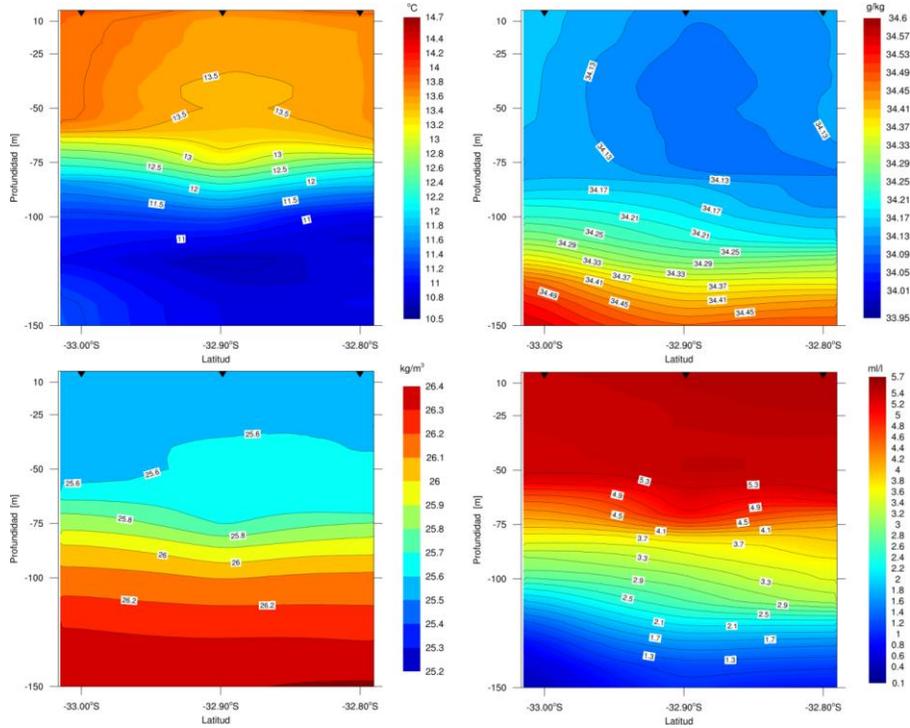


Figura 4.1.6. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes a la cima occidental del monte O'Higgins, transecta M3 (oeste) 74,02°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (σ_t ; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

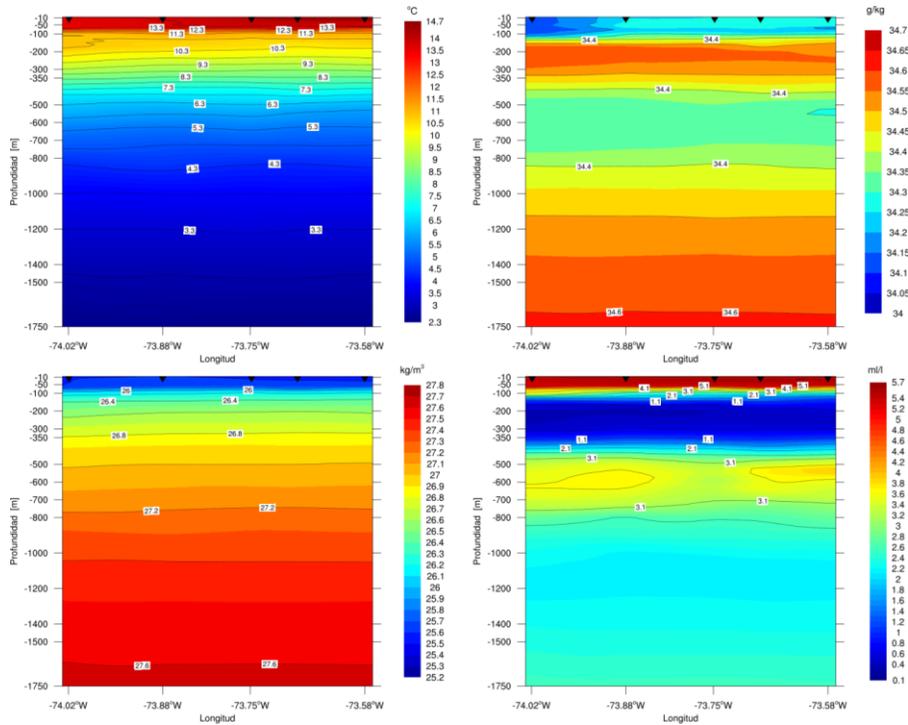


Figura 4.1.7. Secciones latitudinales correspondientes al monte O'Higgins, transecta Z1 (norte) 32,80°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

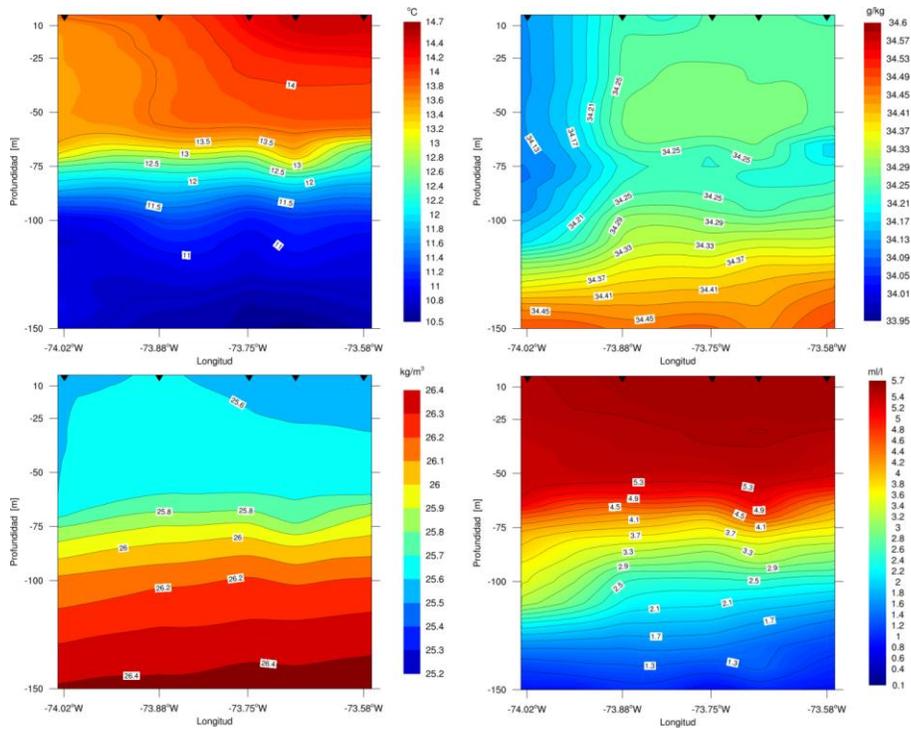


Figura 4.1.8. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte O'Higgins, ZI (norte) 32,80°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (σ_t ; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

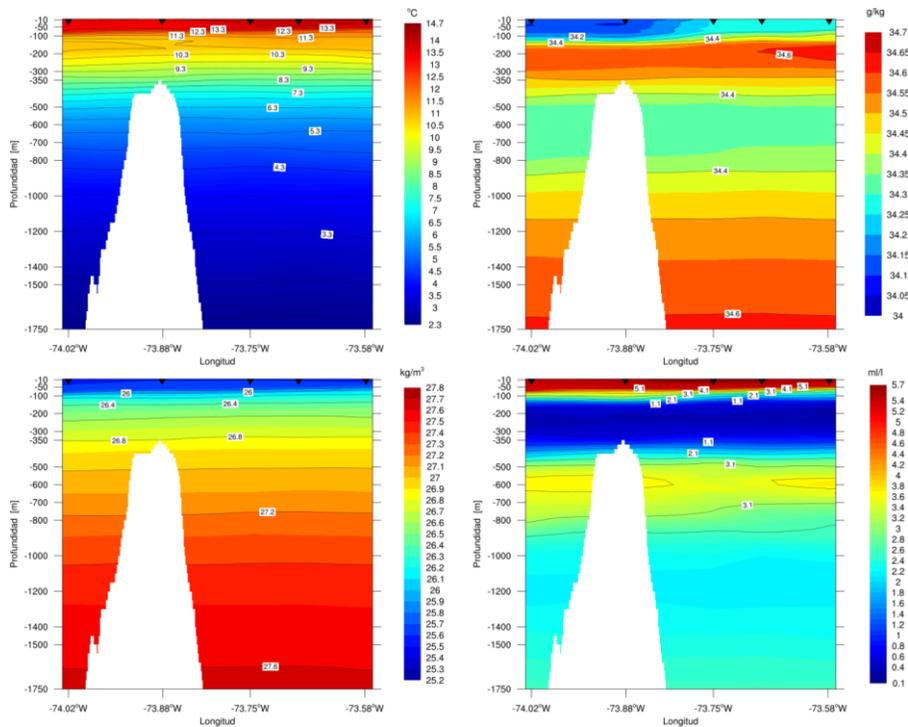


Figura 4.1.9. Secciones latitudinales correspondientes al monte O'Higgins, transecta Z2 (centro) 32,90°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

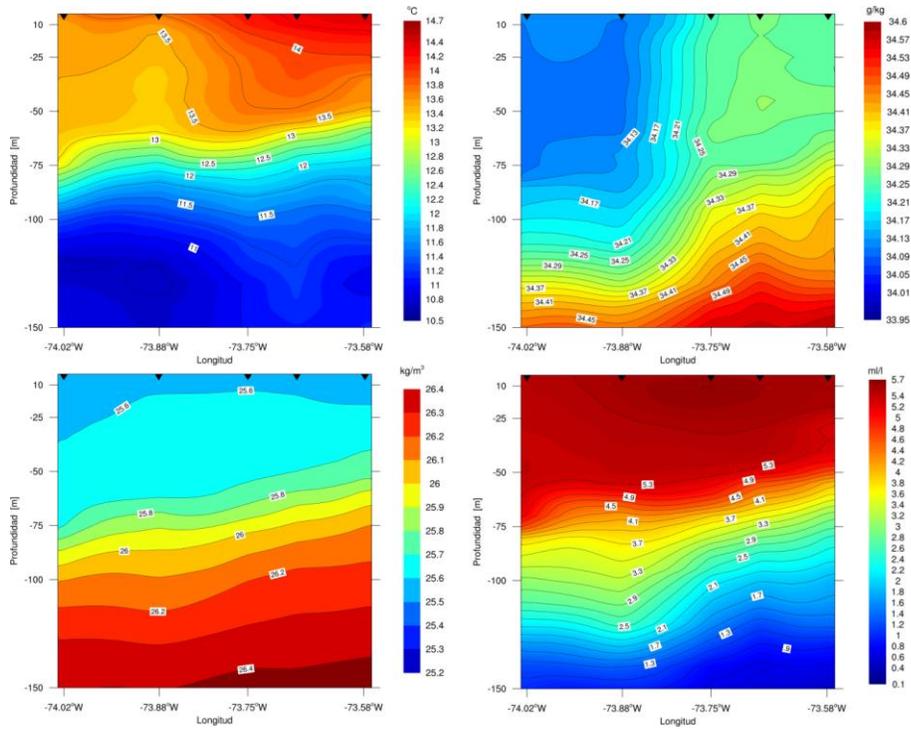


Figura 4.1.10. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte O'Higgins, transecta Z2 (centro) 32,90°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

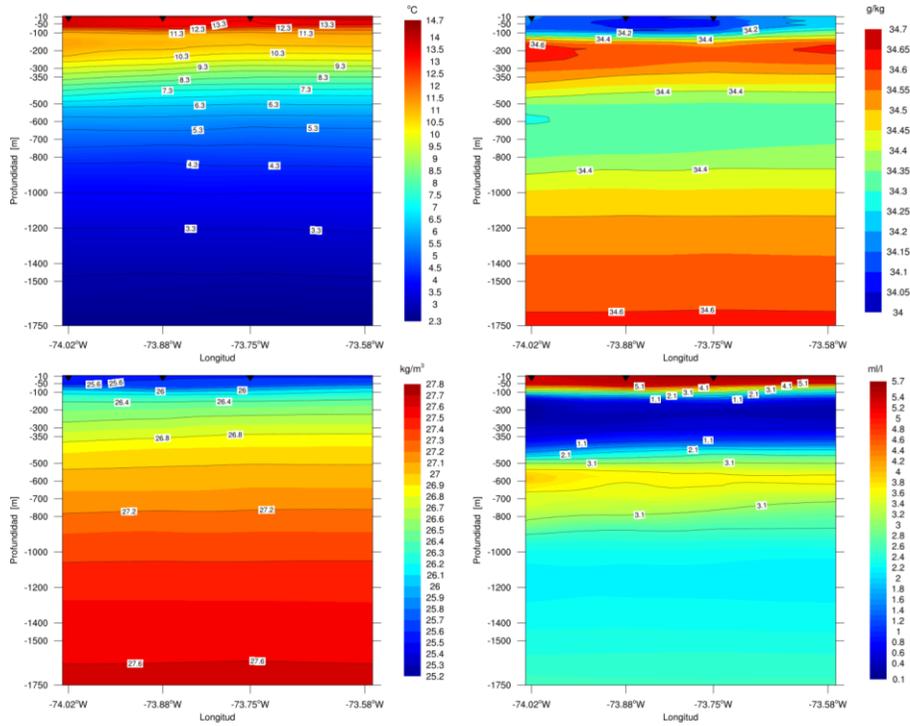


Figura 4.1.11. Secciones latitudinales correspondientes al monte O'Higgins, transecta Z3 (sur) 33,00°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

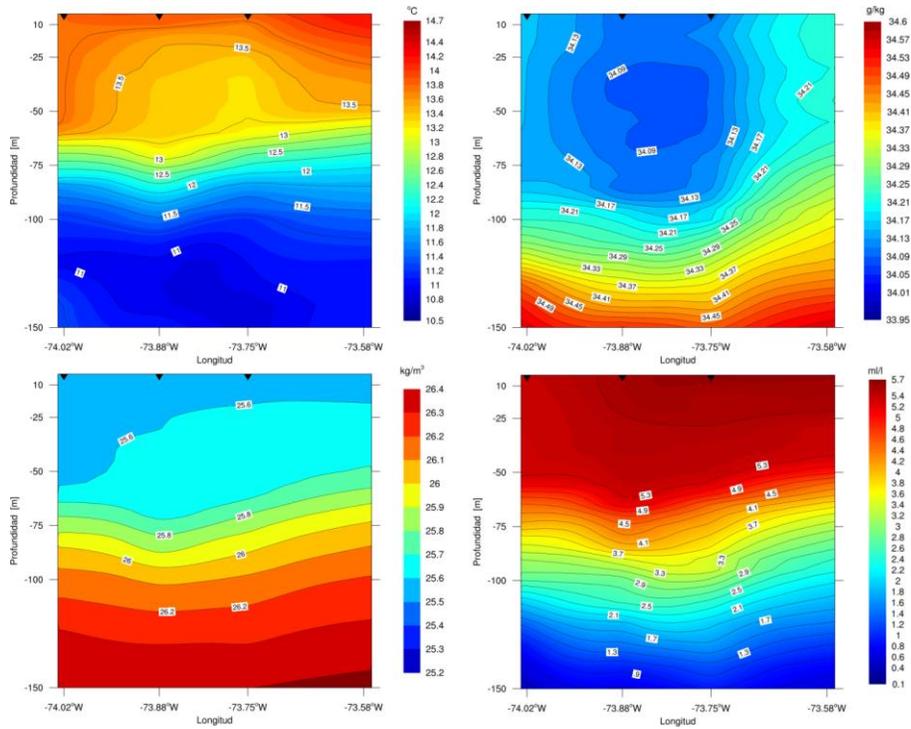


Figura 4.1.12. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte O'Higgins, transecta Z3 (sur) 33,00°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (σ_t ; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

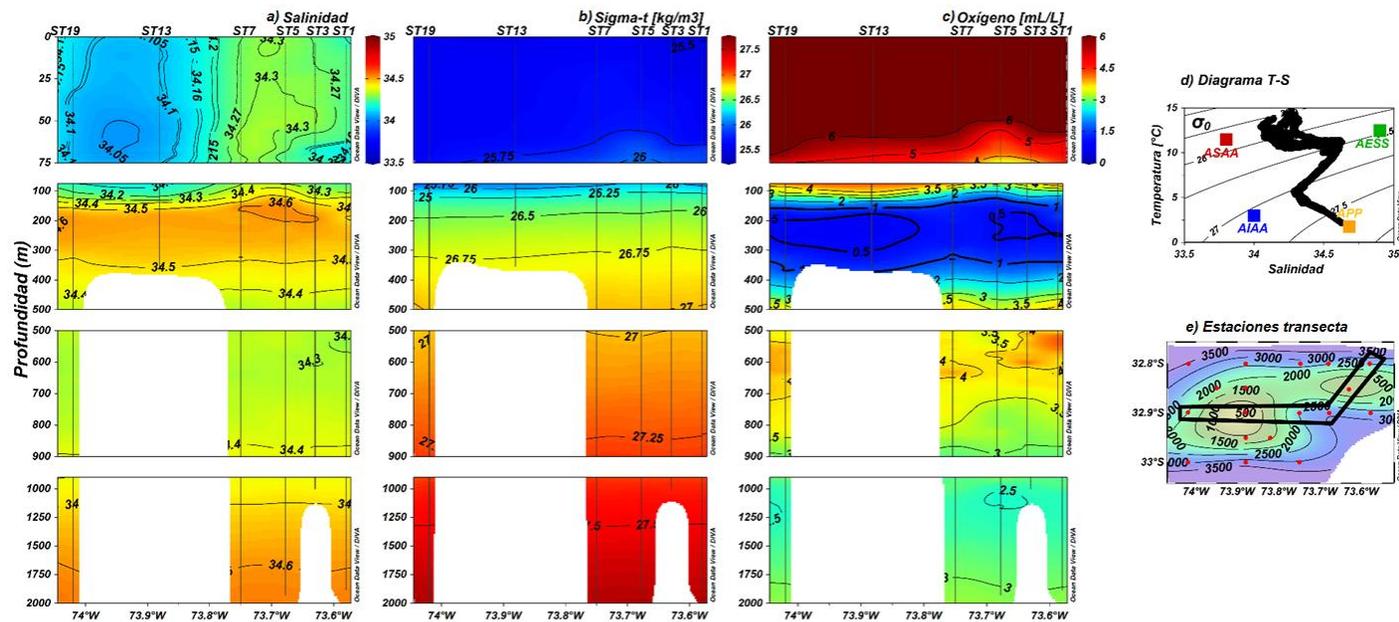


Figura 4.1.13. Distribución vertical de: a) Salinidad; b) sigma-t (Kg m^{-3}); c) oxígeno disuelto (mL L^{-1}) sobre transecta de estudio (e) del monte O'Higgins. d) diagrama de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Salinidad de las estaciones muestreadas sobre el Monte O'Higgins; los cuadrados indican las localización de temperatura y salinidad de los núcleos del ASAA (rojo), AESS (verde), AIAA (azul) y APP (naranja). e) Estaciones sobre el Monte (puntos rojos) y batimetría del área de estudio. Además se indican las isóbatas y las estaciones consideradas para la transecta representada en a, b y c (rectángulo negro).

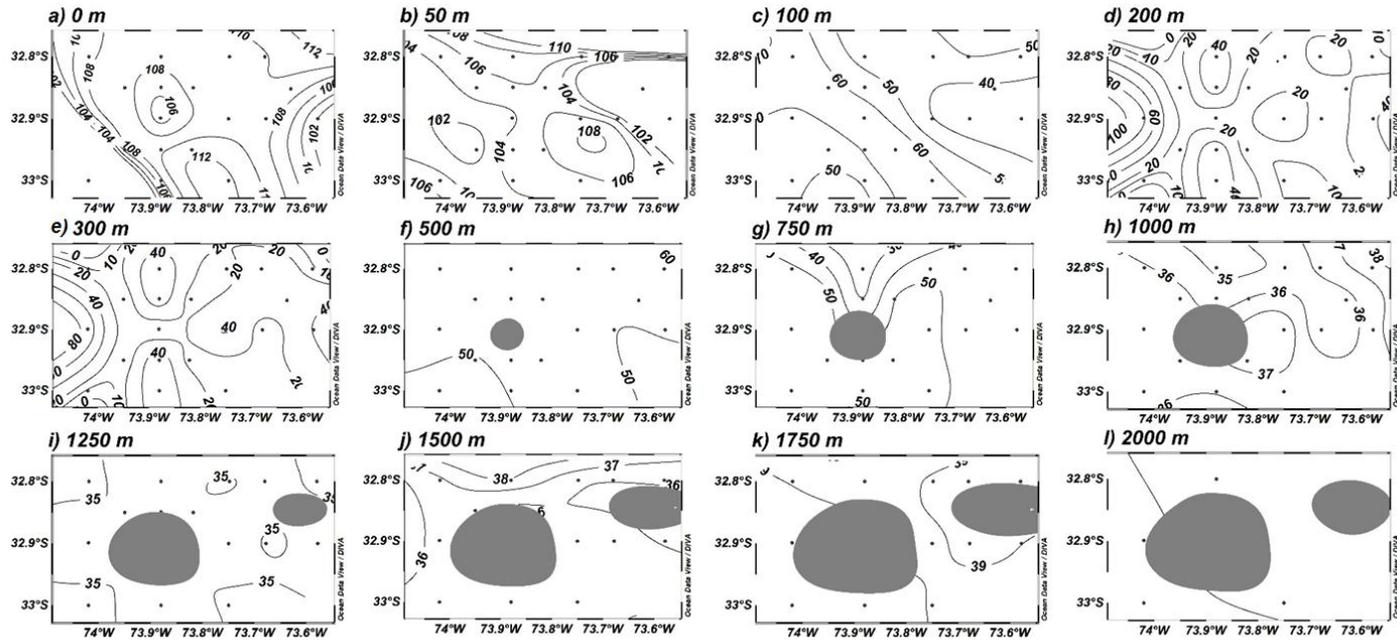


Figura 4.1.14. Distribución horizontal de saturación de oxígeno disuelto (%) a los niveles de profundidad: a) 0m ; b) 50m; c) 100 m; d) 200 m; e) 300 m; f) 500 m; g) 750 m; h) 1000 m; i) 1250 m; j) 1500 m; k) 1750 m; y l) 2000 m de profundidad en el área de estudio sobre el Monte O'Higgins. Las líneas representan los niveles de saturación de oxígeno disuelto (%). Las áreas sombreadas representan la presencia del monte.

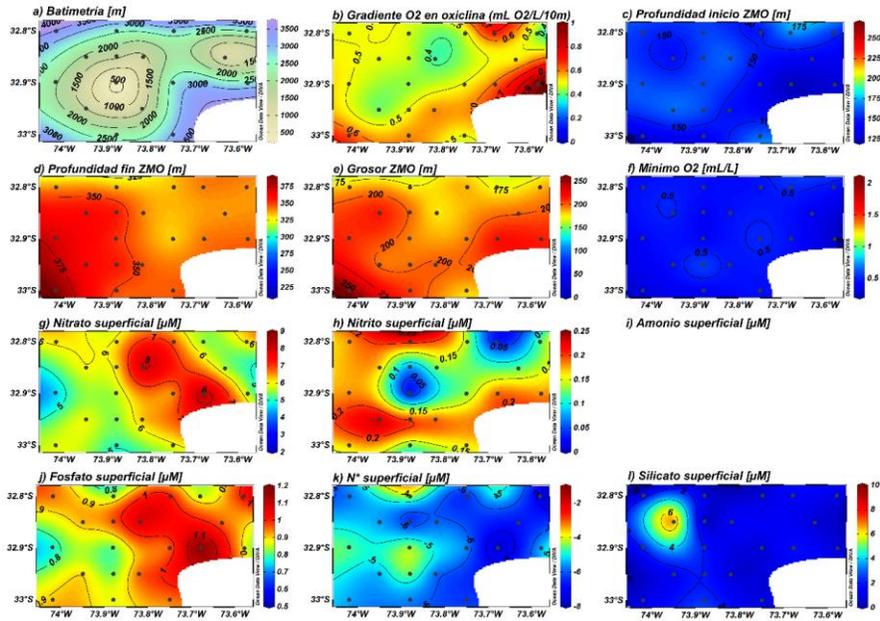


Figura 4.1.15. Distribución espacial de a) batimetría (m), b) Gradiente de oxígeno disuelto en la oxiclina ($\text{mL O}_2 \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$); c) Profundidad de inicio de la ZMO (m); d) Profundidad del fin de la ZMO (m); e) grosor de la ZMO (m); f) Mínima concentración de oxígeno disuelto observada en la columna de agua (mL L^{-1}); g) concentración nitrato superficial (μM); h) concentración nitrito superficial (μM); i) concentración amonio superficial (μM); j) concentración de fosfato superficial (μM); k) N^* (μM), en el área de estudio ; l) concentración de silicato superficial (μM) sobre el Monte O'Higgins durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2016.

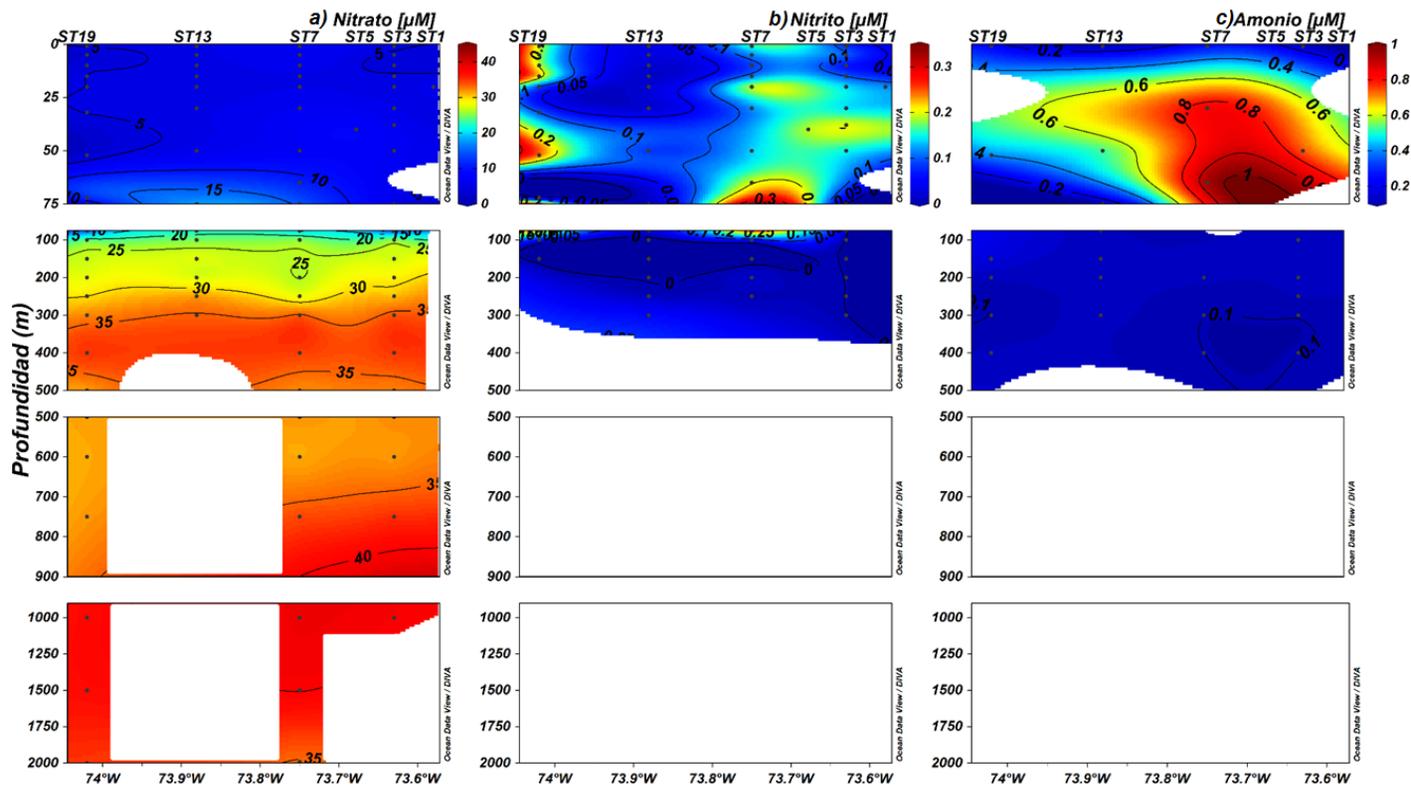


Figura 4.1.16. Distribución vertical de a) Nitrato; b) Nitrito (μM); y c) Amonio (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte O'Higgins durante el crucero FIP Montes Submarinos.

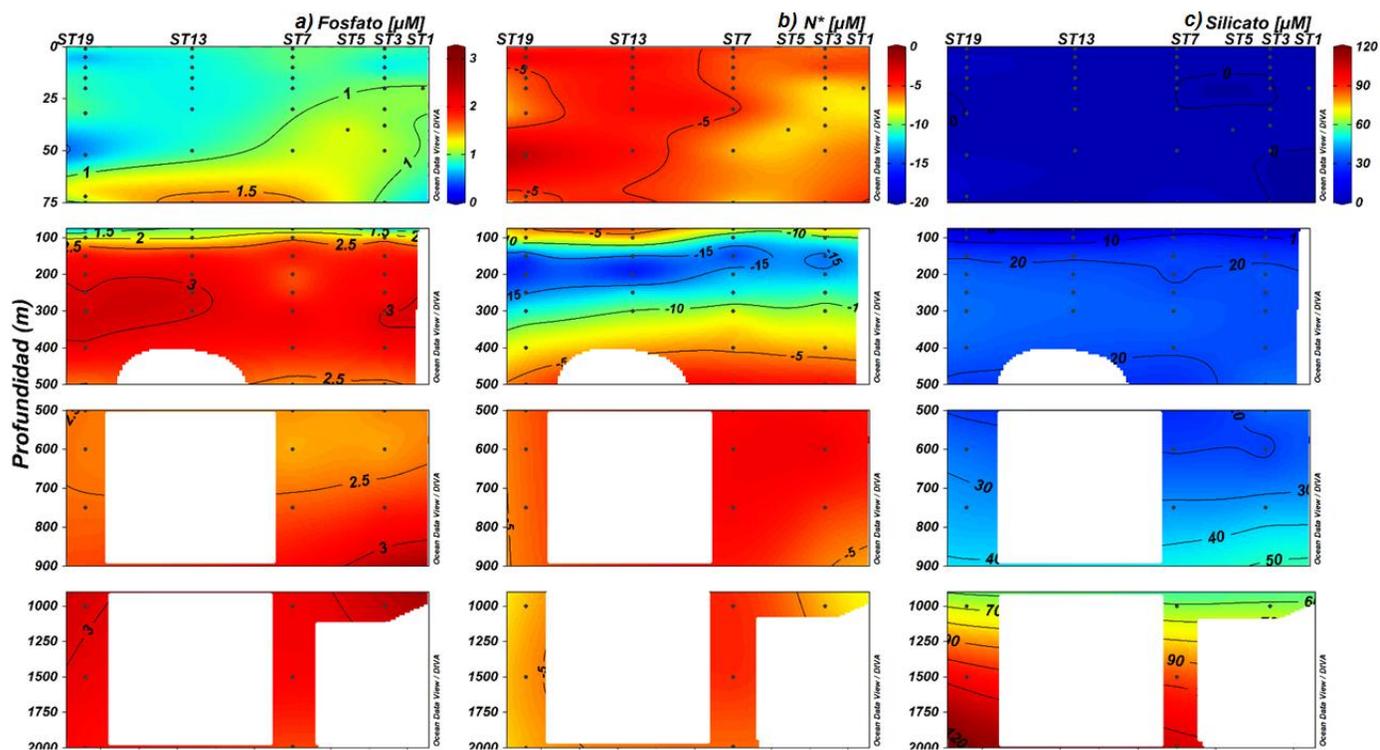


Figura 4.1.17. Distribución vertical de a) fosfato (μM), b) N^* (μM), y c) Silicato (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte O'Higgins.

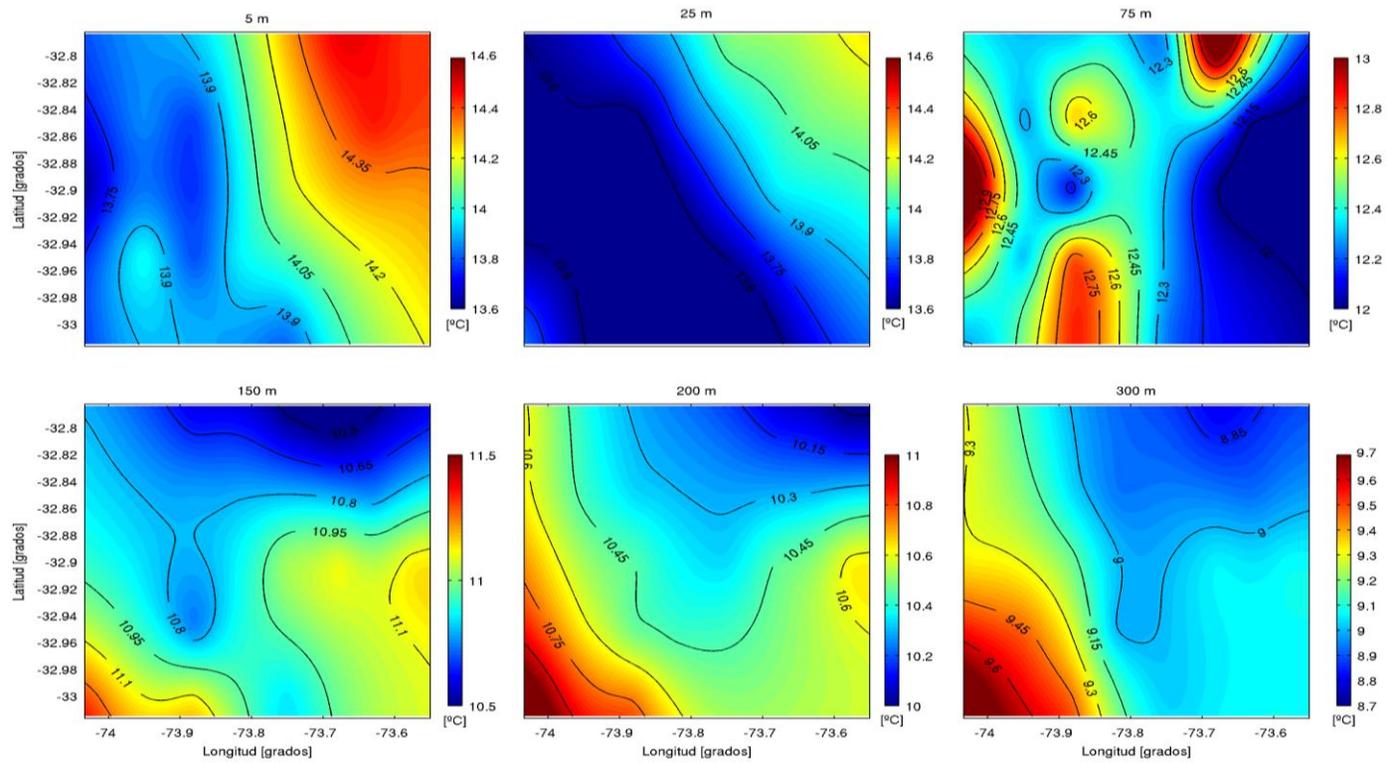


Figura 4.1.18. Distribución espacial del campo de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) correspondiente al Monte O'Higgins para 6 niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles.

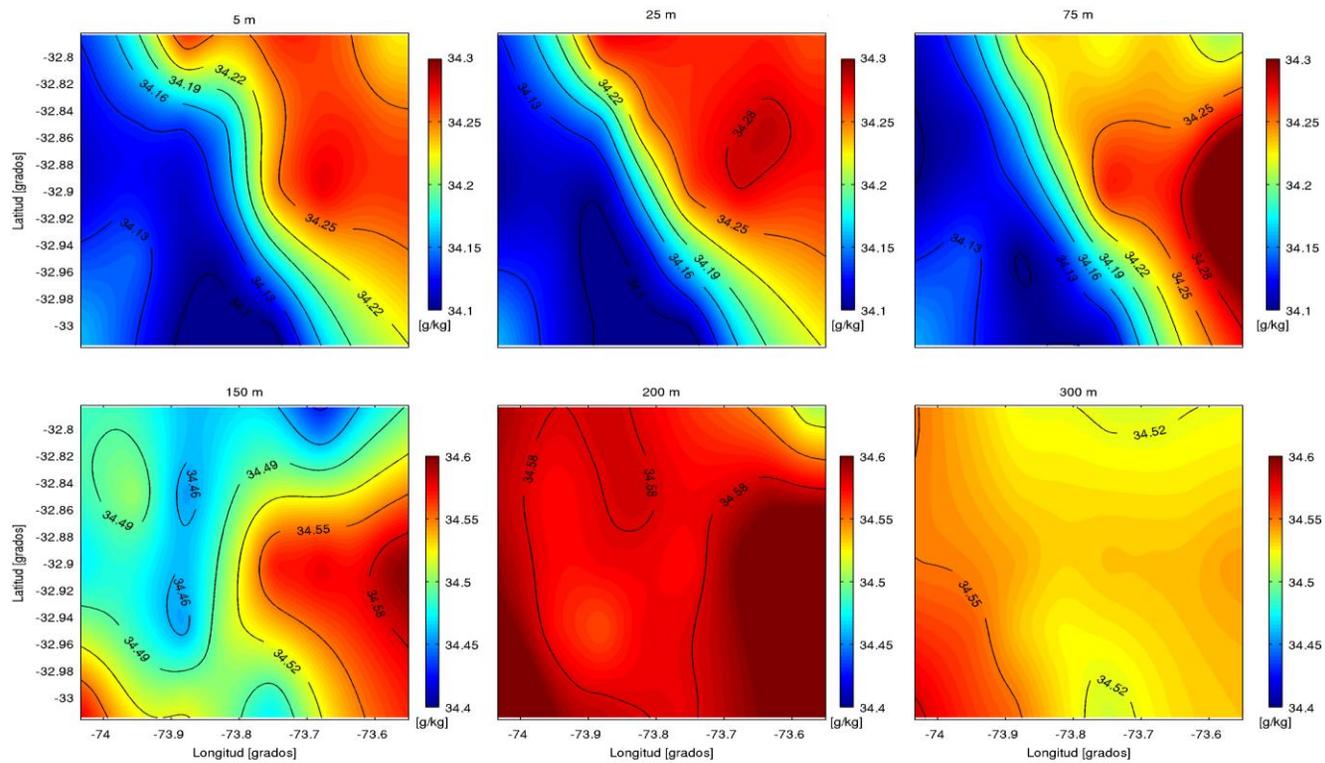


Figura 4.1.19 Distribución espacial del campo de salinidad correspondiente al Monte O'Higgins para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles

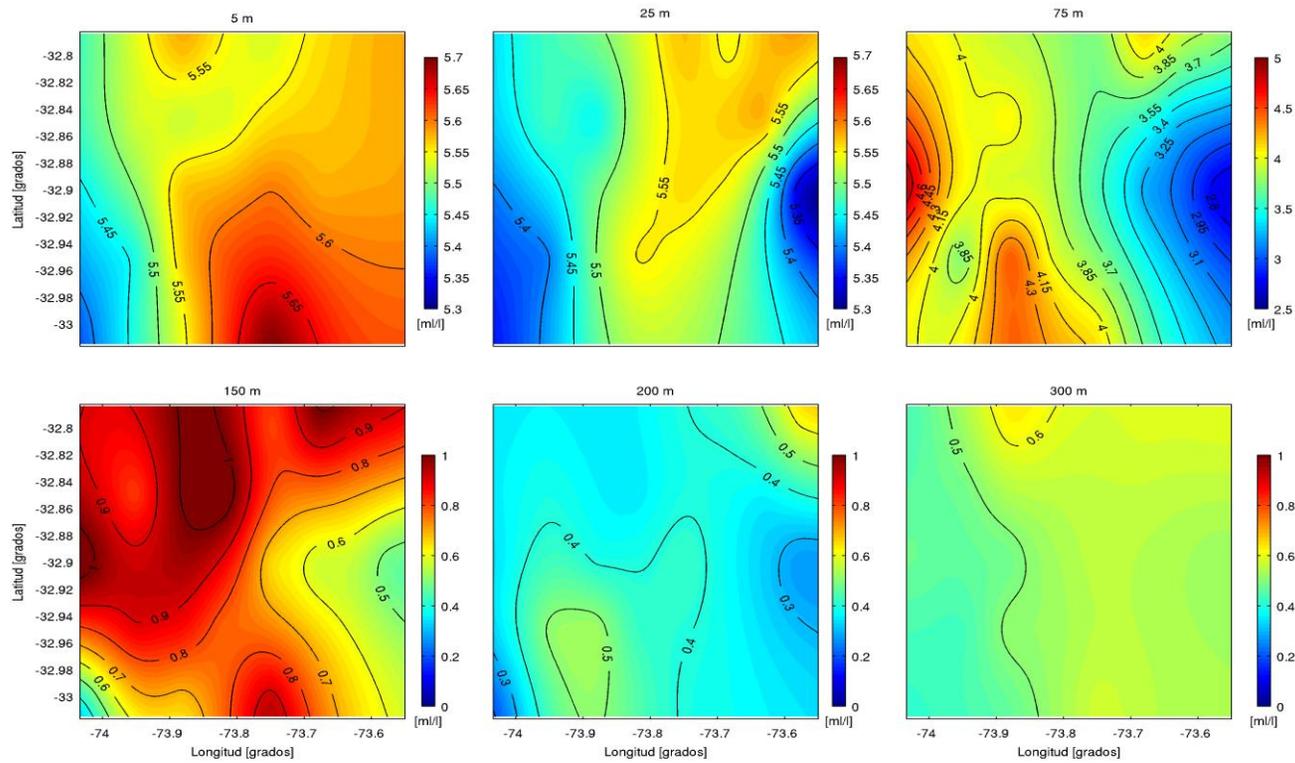


Figura 4.1.20. Distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto (mL L^{-1}) correspondiente al Monte O'Higgins para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. Para 5 y 25 metros el gradiente entre cada isolínea es de $0,05 \text{ mL L}^{-1}$, para 75 m de $0,15 \text{ mL L}^{-1}$ y para 150, 200 y 300 m de $0,1 \text{ mL L}^{-1}$.

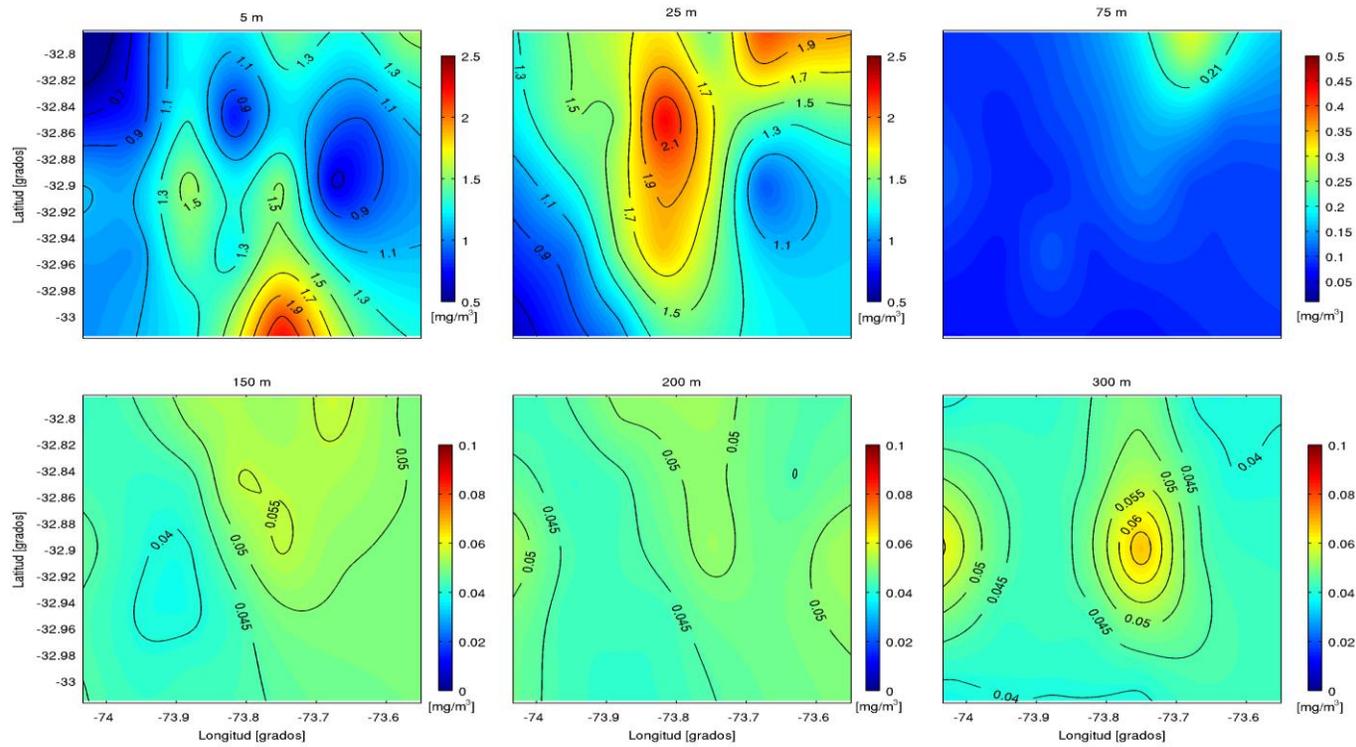


Figura 4.1.21. Distribución espacial del campo de fluorescencia (mg m^{-3}) correspondiente al Monte O'Higgins para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. Para 5 y 25 metros el gradiente entre cada isolínea es de $0,2 \text{ mg}^{-3}$ y para 150, 200 y 300 m de $0,005 \text{ mg m}^{-3}$.

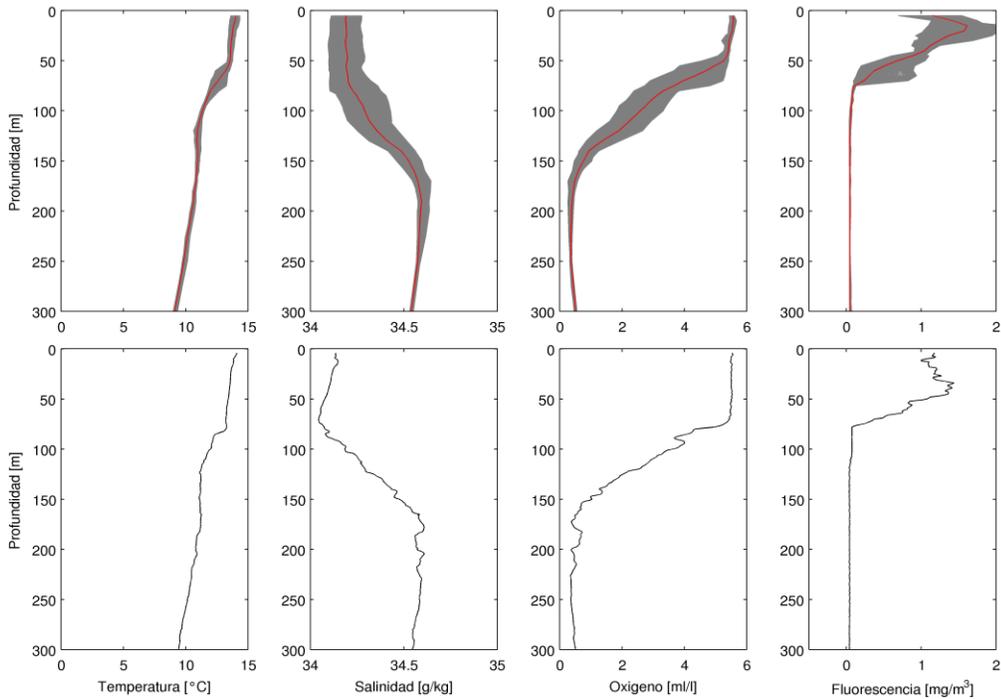


Figura 4.1.22. Perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (g/kg), oxígeno disuelto (ml/l) y fluorescencia (mg/m^3) de las diferentes estaciones correspondientes al monte O'Higgins, para los primeros 300 m de profundidad. La línea gris representa los perfiles de las diferentes estaciones y la línea roja representa el perfil promedio de las diferentes estaciones (panel superior). La línea negra representa la estación de referencia (panel inferior).

Monte JF5

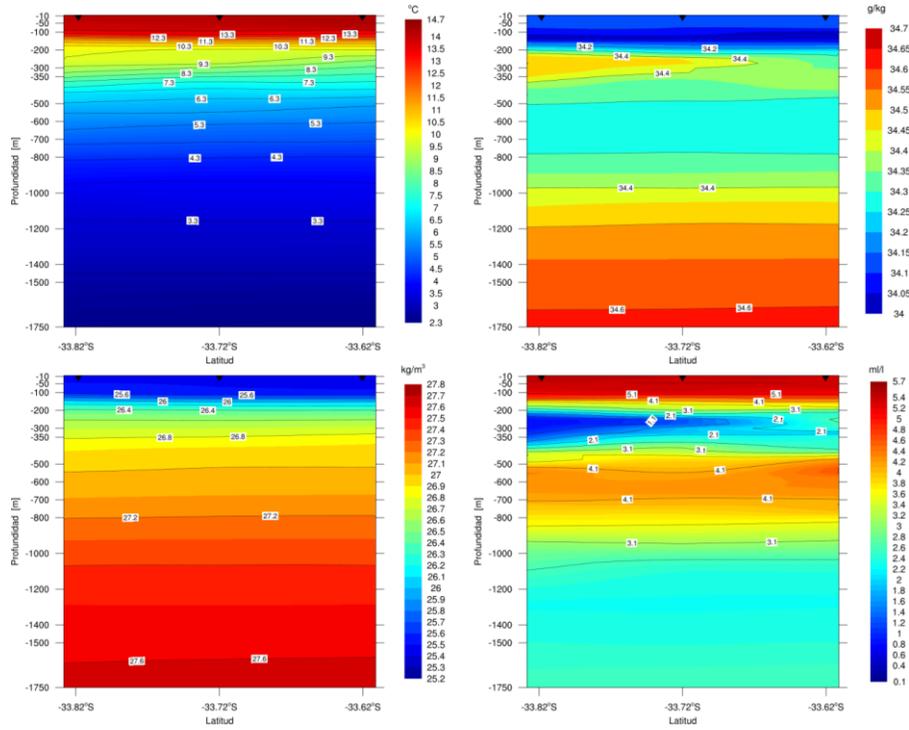


Figura 4.1.23. Secciones longitudinales correspondientes al monte JF5, transecta M1 a 79,45°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

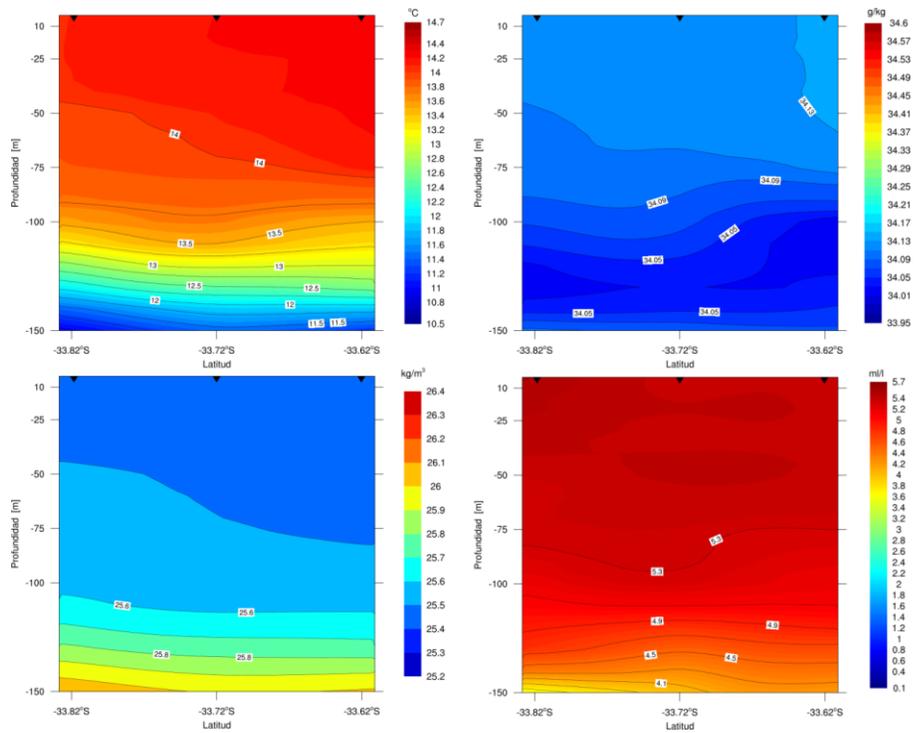


Figura 4.1.24. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta M1 a 79,45°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

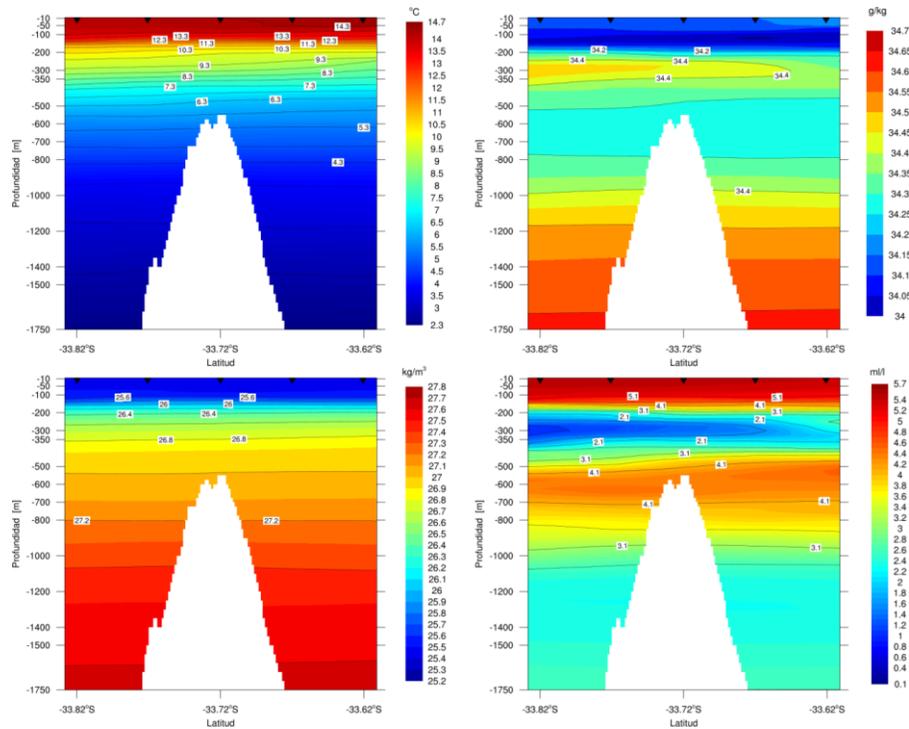


Figura 4.1.25. Secciones longitudinales correspondientes al monte JF5, transecta M2 a 79,63°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

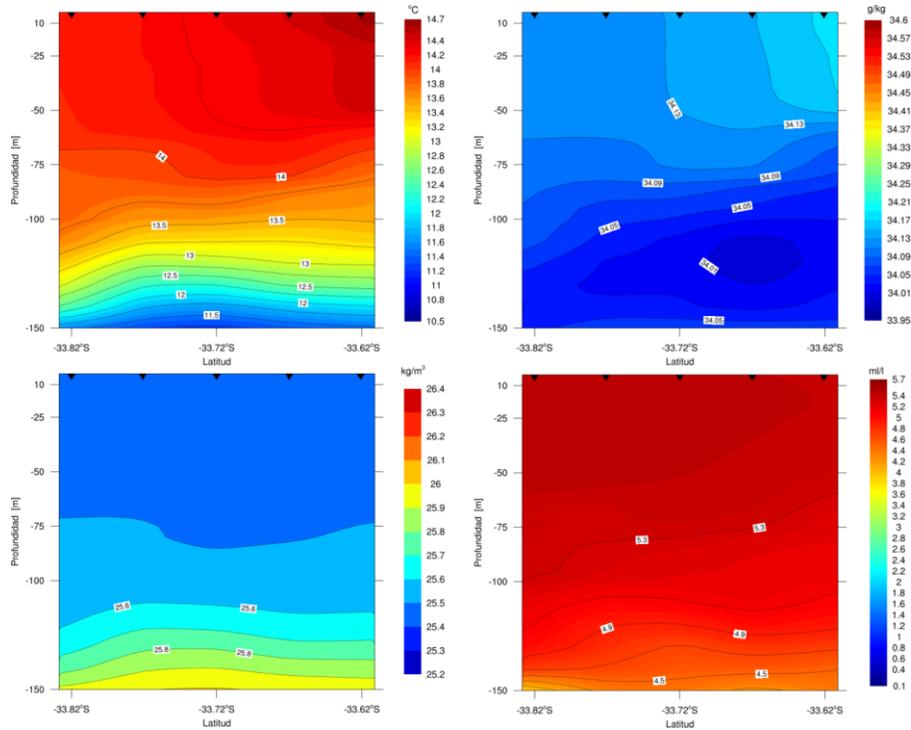


Figura 4.1.26. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta M2 a 79,63°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

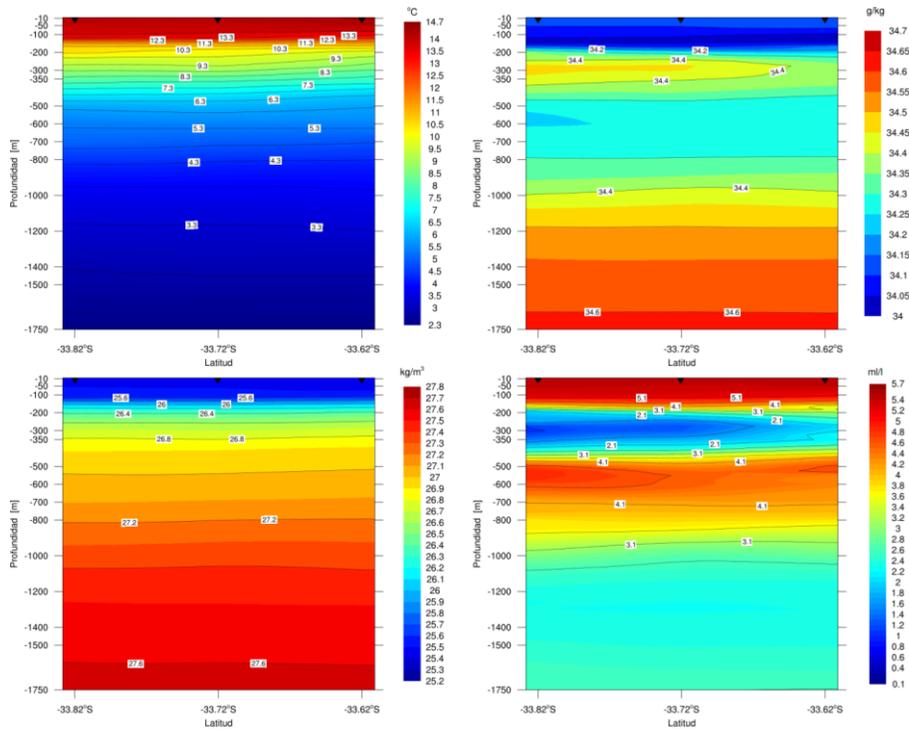


Figura 4.1.27. Secciones longitudinales correspondientes al monte JF5, transecta M3 a 79,76°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

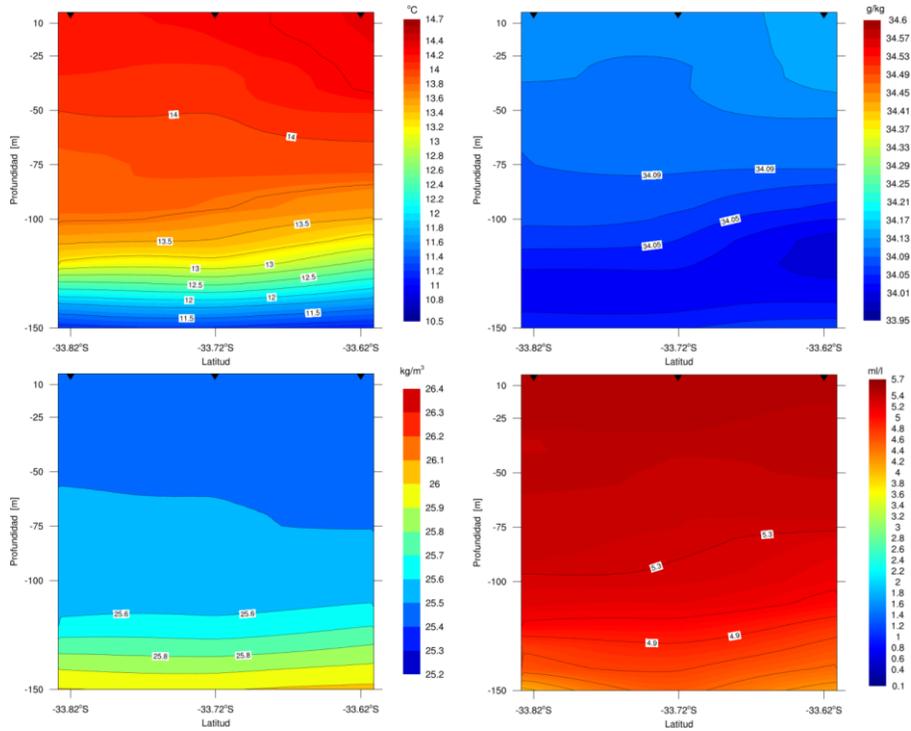


Figura 4.1.28. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta M3 a 79,76°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

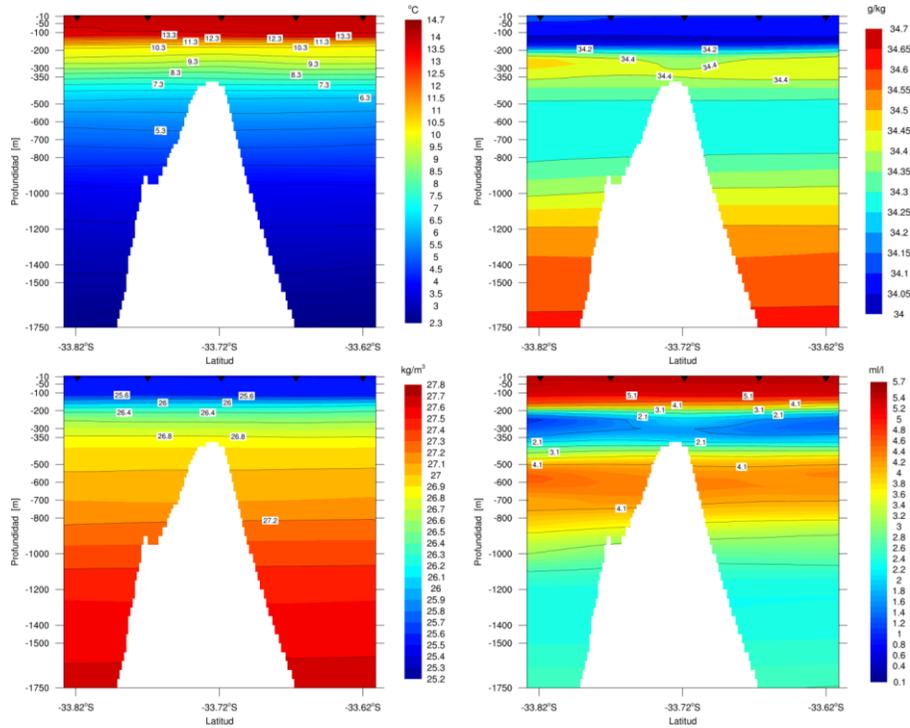


Figura 4.1.29. Secciones longitudinales correspondientes al monte JF5, transecta M4 a 79,89°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

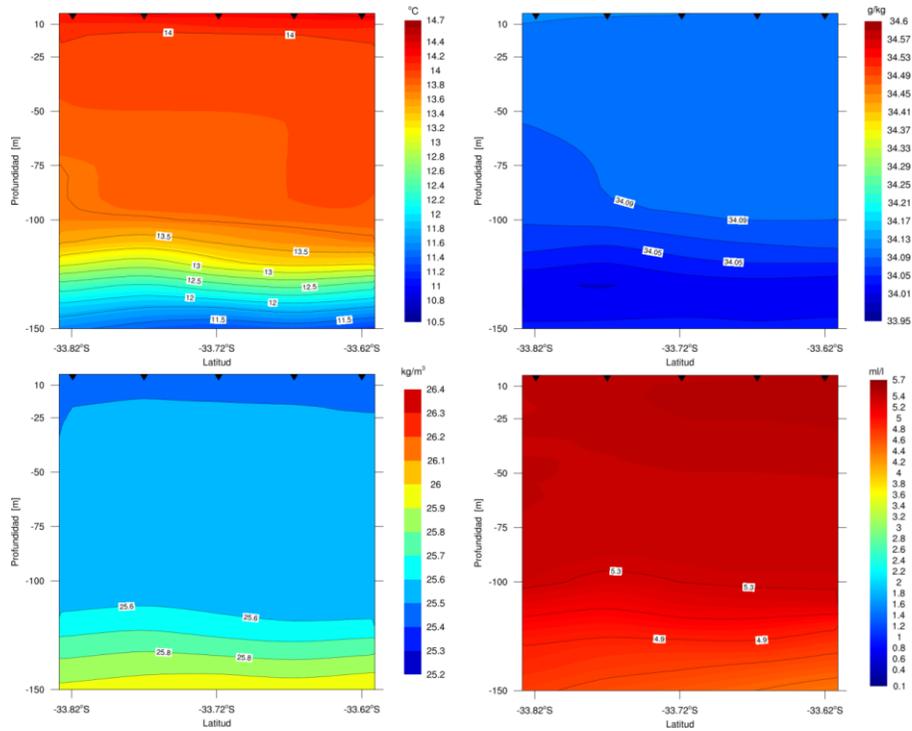


Figura 4.1.30. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta M4 a 79,89°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (σ_t ; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

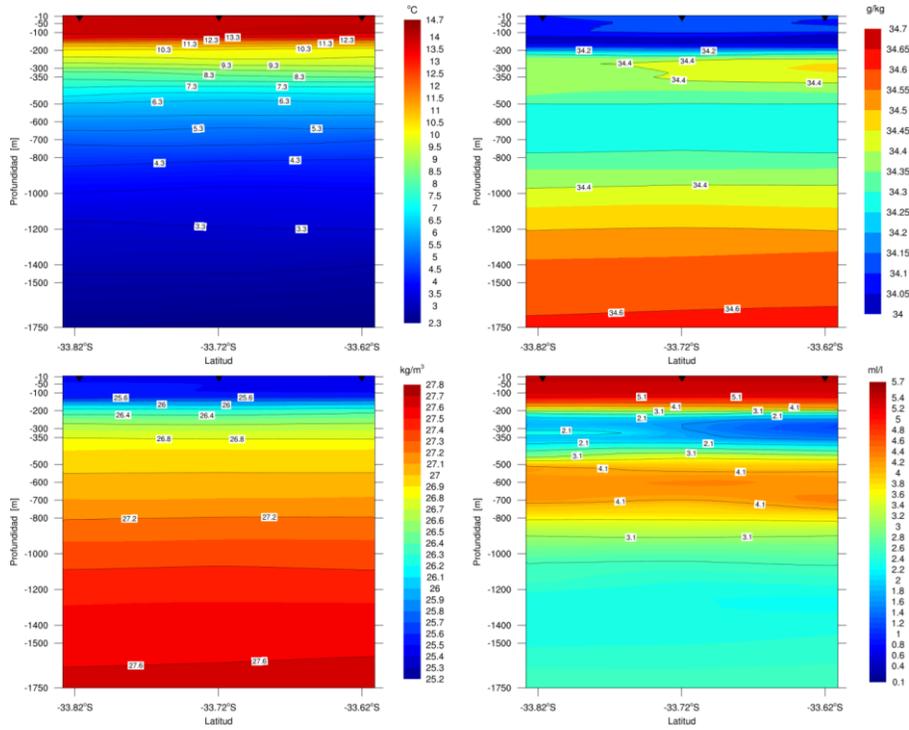


Figura 4.1.31. Secciones longitudinales correspondientes al monte JF5, transecta M5 a 80,02°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

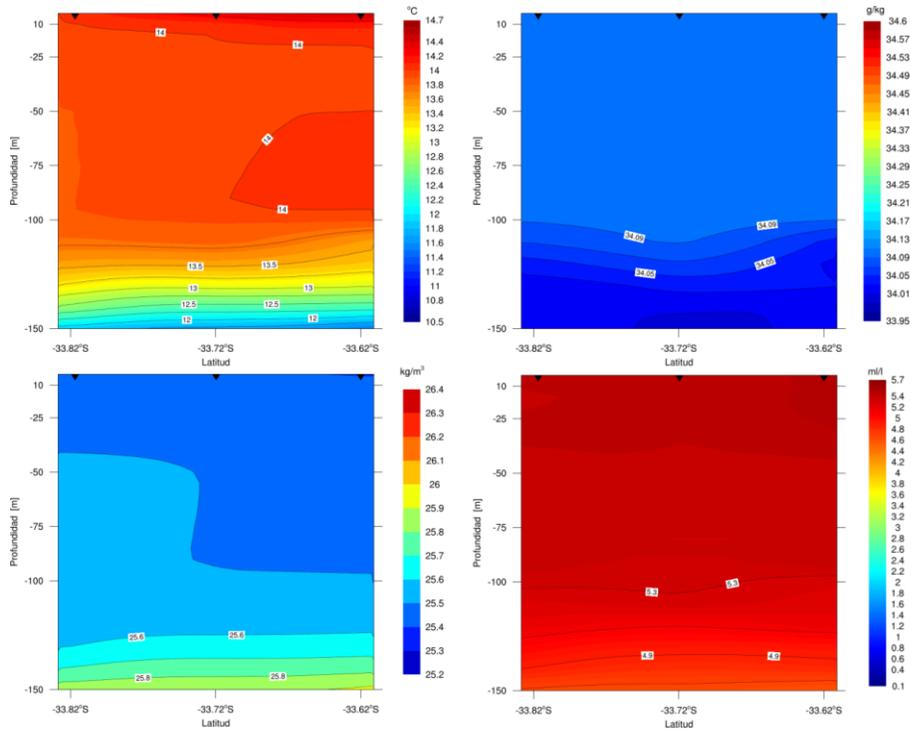


Figura 4.1.32. Secciones longitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta M5 a 80,02°W. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (σ_t ; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

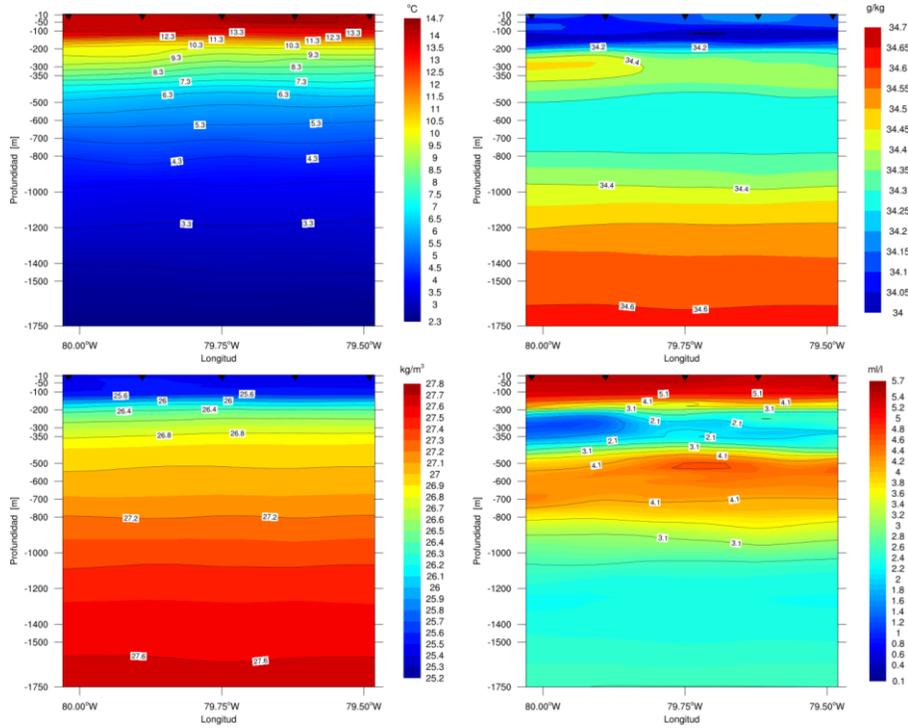


Figura 4.1.33. Secciones latitudinales correspondientes al monte JF5, transecta Z1 (norte) a 33,62°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

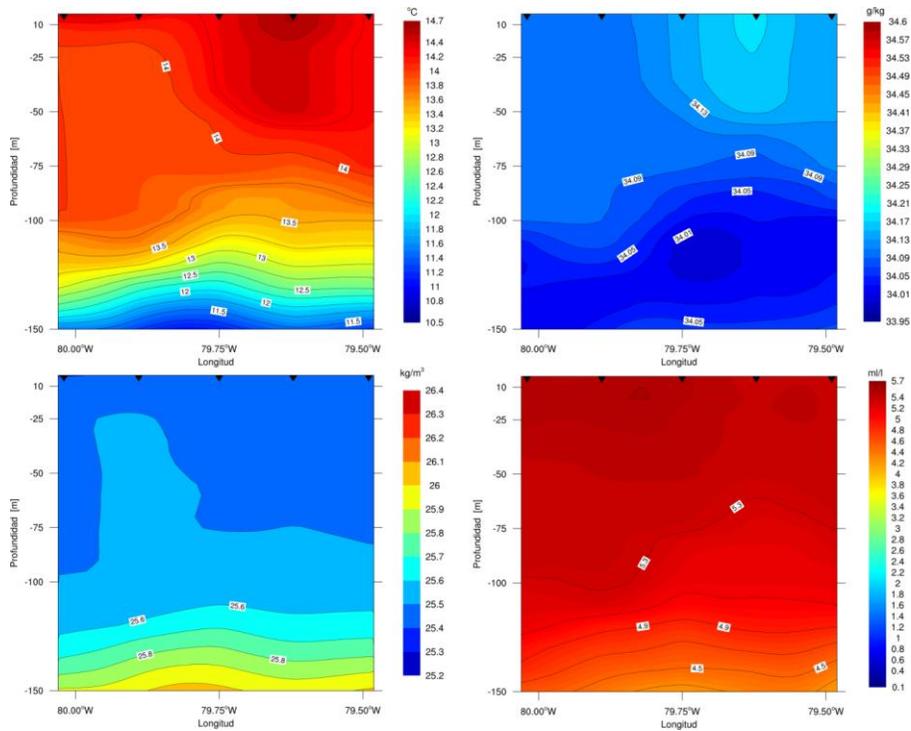


Figura 4.1.34. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta Z1 (norte) a 33,62°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

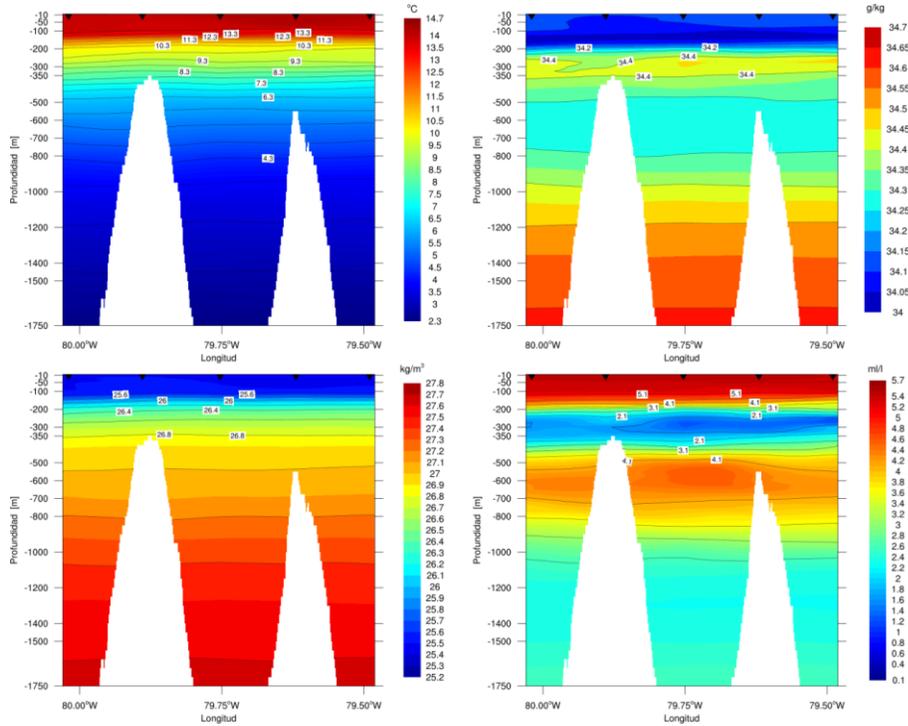


Figura 4.1.35. Secciones latitudinales correspondientes al monte JF5, transecta Z2(centro) 33,73°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

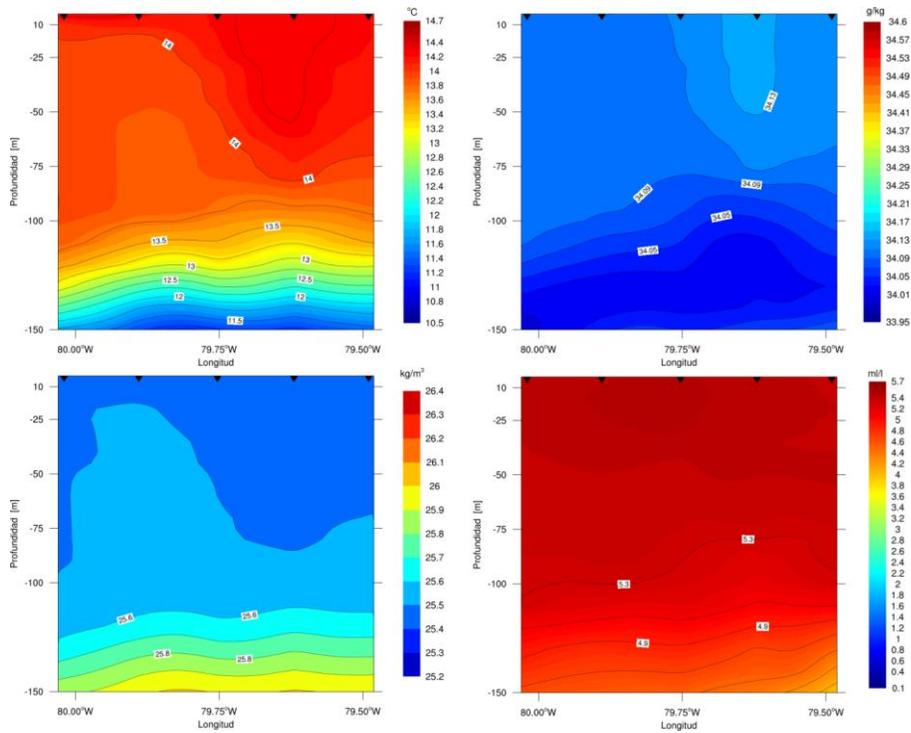


Figura 4.1.36. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta Z2 (centro) 33,73°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

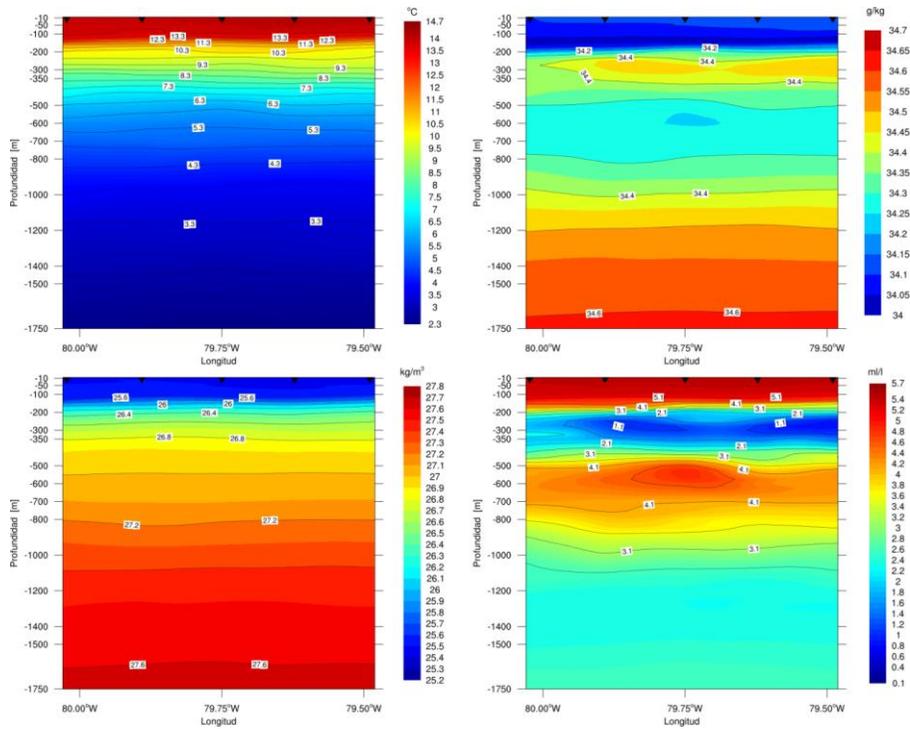


Figura 4.1.37. Secciones latitudinales correspondientes al monte JF5, transecta Z3 (sur) 33,82°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (sigma-t; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

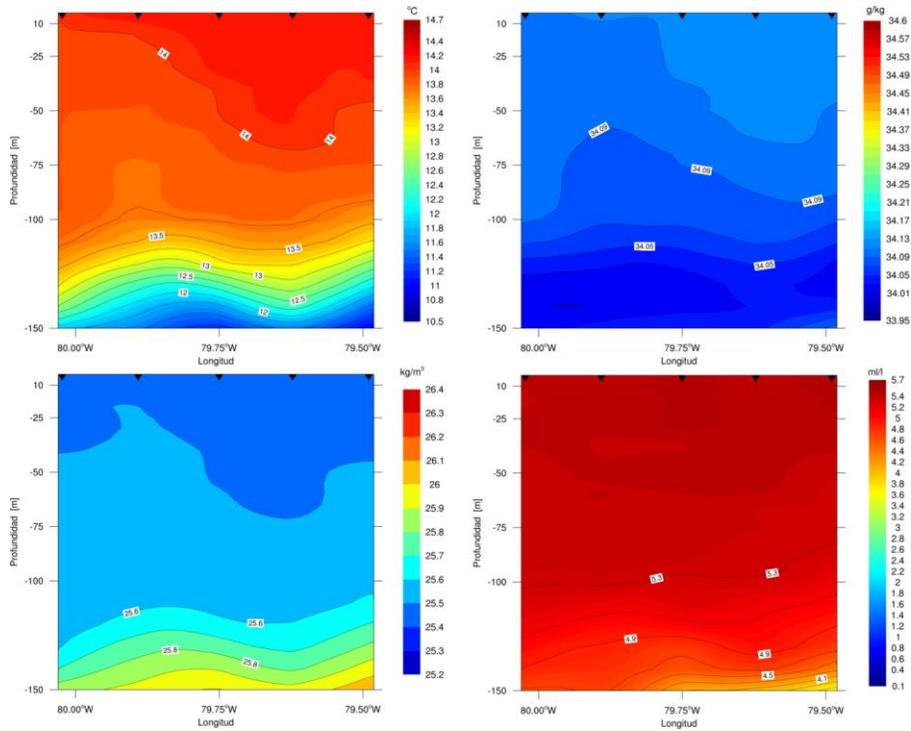


Figura 4.1.38. Secciones latitudinales para los primeros 150 m de profundidad, correspondientes al monte JF5, transecta Z3 (sur) 33,82°S. Temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (σ_t ; panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho).

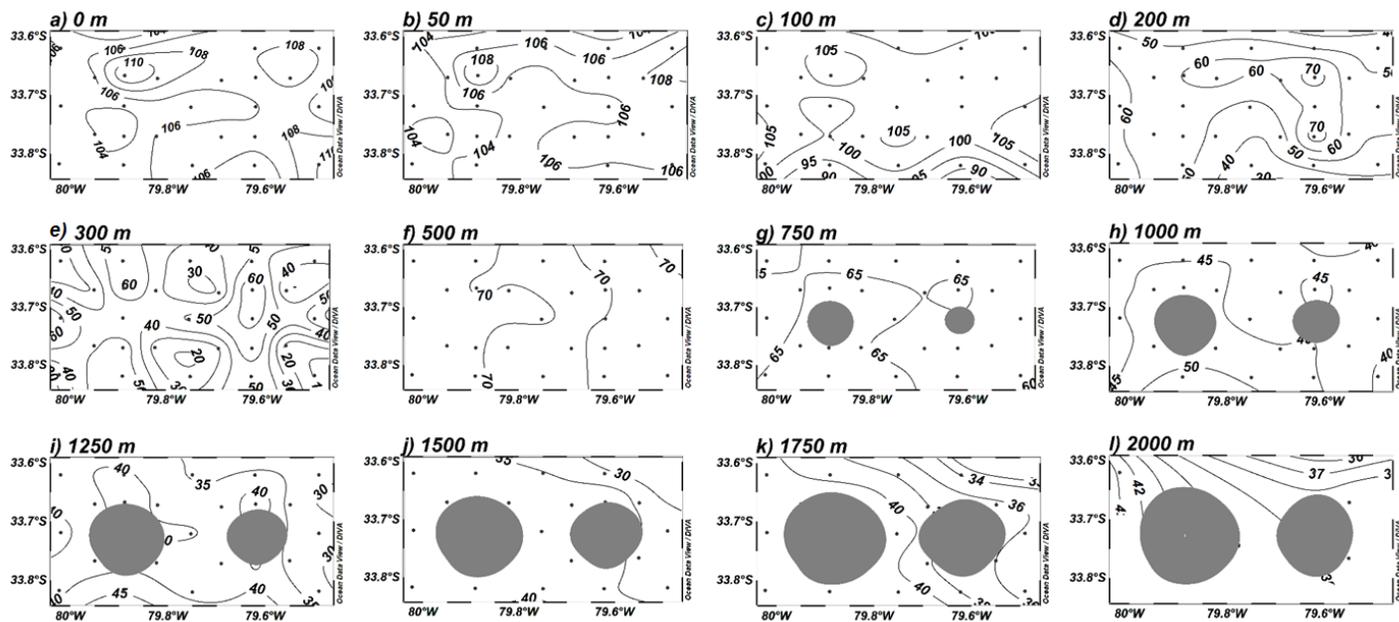


Figura 4.1.40. Distribución horizontal de saturación de oxígeno disuelto (%) a los niveles de profundidad: a) 0 m ; b) 50m; c) 100 m; d) 200 m; e) 300 m; f) 500 m; g) 750 m; h) 1000 m; i) 1250 m; j) 1500 m; k) 1750 m; y l) 2000 m de profundidad en el área de estudio sobre el Monte JF5. Las líneas representan los niveles de saturación de oxígeno disuelto (%). Las áreas sombreadas representan la presencia del monte.

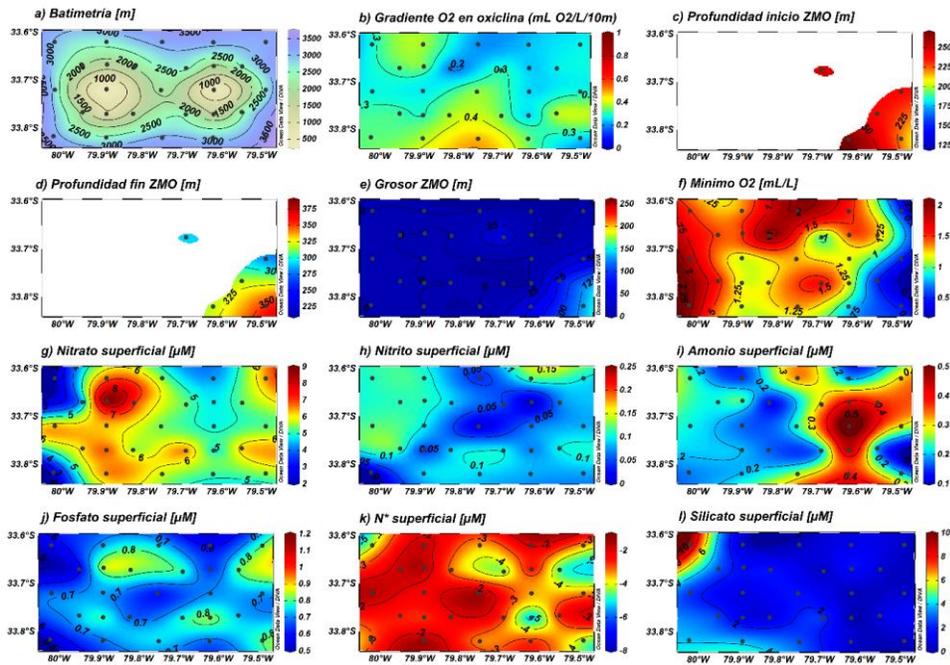


Figura 4.1.41. Distribución espacial de a) batimetría (m), b) Gradiente de oxígeno disuelto en la oxiclina ($\text{mL O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ 10m}^{-1}$); c) Profundidad de inicio de la ZMO (m); d) Profundidad del fin de la ZMO (m); e) grosor de la ZMO (m); f) Mínima concentración de oxígeno disuelto observada en la columna de agua (mL L^{-1}); g) concentración nitrato superficial (μM); h) nitrito superficial (μM); i) concentración fosfato superficial (μM); i) concentración de sílice superficial (μM); k) N^* (μM), en el área de estudio sobre el Monte JF5 l) concentración de sílice superficial (μM) durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2016.

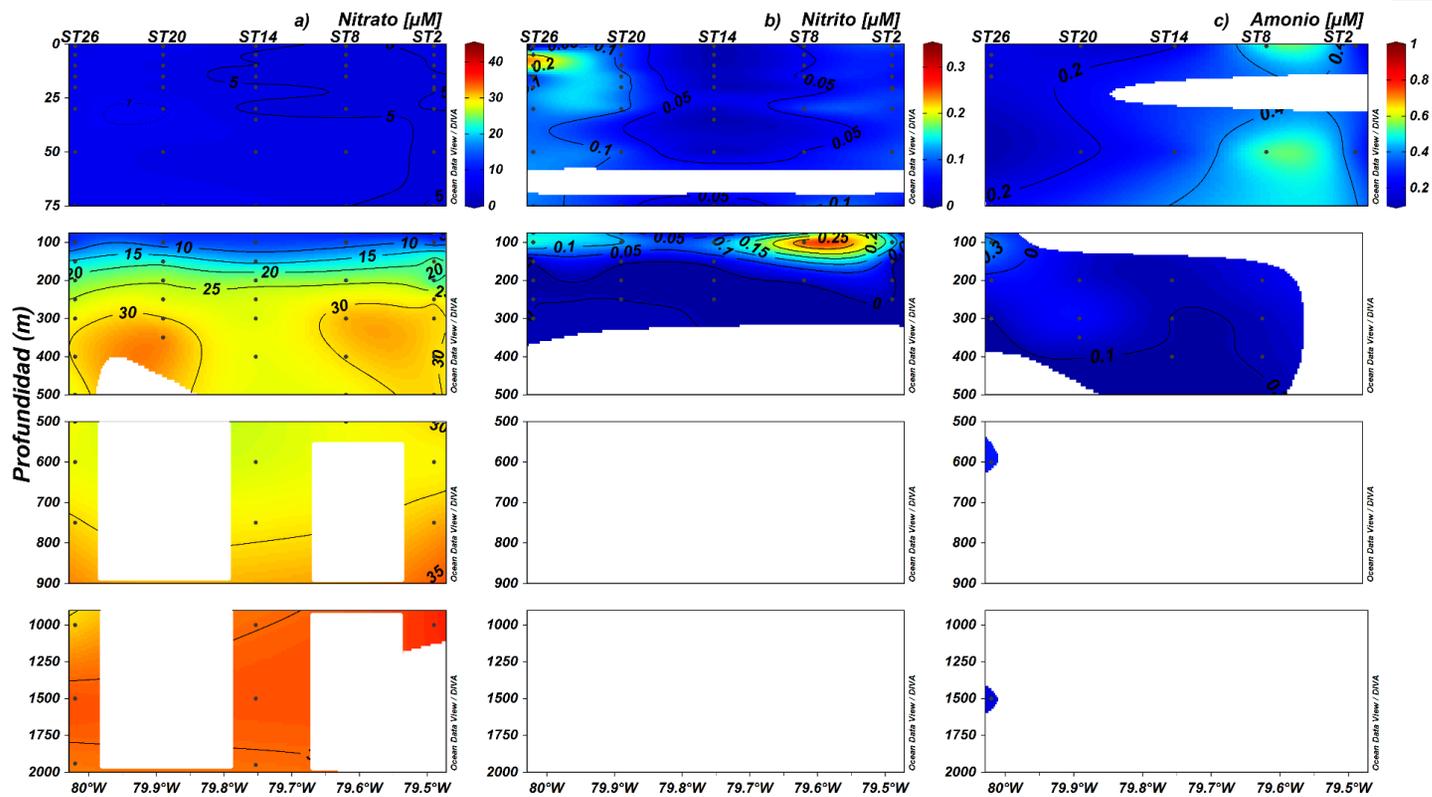


Figura 4.1.42. Distribución vertical de a) Nitrato; b) Nitrito (μM); y c) Amonio (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte JF5 durante el crucero FIP Montes Submarinos.

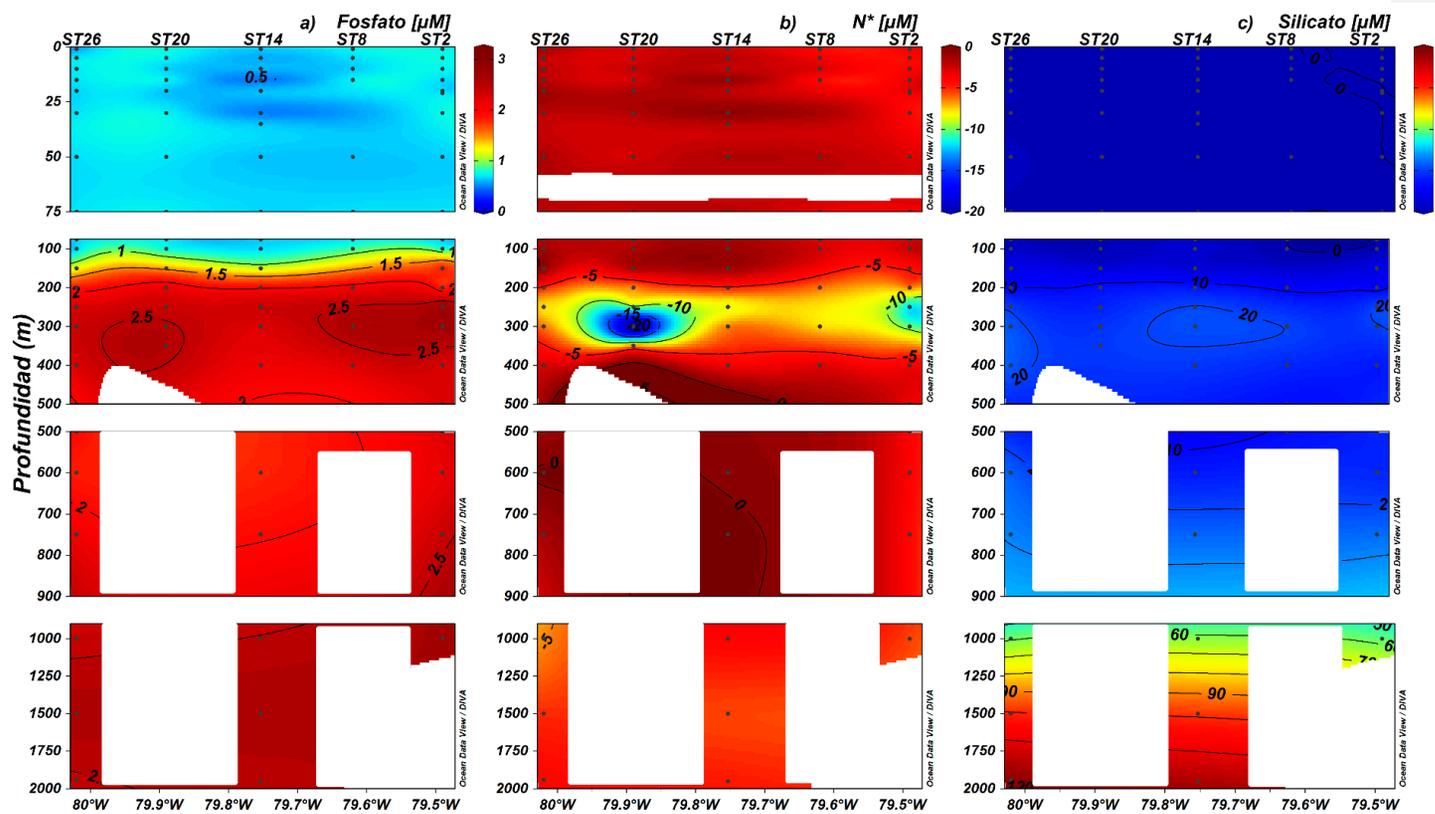


Figura 4.1.43. Distribución vertical de a) fosfato (μM), b) N^* (μM), y c) Silicato (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte JF5.

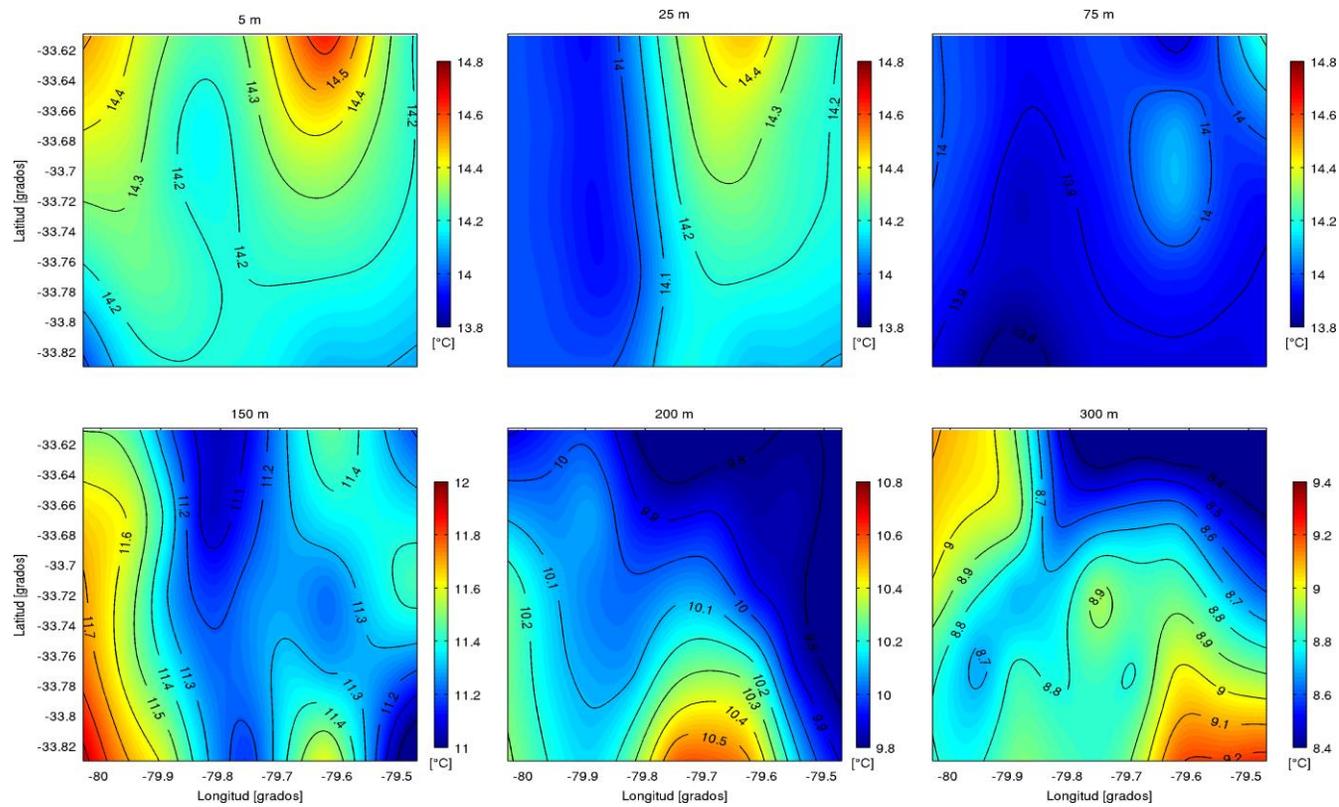


Figura 4.1.44. . Distribución espacial del campo de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) correspondiente al monte Juan Fernández 5 (JF5) para seis niveles distintos. Las escalas varían en los diferentes niveles.

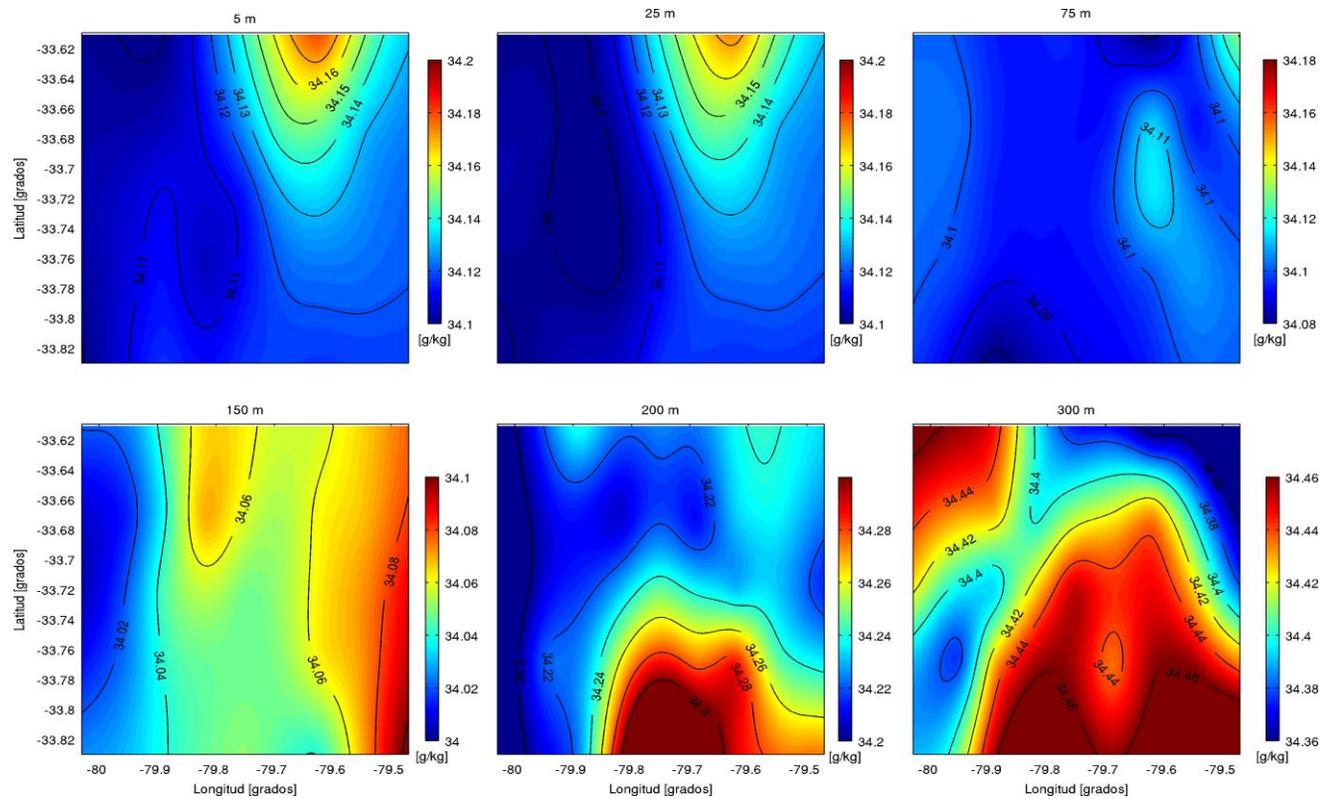


Figura 4.1.45. Distribución espacial del campo de salinidad correspondiente al monte Juan Fernández 5 (JF5) para seis niveles distintos. Las escalas varían en los diferentes niveles.

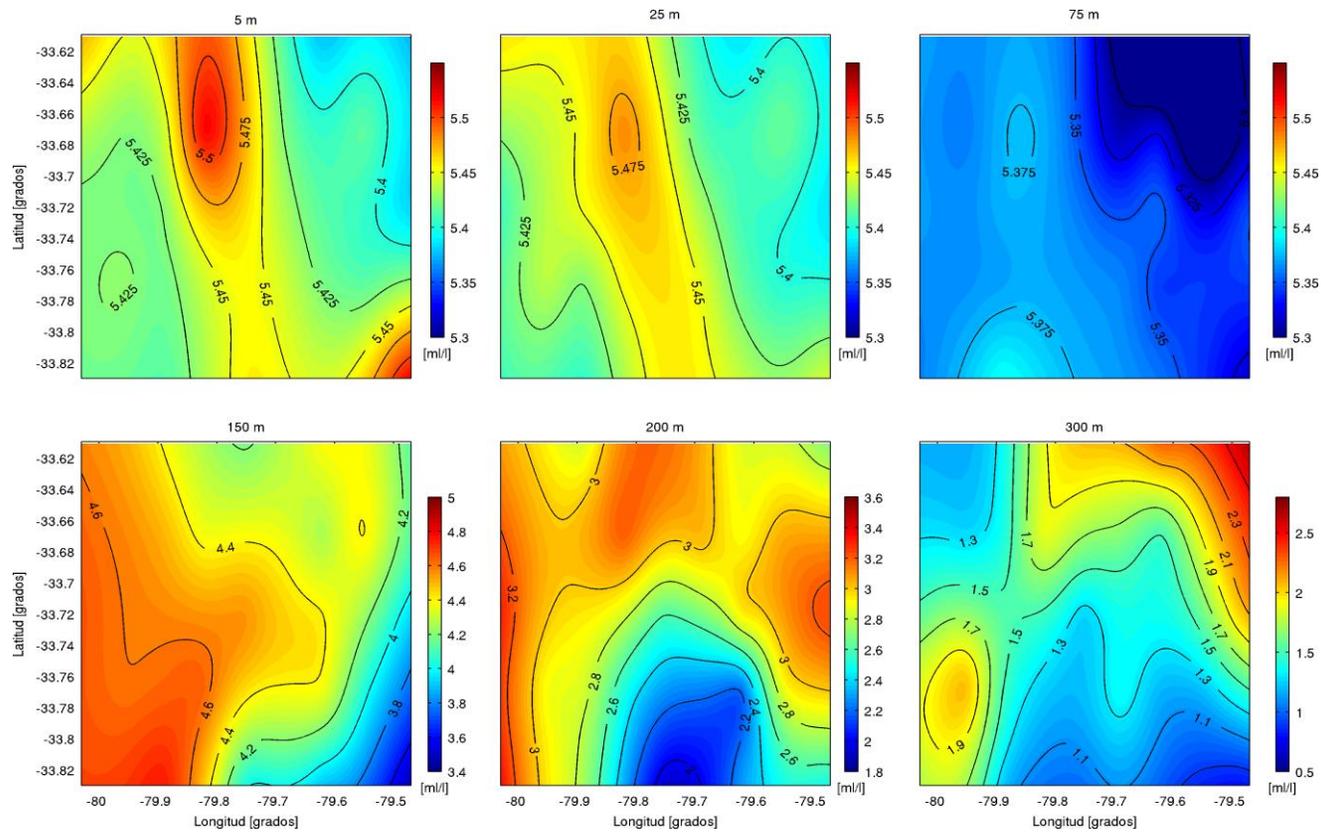


Figura 4.1.46. Distribución espacial del campo de oxígeno disuelto (mL L^{-1}) correspondiente al monte Juan Fernández 5 (JF5) para seis niveles distintos. Las escalas varían en los diferentes niveles, para 5, 25, 75 y 300 m de profundidad el gradiente entre cada isolínea es de 0.5 mL L^{-1} y para 150 m y 200 m es de 0.2 mL L^{-1} .

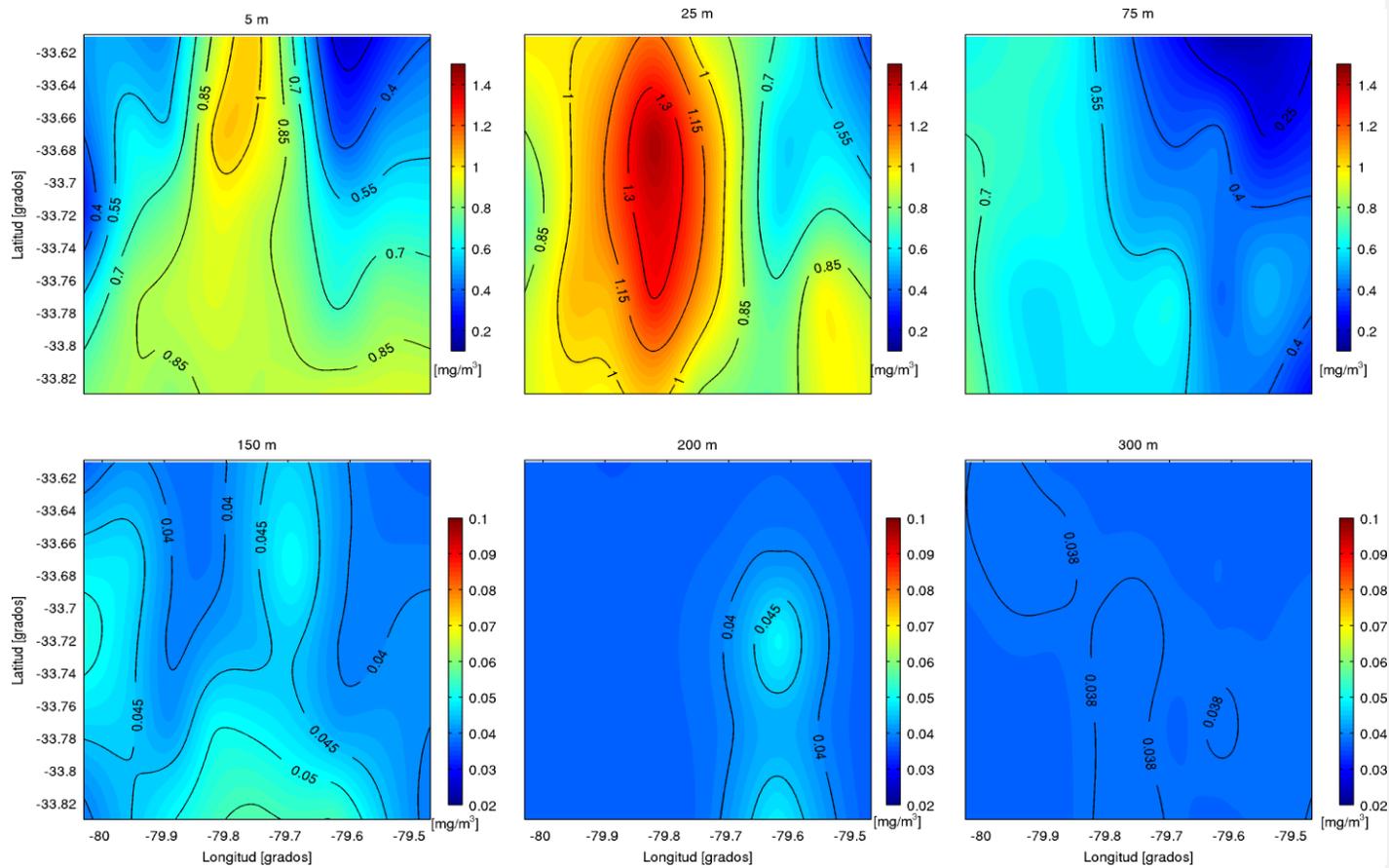


Figura 4.1.47. Distribución espacial del campo de fluorescencia (mg m^{-3}) correspondiente al monte Juan Fernández 5 (JF5) para seis niveles distintos. Las escalas varían en los diferentes niveles, para 5, 25 y 75 m de profundidad el gradiente entre cada isolínea es de 0.15mg m^{-3} y para 150, 200 y 300 m es de 0.005mg m^{-3} .

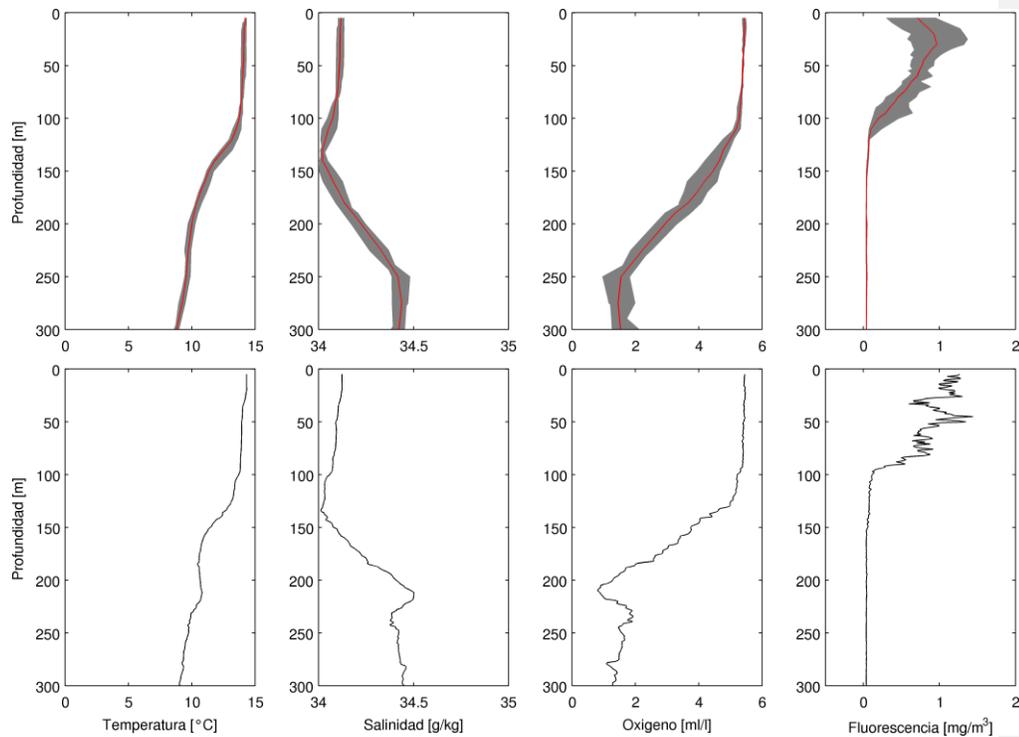


Figura 4.1.48. Perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, oxígeno disuelto (mL L^{-1}) y fluorescencia (mg m^{-3}) de las diferentes estaciones correspondientes al monte submarino Juan Fernández 5 (JF5), obtenidos durante la campaña de medición oceanográfica “Montes”. La línea gris representa los perfiles de las diferentes estaciones, la línea roja representa el perfil promedio de las diferentes estaciones y la línea negra representa la estación de referencia.

Monte JF6

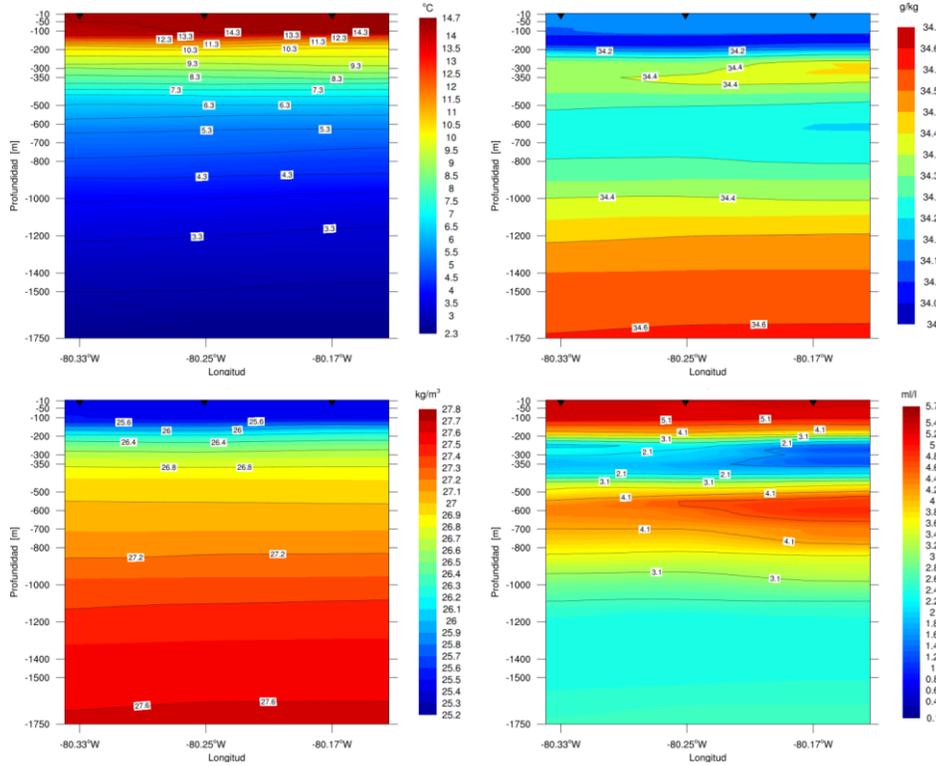


Figura 4.1.49. Secciones latitudinales, en la transecta Z1 (norte) a 34,02°S, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

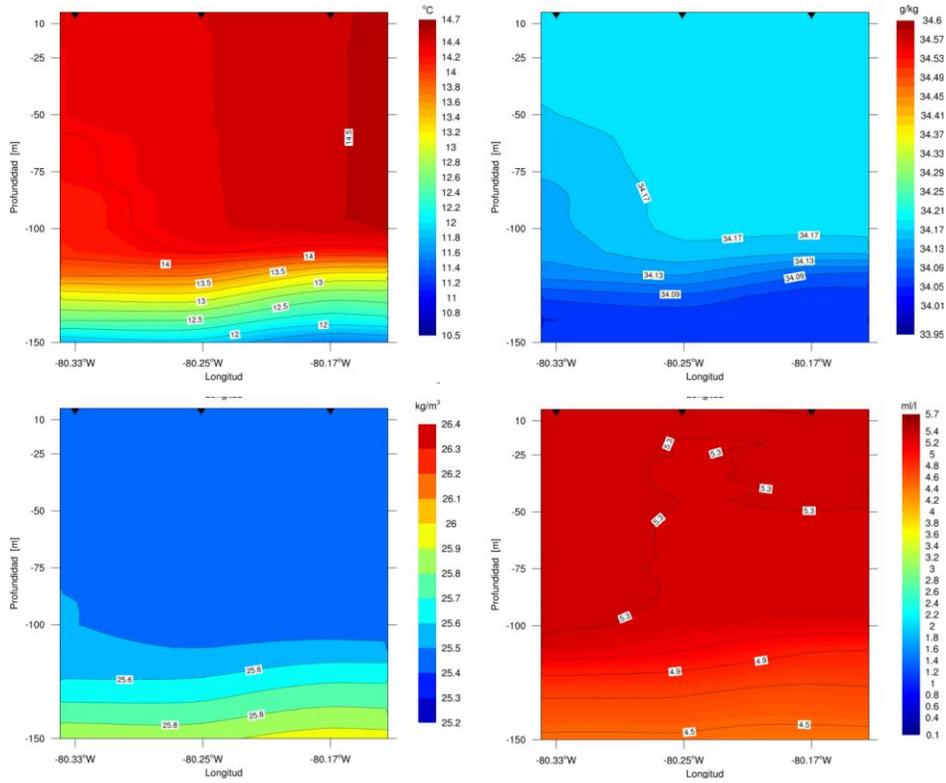


Figura 4.1.50. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones latitudinales, en la transecta Z1 (norte) a 34,02°S, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

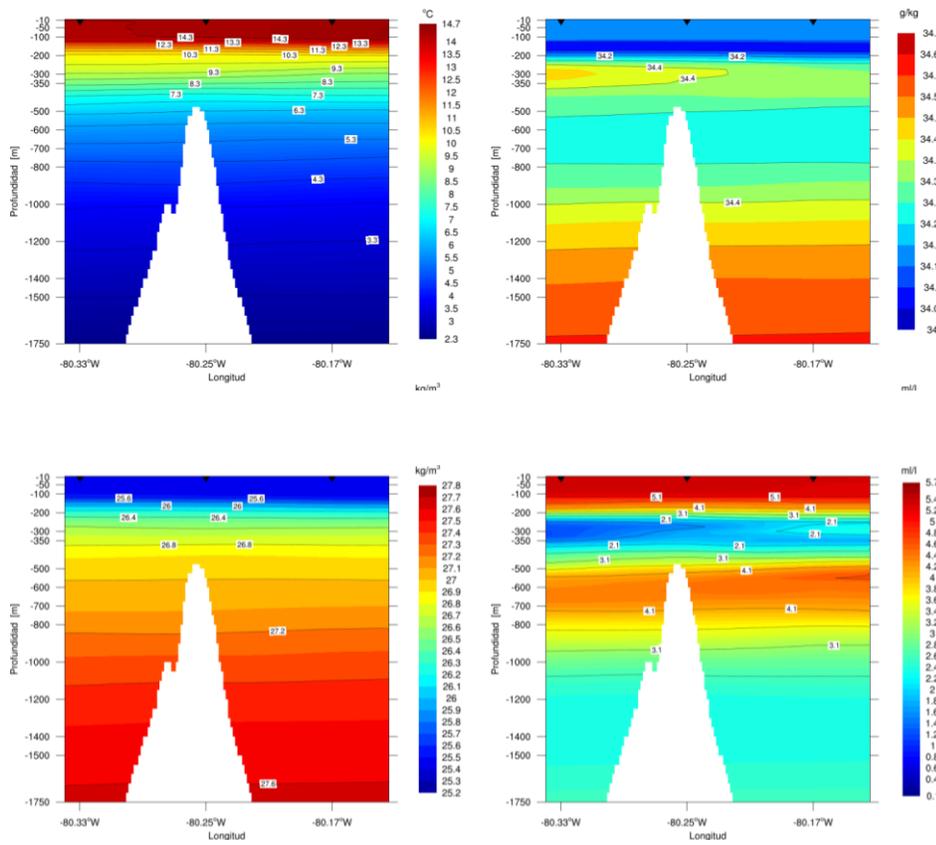


Figura 4.1.51. Secciones latitudinales, en la transecta Z2 (centro) a los 34,08°S, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

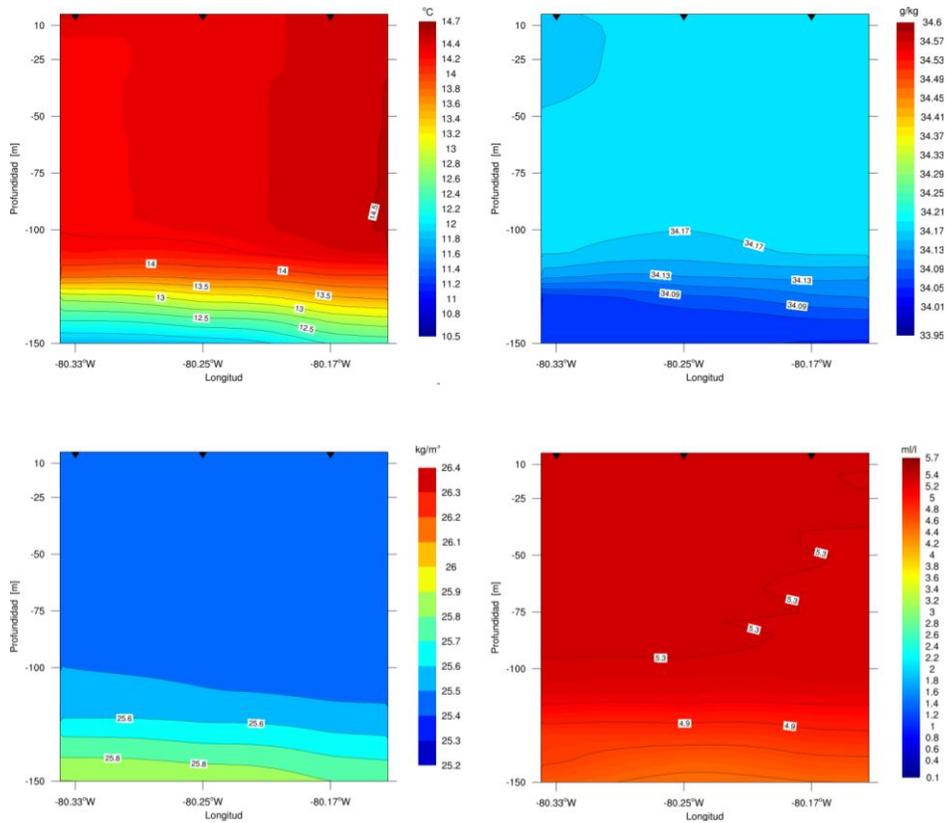


Figura 4.1.52. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones latitudinales, en la transecta Z2 (centro) a los 34,08°S, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

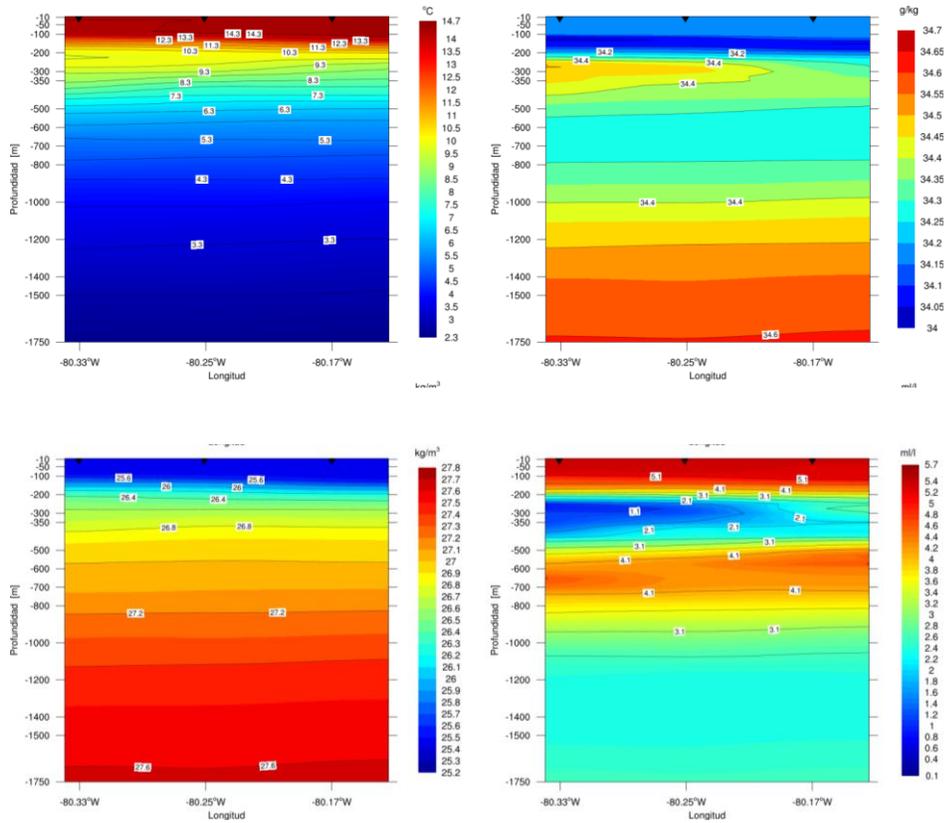


Figura 4.1.53. Secciones latitudinales, en la transecta Z3 (sur) a los 34,15°S, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

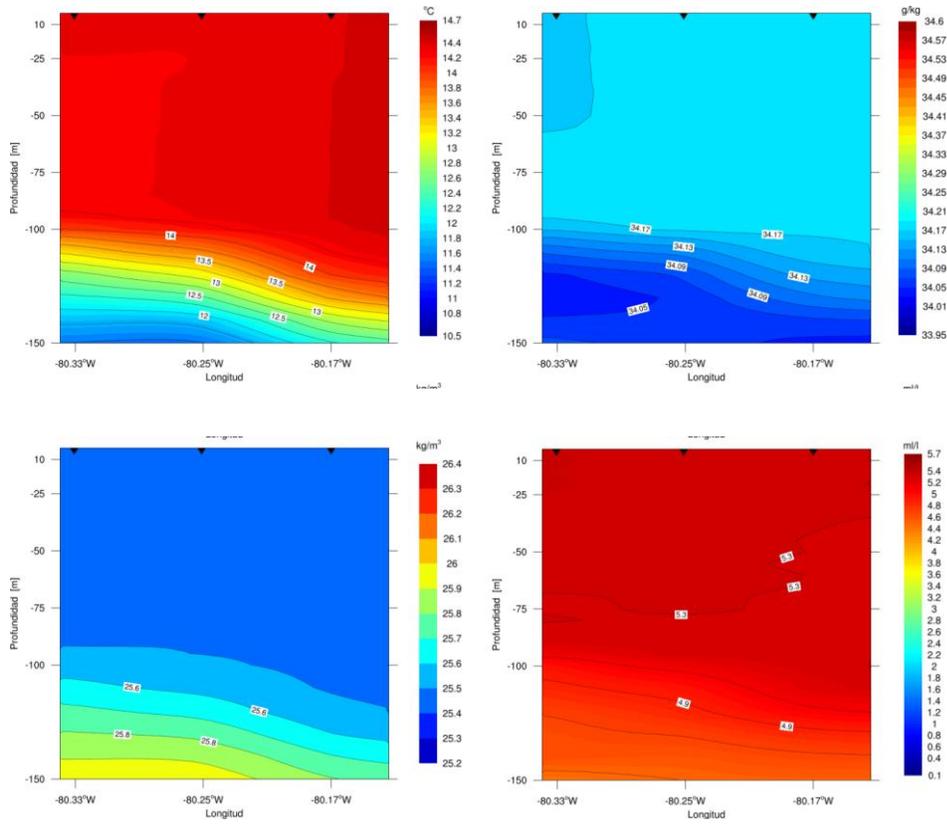


Figura 4.1.54. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones latitudinales, en la transecta Z3 (sur) a los 34,15°S, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

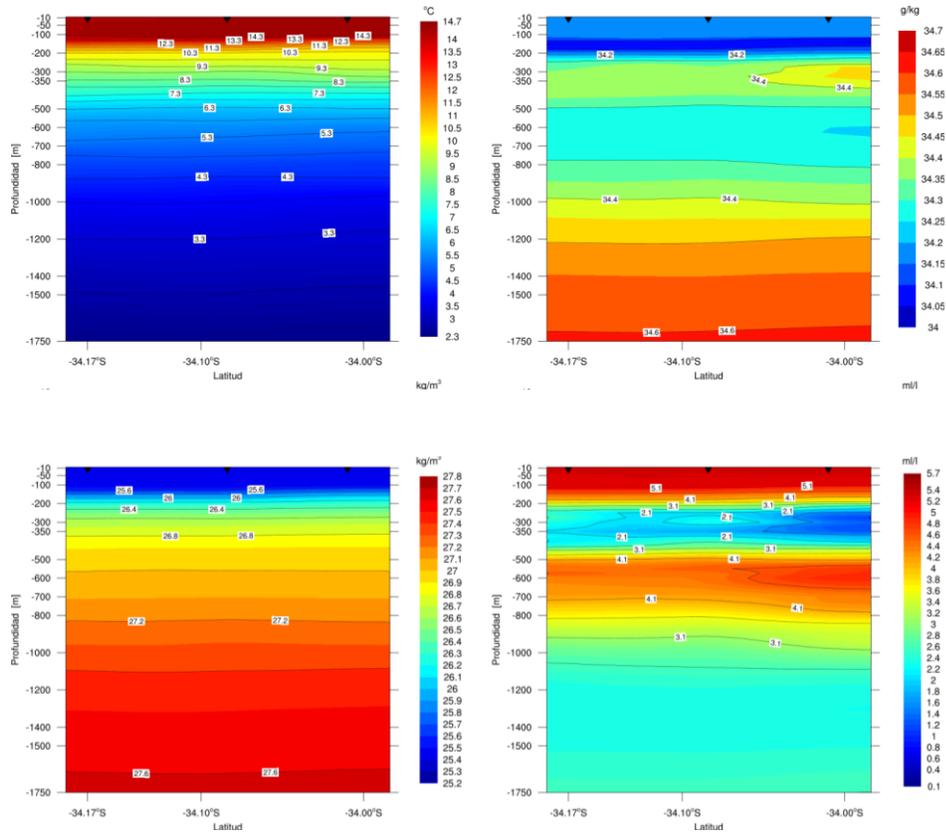


Figura 4.1.55. Secciones longitudinales, en la transecta MI (este) a los 80,20°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

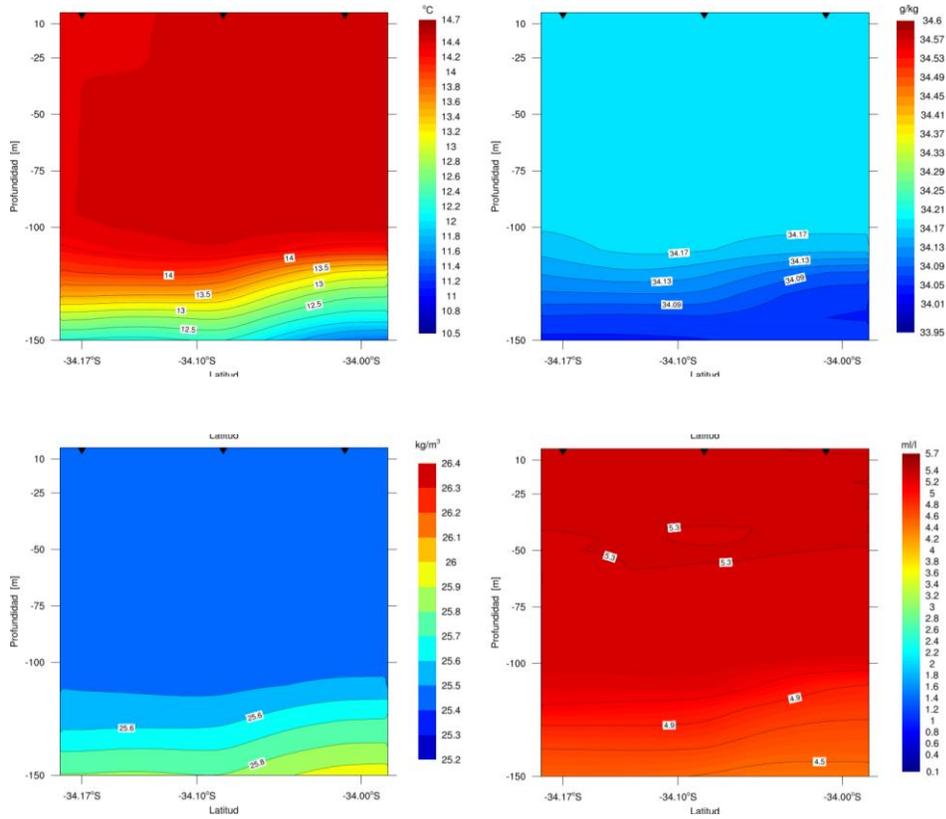


Figura 4.1.56. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones longitudinales, en la transecta M1 (este) a los 80,20°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

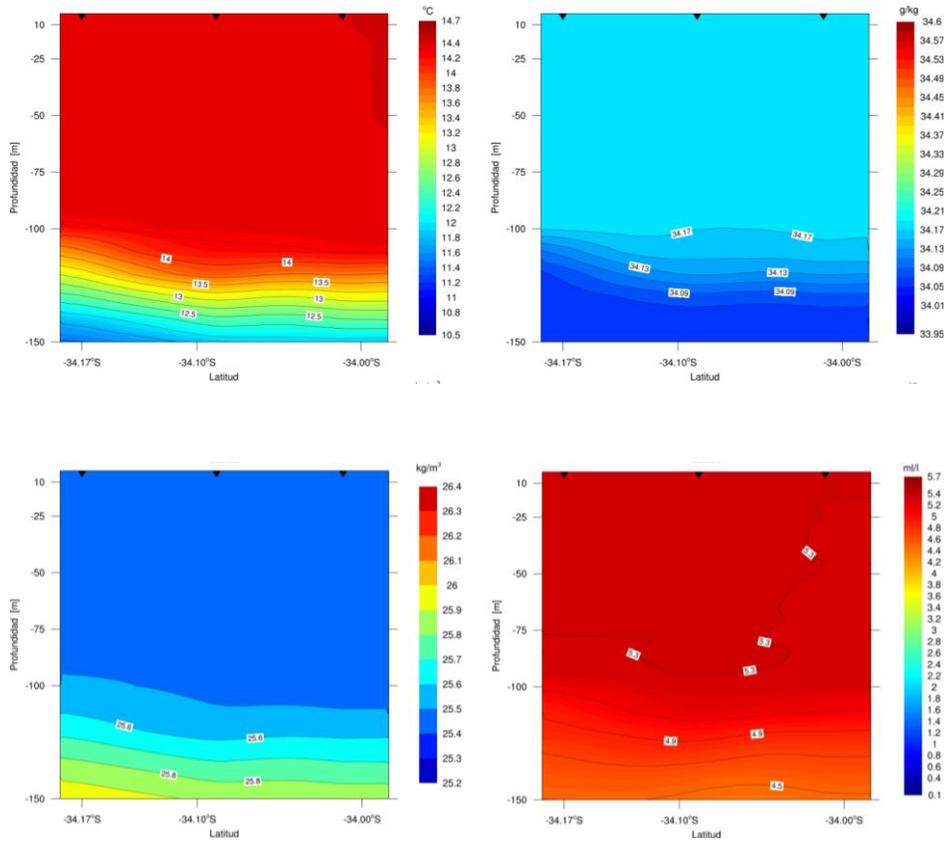


Figura 4.1.58. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones longitudinales, en la transecta M2 (intermedia) a los 80,27°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

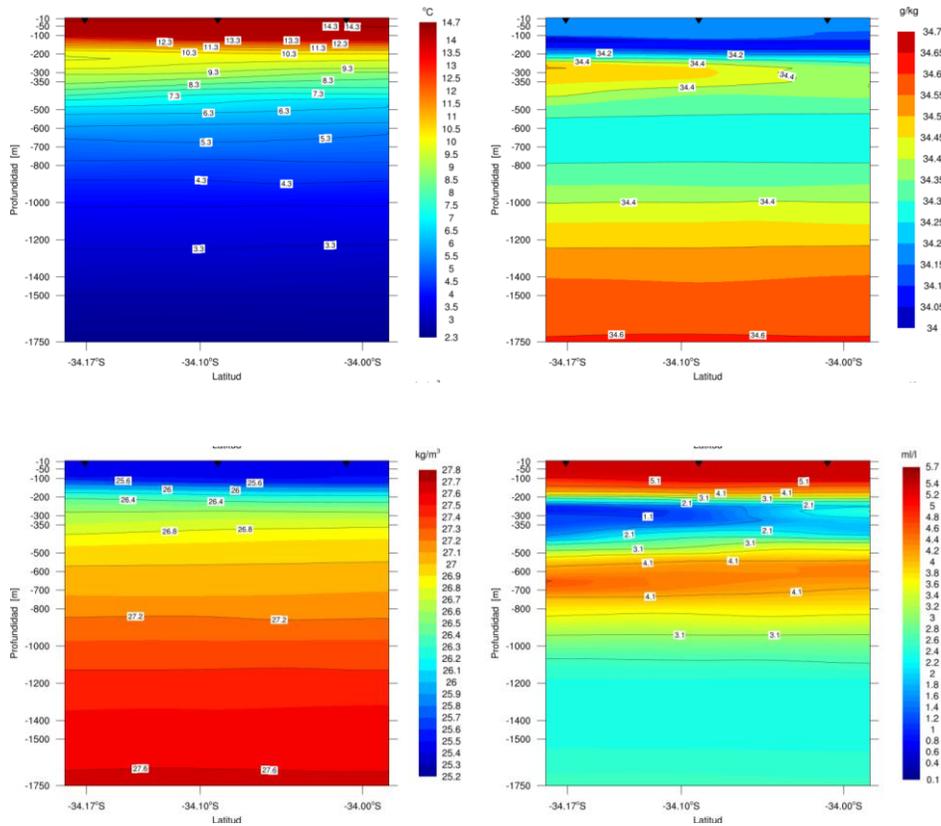


Figura 4.1.59. Secciones longitudinales, en la transecta M3 (oeste) a los 80,33°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

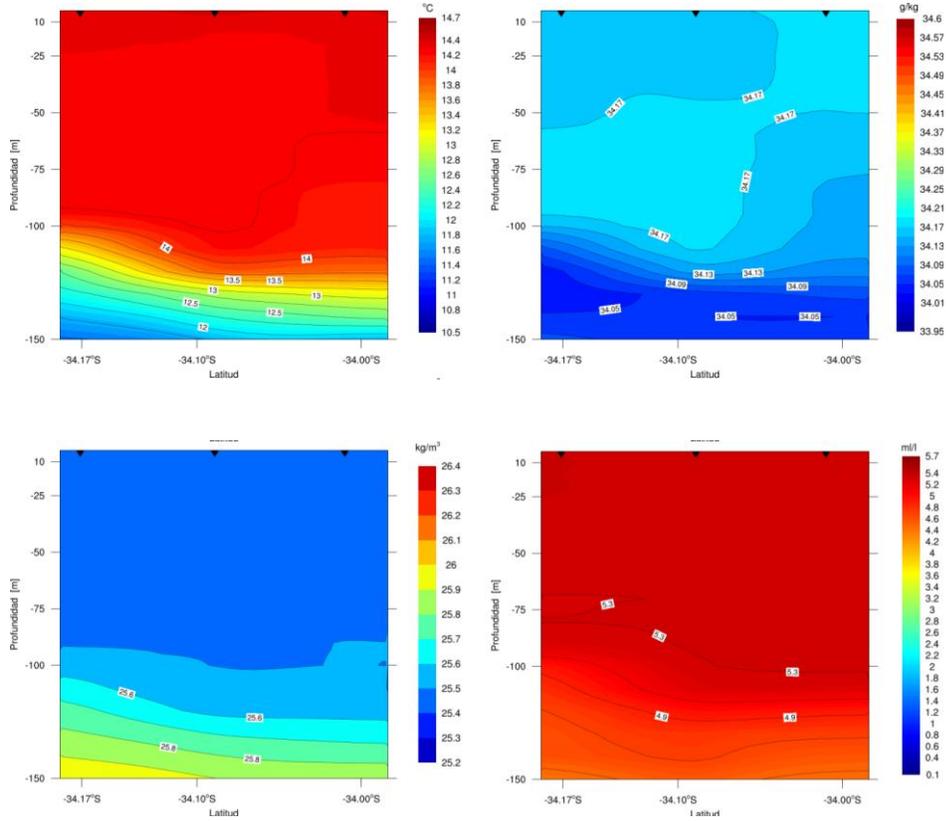


Figura 4.1.60. Detalle de los primeros 150 m de profundidad de las secciones longitudinales, en la transecta M3 (oeste) a los 80,33°W, de temperatura (panel superior izquierdo), salinidad (panel superior derecho), densidad (panel inferior izquierdo) y oxígeno disuelto (panel inferior derecho) correspondiente al monte JF6.

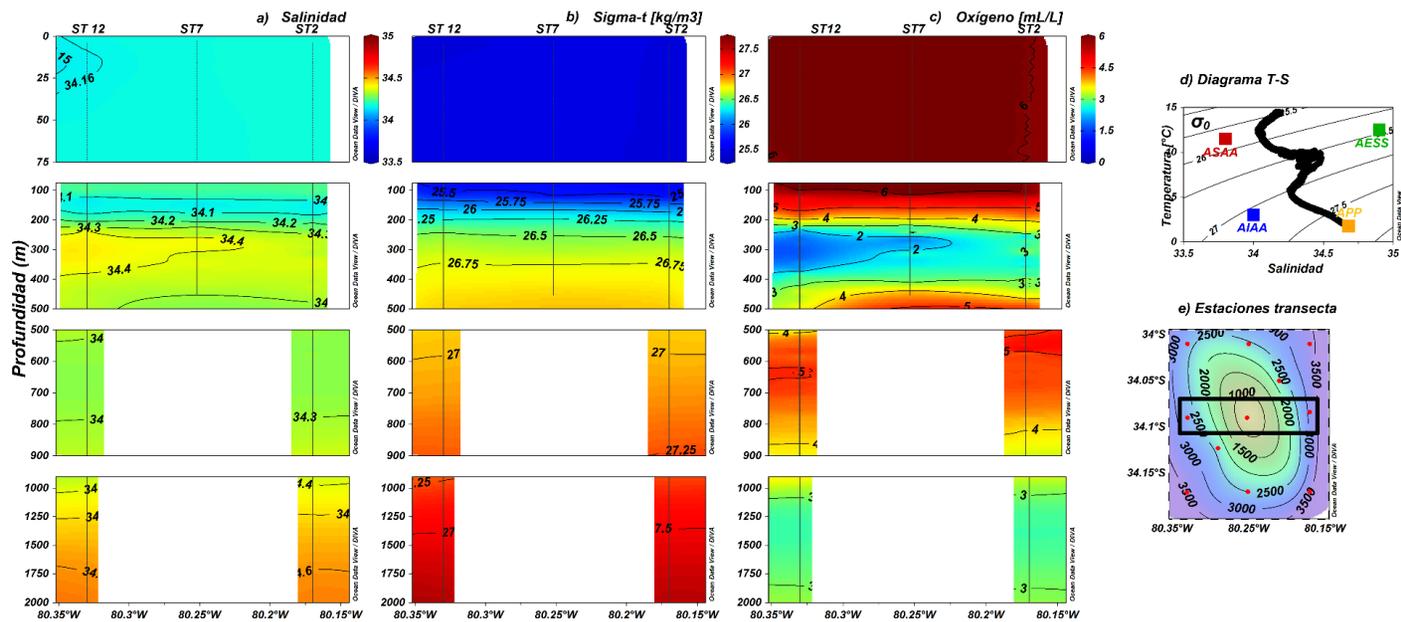


Figura 4.1.61. Distribución vertical de: a) Salinidad; b) $\sigma\text{-}t$ (Kg m^{-3}); c) oxígeno disuelto (mL L^{-1}) en la transecta zonal (Z2) sobre el monte JF6. d) diagrama de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y Salinidad de las estaciones muestreadas sobre el Monte JF6; los cuadrados indican la localización de temperatura y salinidad de los núcleos del ASAA (rojo), AESS (verde), AIAA (azul) y APP (naranja). e) Estaciones sobre el Monte (puntos rojos) y batimetría del área de estudio. Además se indican las isobatas y las estaciones consideradas para la transecta representada en a, b y c (rectángulo negro).

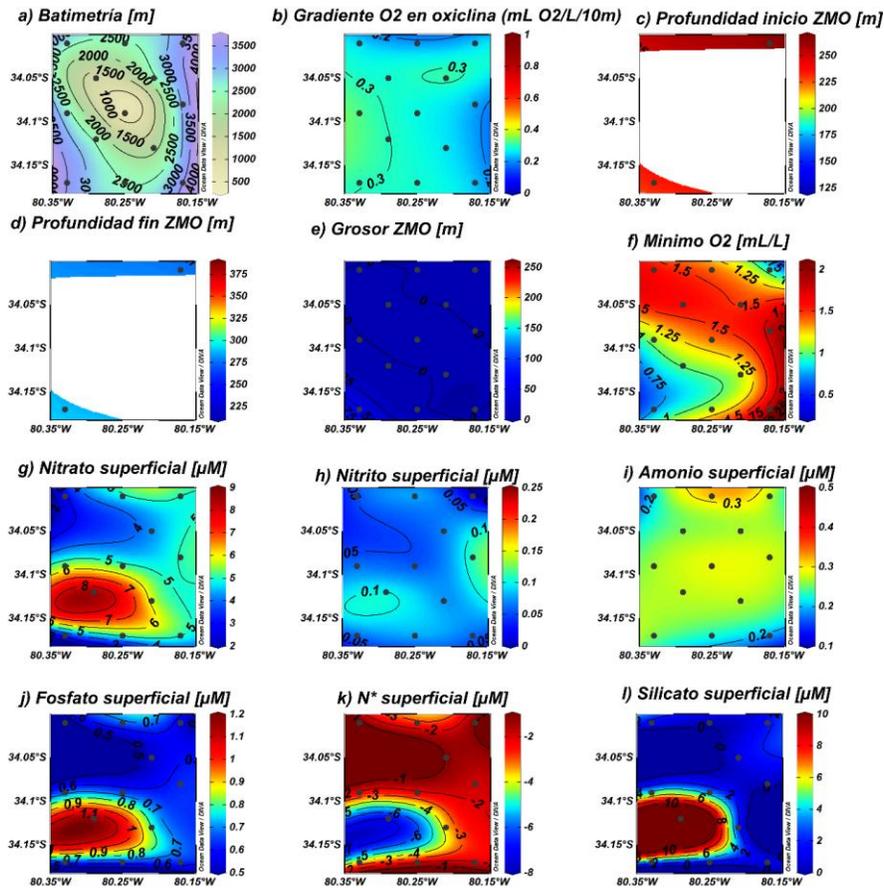


Figura 4.1.62. Distribución espacial de a) batimetría (m), b) Gradiente de oxígeno disuelto en la oxiclina ($\text{mL O}_2 \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$); c) Profundidad de inicio de la ZMO (m); d) Profundidad del fin de la ZMO (m); e) grosor de la ZMO (m); f) Mínima concentración de oxígeno disuelto observada en la columna de agua (mL L^{-1}); g) concentración nitrato superficial (μM); h) nitrito superficial (μM); i) concentración amonio superficial (μM); j) concentración fosfato superficial (μM); k) N^* (μM), en el área de estudio sobre el Monte JF6, l) concentración de sílice superficial (μM); durante el crucero FIP-Montes Submarinos 2016.

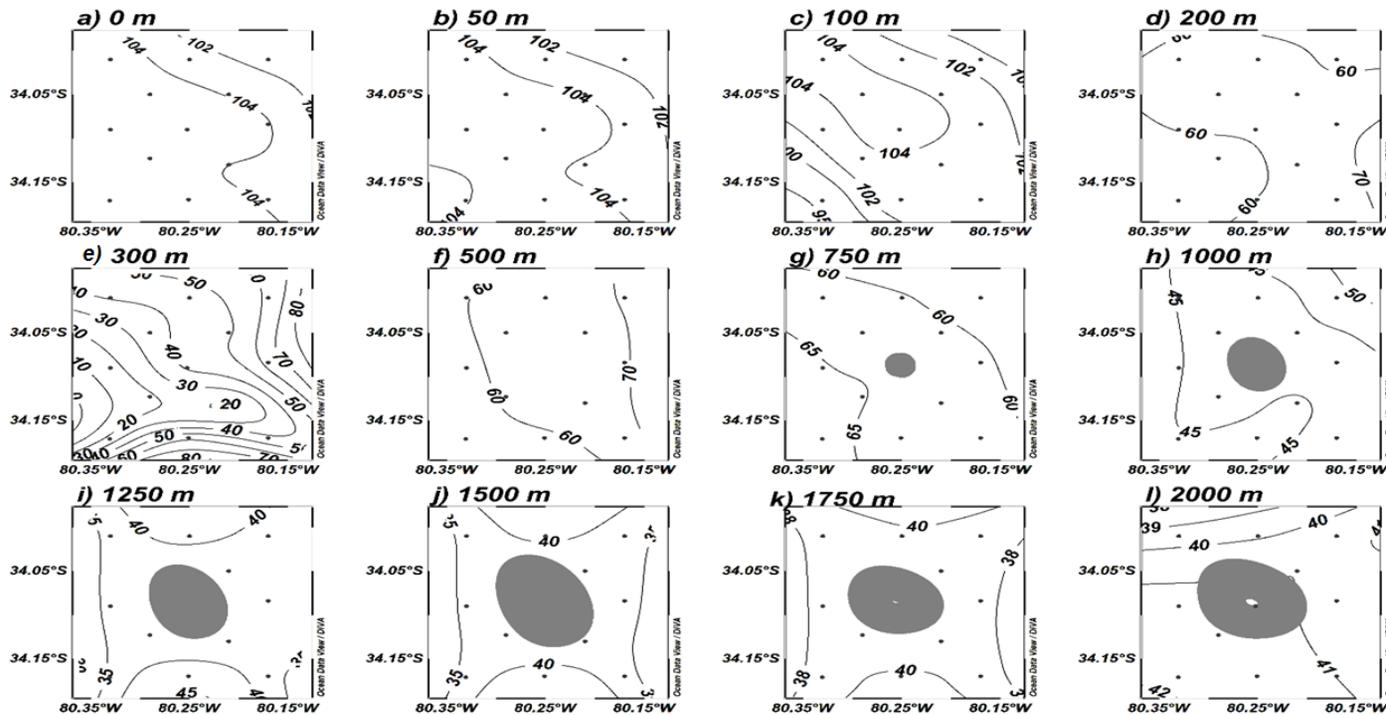


Figura 4.1.63. Distribución horizontal de saturación de oxígeno disuelto (%) a los niveles de profundidad: a) 0m ; b) 50m; c) 100 m; d) 200 m; e) 300 m; f) 500 m; g) 750 m; h) 1000 m; i) 1250 m; j) 1500 m; k) 1750 m; y l) 2000 m de profundidad en el área de estudio sobre el Monte JF6. Las líneas representan los niveles de saturación de oxígeno disuelto (%). Las áreas sombreadas representan la presencia del monte.

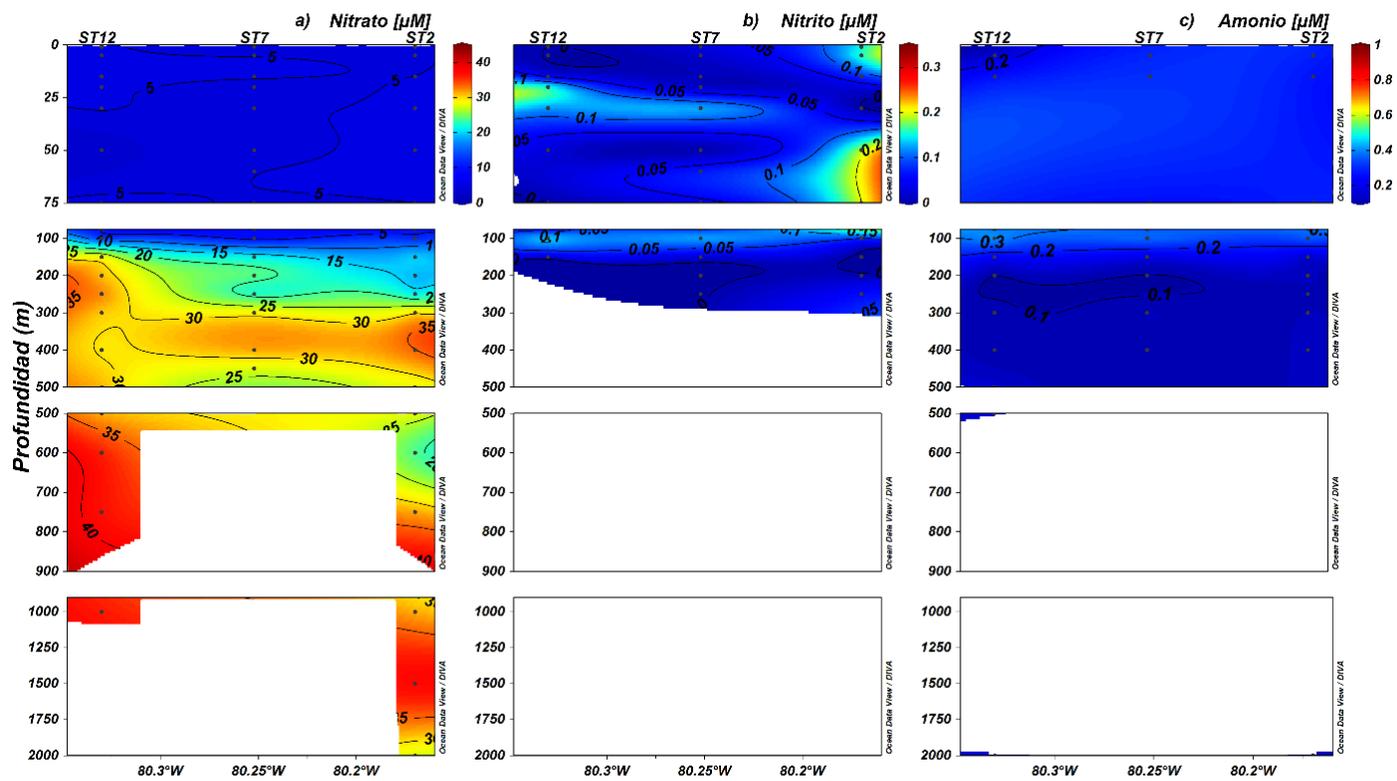


Figura 4.1.64. Distribución vertical de a) Nitrato; b) Nitrito (μM); y c) Amonio (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte JF6 durante el crucero FIP Montes Submarinos.

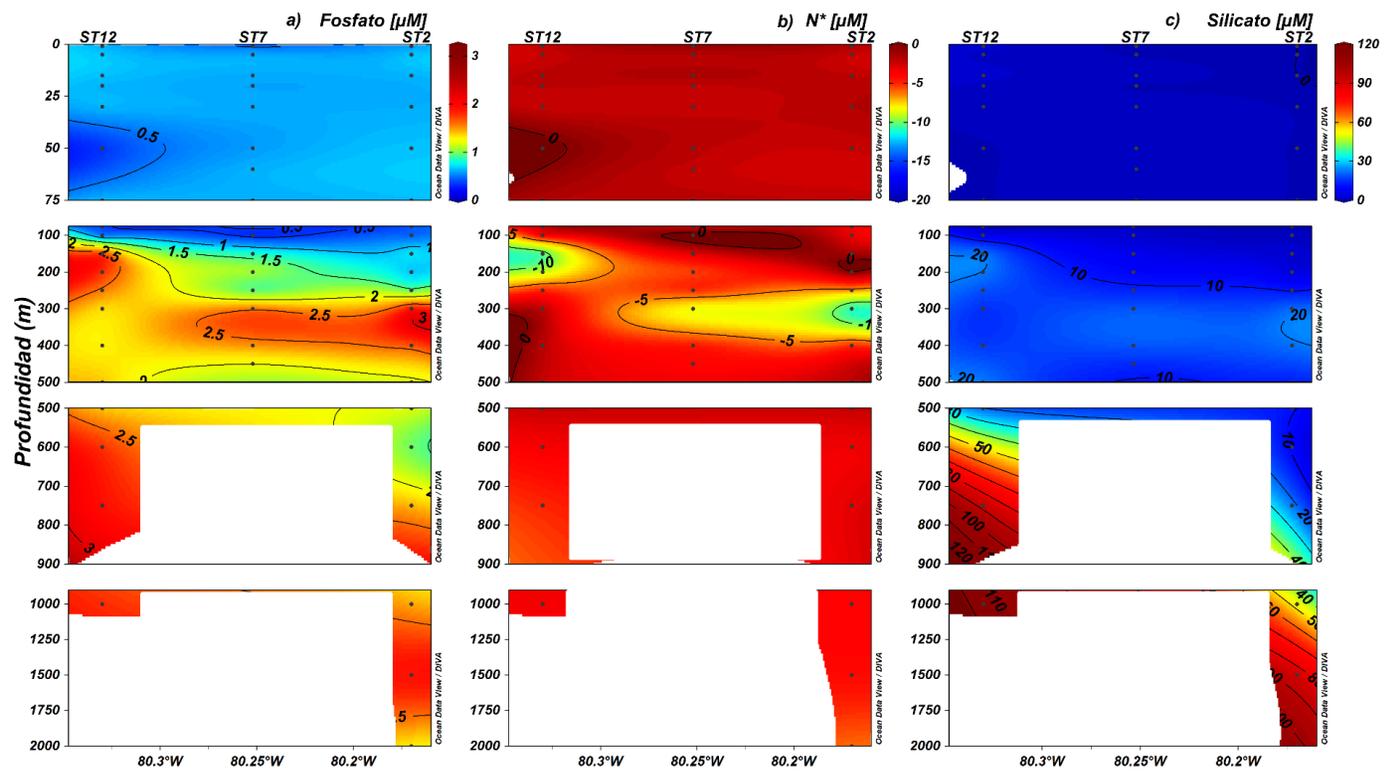


Figura 4.1.65. Distribución vertical de a) fosfato (μM), b) N^* (μM), y c) Silicato (μM) a lo largo de la transecta zonal sobre el Monte JF6.

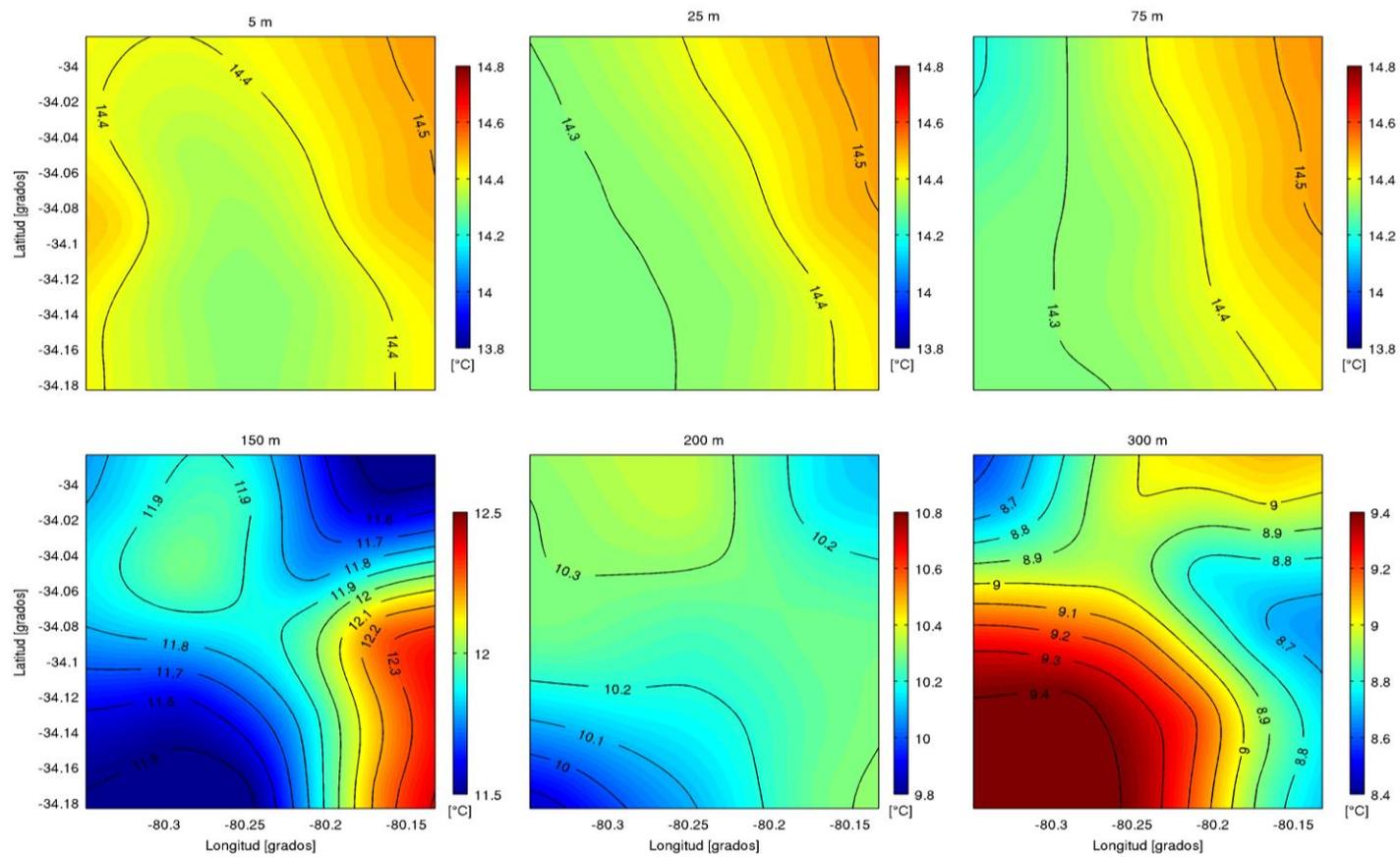


Figura 4.1.66. Distribución espacial del campo de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) correspondiente al Monte Juan Fernández 6 (JF6) para 6 niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles.

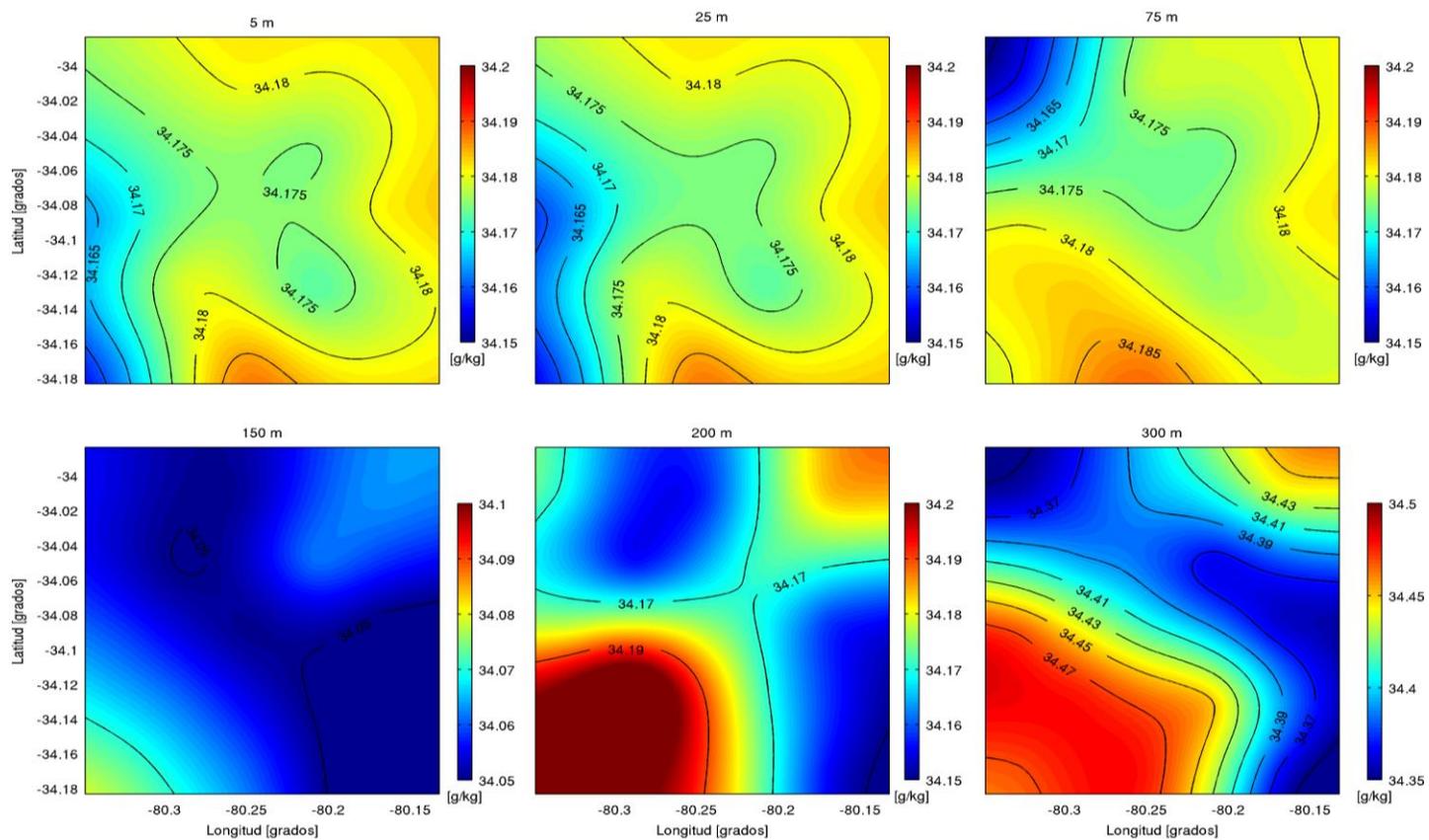


Figura 4.1.67. Distribución espacial del campo de salinidad correspondiente al Monte Juan Fernández 6 (JF6) para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. Para 5, 25 y 75 m el gradiente entre cada isolínea es de 0,005 y para 150, 200 y 300 m de 0,02.

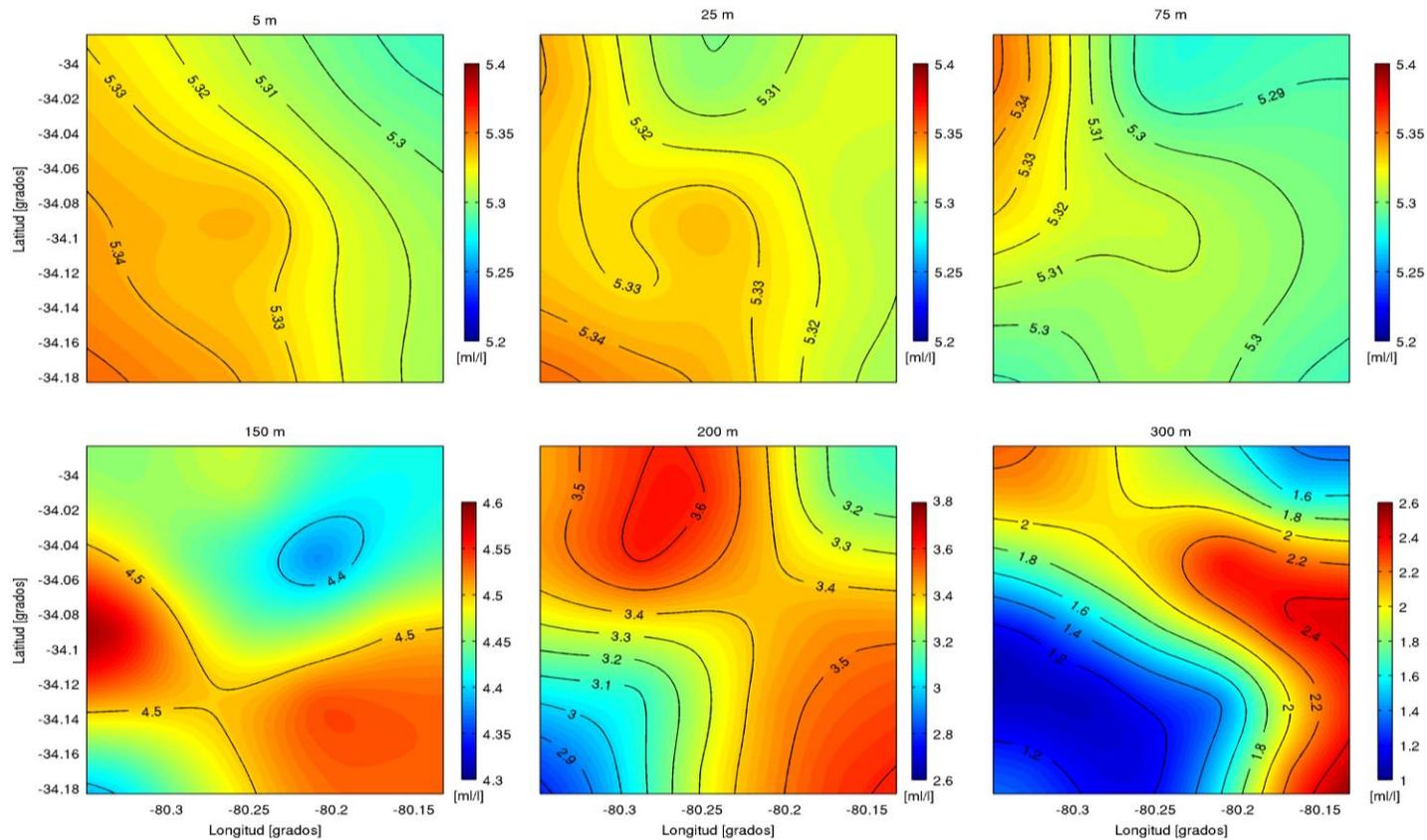


Figura 4.1.68. Distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto (mL L⁻¹) correspondiente al Monte Juan Fernández 6 (JF6) para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. Para 5, 25 y 75 m el gradiente entre cada isolínea es de 0,01 ml/l, para 150 y 200 m de 0,1 mL L⁻¹ y para 300 m de 0,2 mL L⁻¹.

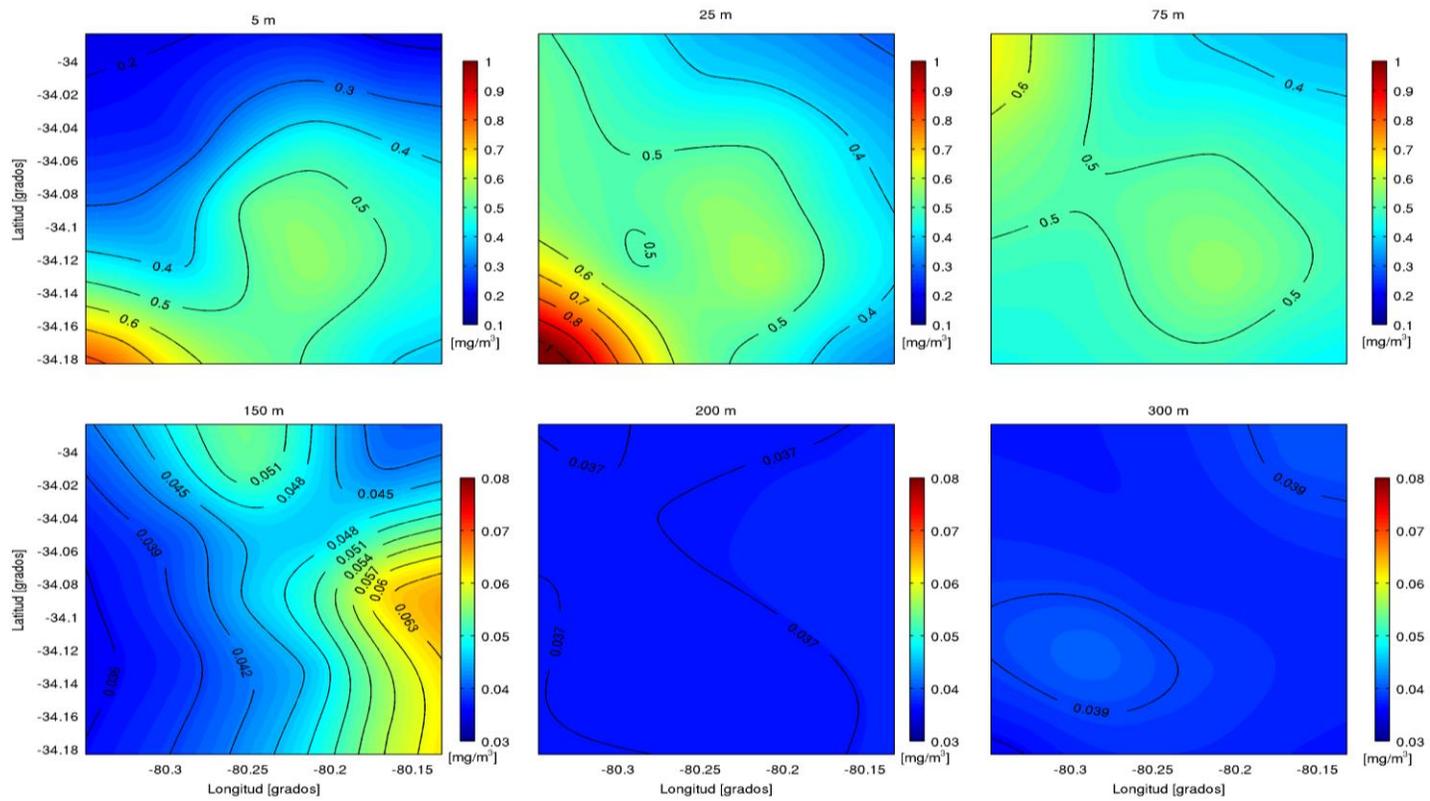


Figura 4.1.69. Distribución espacial del campo de fluorescencia (mg m^{-3}) correspondiente al Monte Juan Fernández 6 (JF6) para seis niveles de profundidad. Las escalas varían en los distintos niveles. Para 5, 25 y 75 m el gradiente entre cada isolinea es de $0,1 \text{ mg m}^{-3}$ y para 150, 200 y 300 m de $0,003 \text{ mg m}^{-3}$.

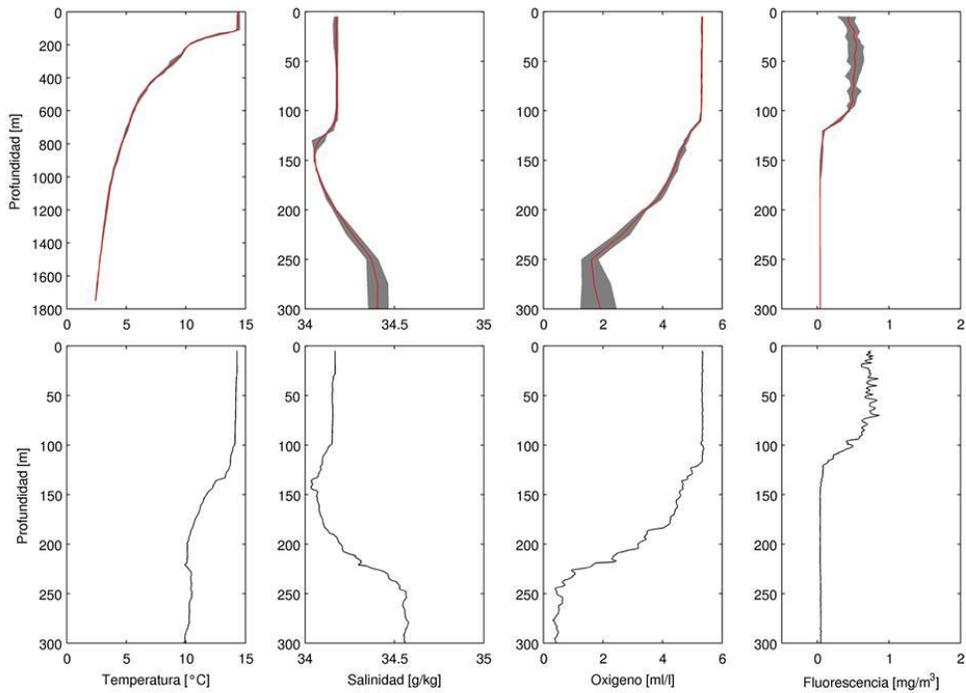


Figura 4.1.70. Perfiles verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, oxígeno disuelto (mL L^{-1}) y fluorescencia (mg m^{-3}) de las diferentes estaciones correspondientes al monte submarino Juan Fernández 6 (JF6), obtenidos durante la campaña de medición oceanográfica “Montes”. La línea gris representa los perfiles de las diferentes estaciones, la línea roja representa el perfil promedio de las diferentes estaciones y la línea negra representa la estación de referencia.

Masas de agua: diagramas T-S

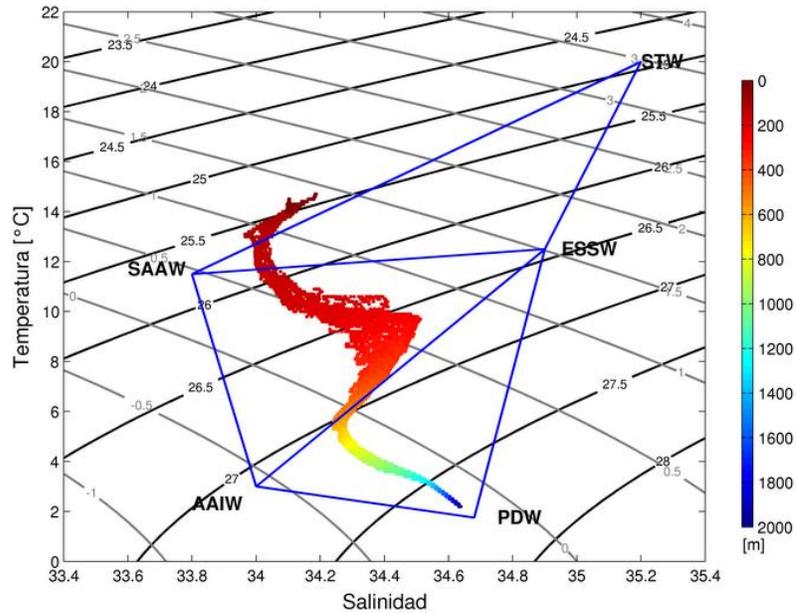


Figura 4.1.71. Digrama T-S correspondiente al Monte Juan Fernández 5. En azul se observan los triangulos de masas de agua presente nombradas por sus siglas en inglés; STW, Subtropical Water (Agua subtropical, AST); ESW, Equatorial Subsurface Water (Agua Ecuatorial Subsuperficial, AESS); AAIW, Antarctic Intermediate Water (Agua Intermedia Antártica, AIAA) SAAW, Subantartic Water (Agua Subantártica, ASSA) y PDW, Pacific Deep Water (Agua Profunda del Pacífico, APP).

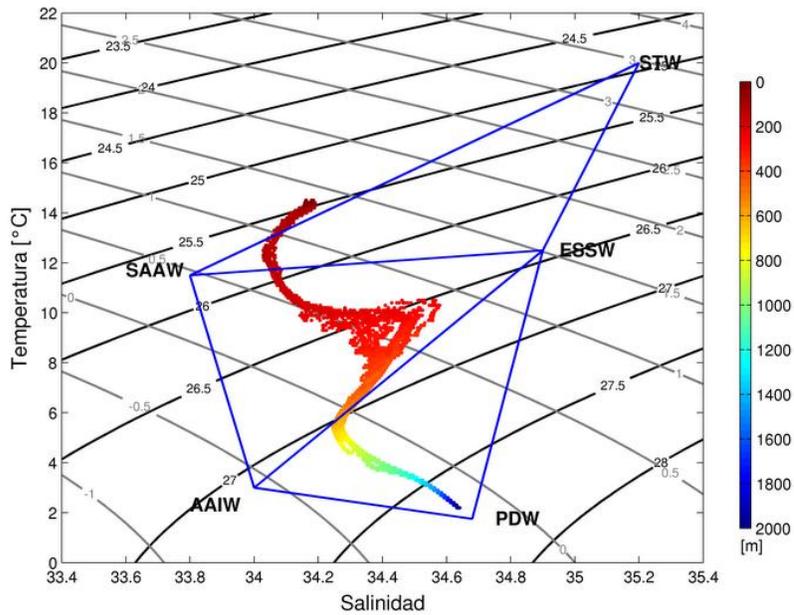


Figura 1.4.72. Diagrama T-S correspondiente al monte Juan Fernández 6. En azul se observan los triángulos de masas de agua presente nombradas por sus siglas en inglés; STW, Subtropical Water (Agua subtropical, AST); ESSW, Equatorial Subsurface Water (Agua Ecuatorial Subsuperficial, AESS); AAIW, Antarctic Intermediate Water (Agua Intermedia Antártica, AIAA) SAAW, Subantartic Water (Agua Subantártica, ASSA) y PDW, Pacific Deep Water (Agua Profunda del Pacífico, APP).

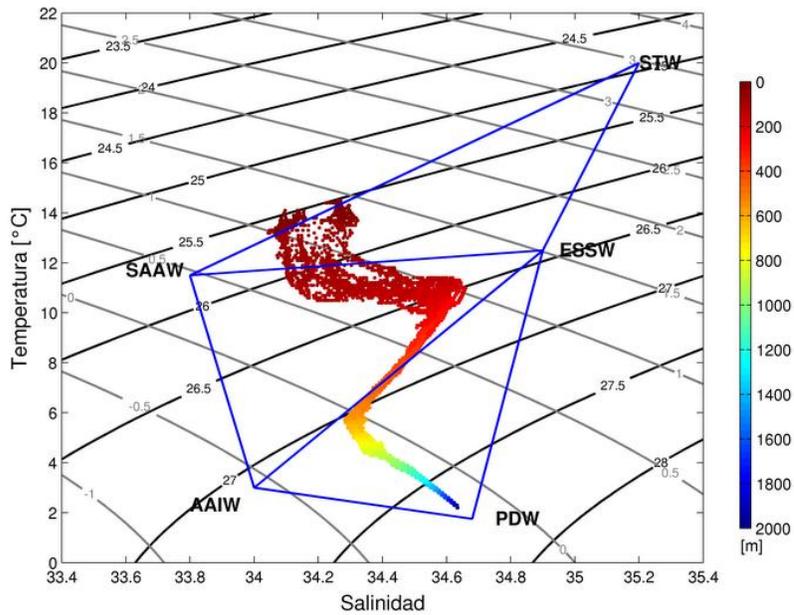


Figura 4.1.73. Diagrama T-S correspondiente al Monte O'Higgins. En azul se observan los triángulos de masas de agua presente nombradas por sus siglas en inglés; STW, Subtropical Water (Agua subtropical, AST); ESSW, Equatorial Subsurface Water (Agua Ecuatorial Subsuperficial, AESS); AAIW, Antarctic Intermediate Water (Agua Intermedia Antártica, AIAA) SAAW, Subantartic Water (Agua Subantártica, ASSA) y PDW, Pacific Deep Water (Agua Profunda del Pacífico, APP).

4.5.1.5. Difusividad de la capa de mezcla

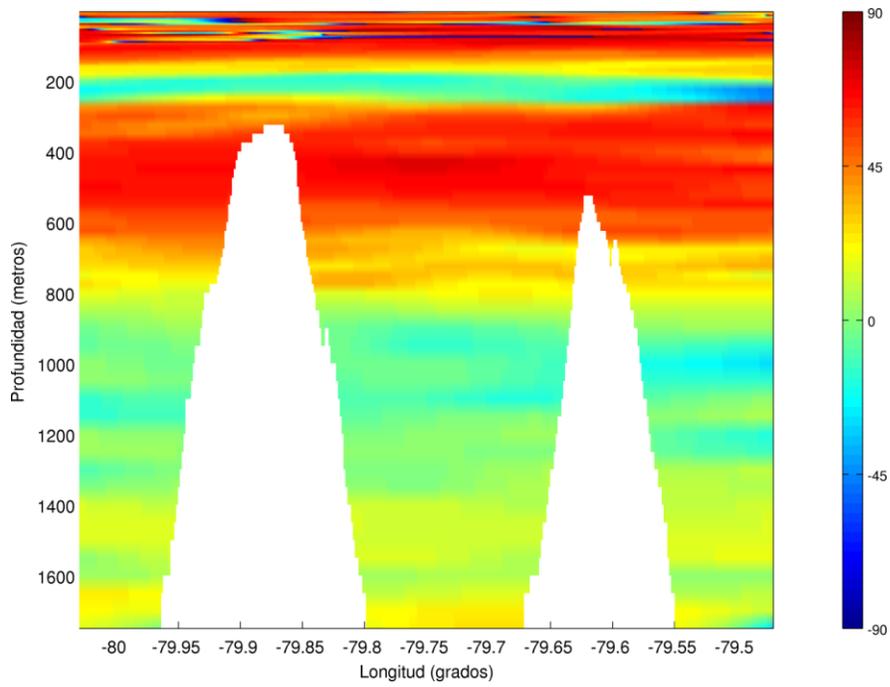


Figura 4.1.74. Ángulo de Turner correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada al Monte Juan Fernández 5 (JF5).

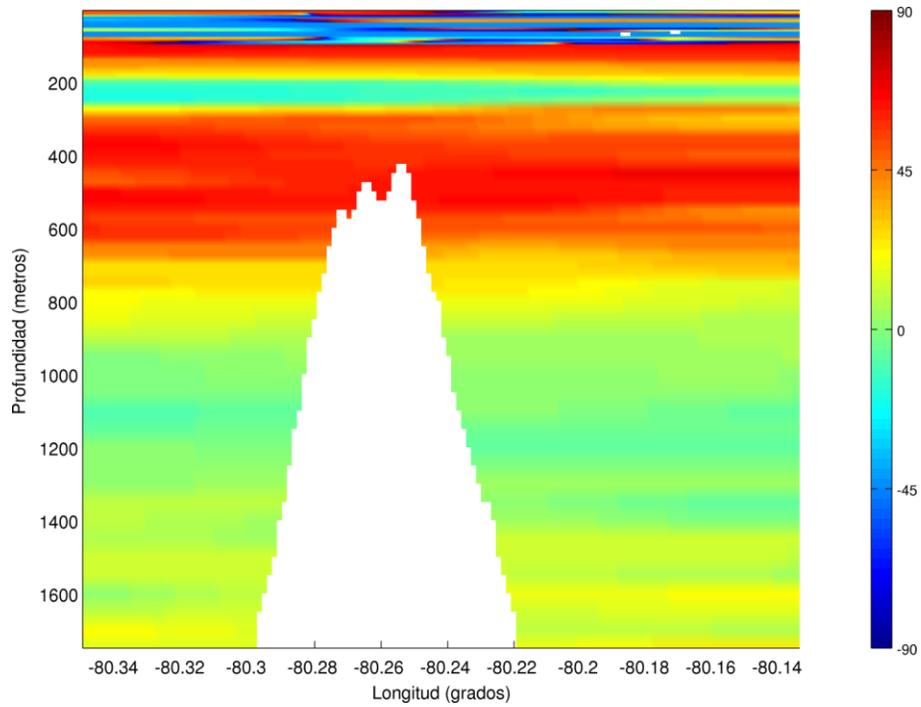


Figura 4.1.75. Ángulo de Turner correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada Monte Juan Fernández 6 (JF6).

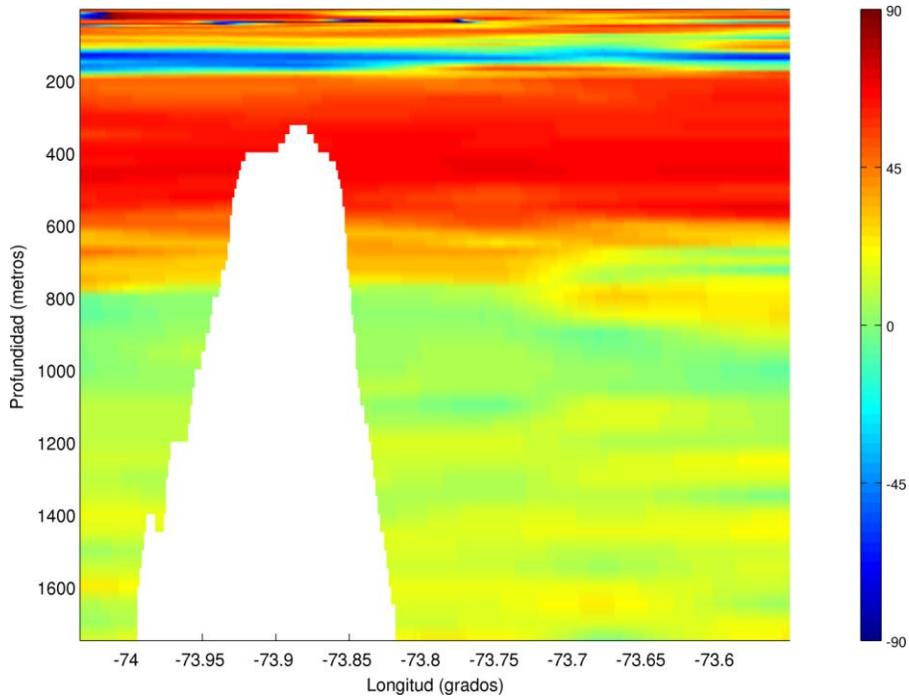


Figura 4.1.76. Ángulo de Turner correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada Monte O'Higgins.

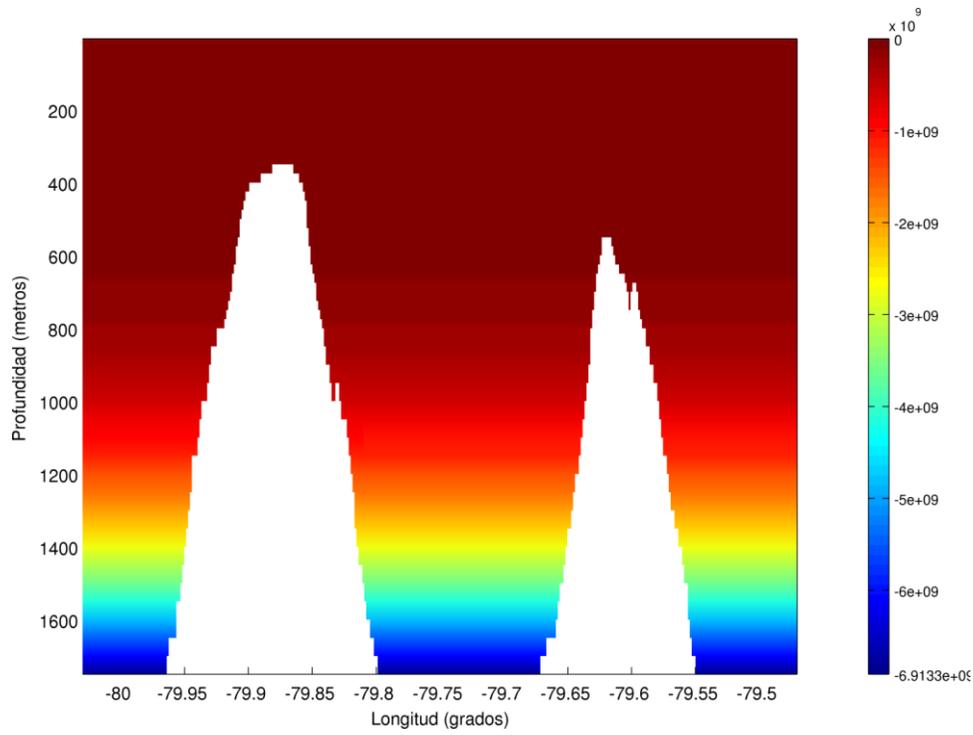


Figura 4.1.77. Spiciness correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada Monte Juan Fernández 5 (JF5).

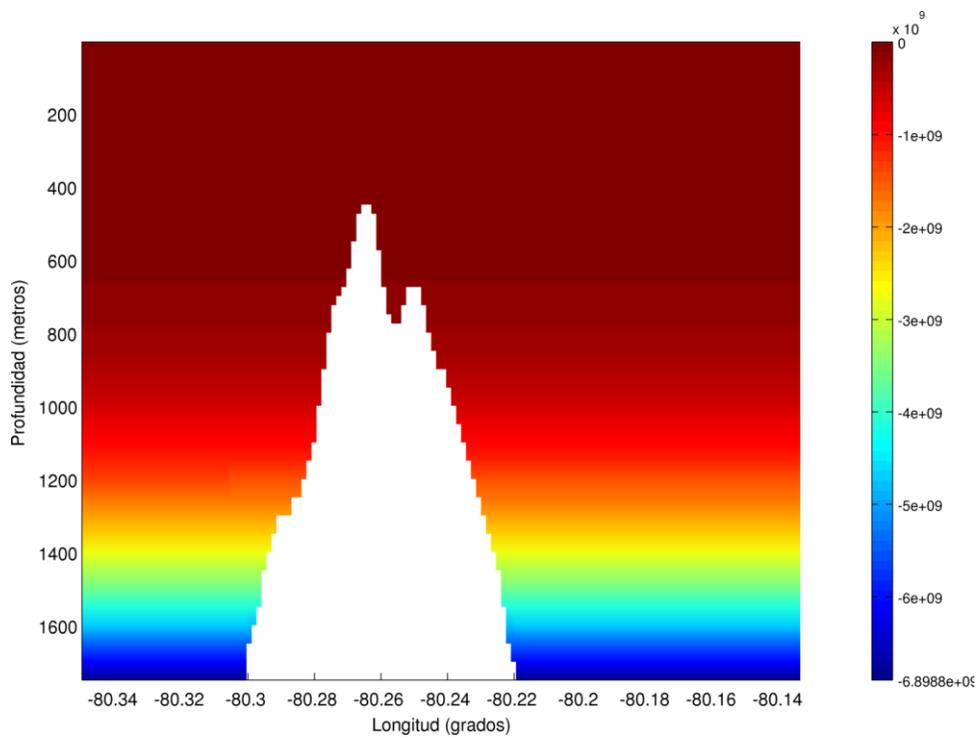


Figura 4.1.78. Spiciness correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada Monte Juan Fernández 6 (JF6).

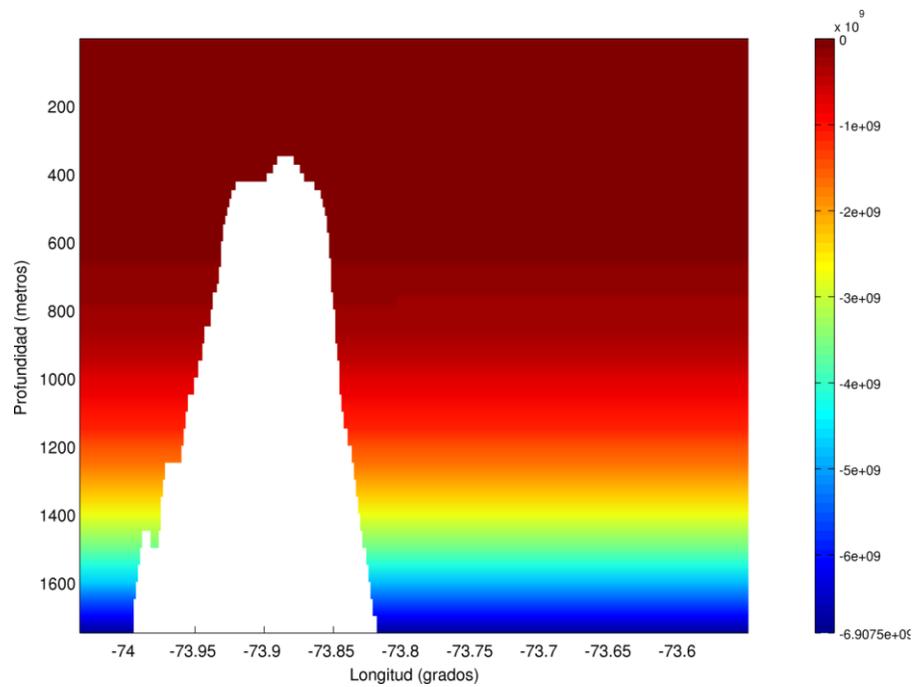


Figura 4.1.79. Spiciness correspondiente a la sección latitudinal Z2 (centro) asociada Monte O'Higgins.

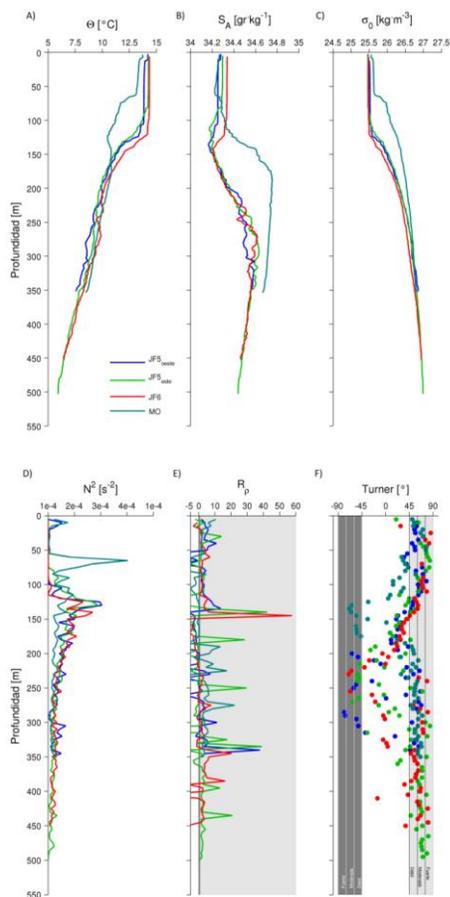
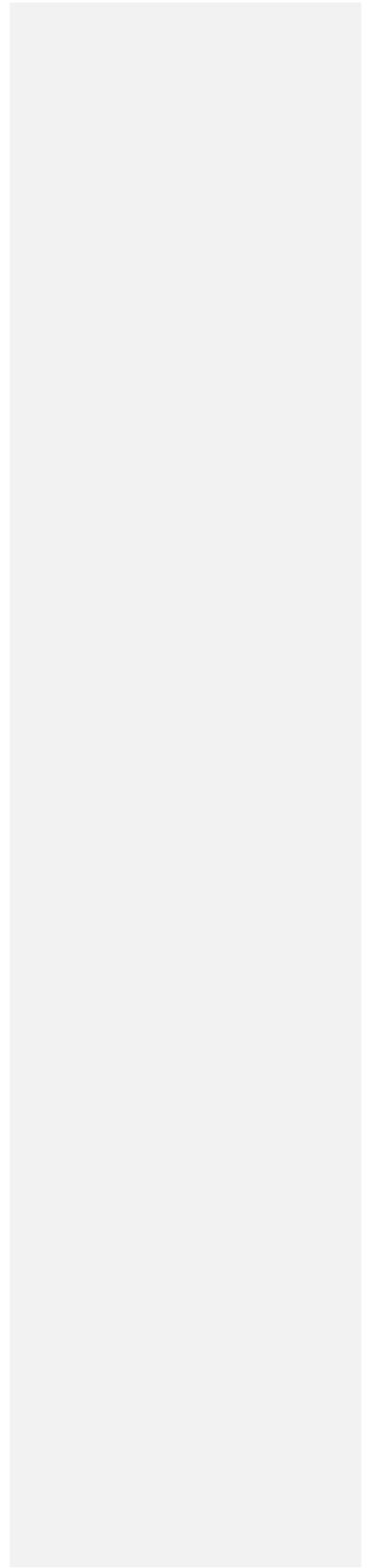


Figura 4.1.80. Perfiles de: a) temperatura conservativa (Θ), b) salinidad absoluta (S_A), c) anomalía de densidad potencial (σ_θ), d) frecuencia de boyantes al cuadrado (N^2), e) razón de estabilidad vertical (R_p) y f) ángulo de turner (Tu) sobre las cimas de cada monte submarino. En e) y f) la franja de gris oscuro indica la región dominada por difusión convectiva mientras que la franja de gris claro indica aquella dominada por dedos de sal.



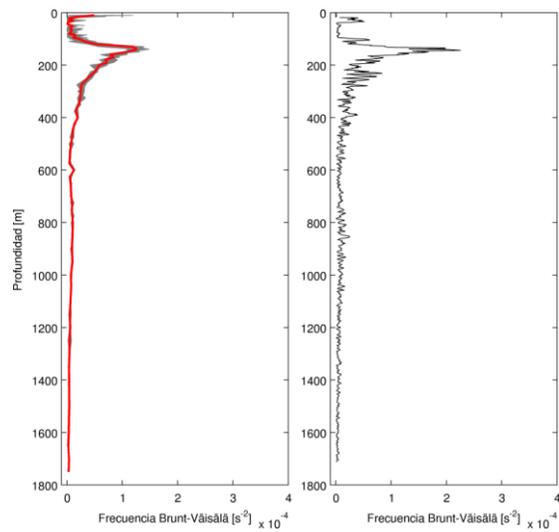


Figura 4.1.81. Perfiles verticales de la frecuencia de Brunt-Väisälä para las diferentes estaciones correspondientes al monte submarino JF5. La línea gris corresponde a los perfiles de todas las estaciones oceanográficas realizadas alrededor del monte JF5 y la línea roja corresponde al promedio de todas ellas (panel izquierdo). La línea negra corresponde a la estación de referencia (control) (panel derecho).

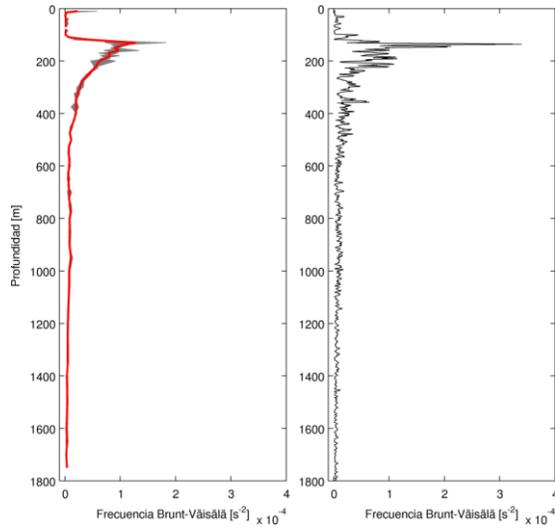


Figura 4.1.82. Perfiles verticales de la frecuencia de Brunt-Väisälä para las diferentes estaciones oceanográficas correspondientes al monte submarino JF6. La línea gris corresponde a los perfiles de todas las estaciones oceanográficas realizadas alrededor del monte JF6 y la línea roja corresponde al promedio de todas ellas (panel izquierdo). La línea negra corresponde a la estación de referencia (control) (panel derecho).

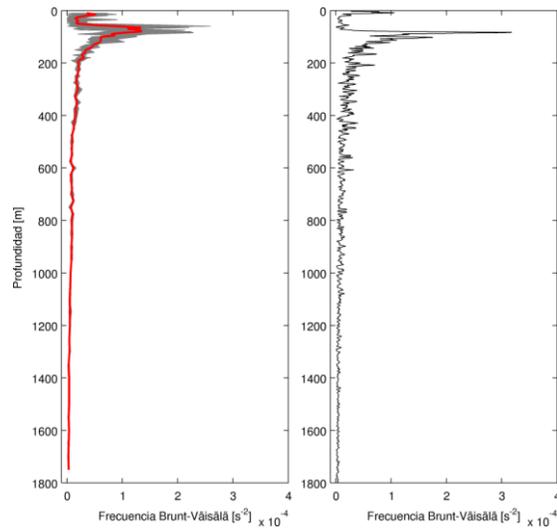


Figura 4.1.83. Perfiles verticales de frecuencia de Brunt-Väisälä para las diferentes estaciones oceanográficas correspondientes al monte O'Higgins. La línea gris corresponde a los perfiles de todas las estaciones oceanográficas realizadas alrededor del monte O'Higgins y la línea roja corresponde al promedio de todas ellas (panel izquierdo). La línea negra corresponde a la estación de referencia (control) (panel derecho).

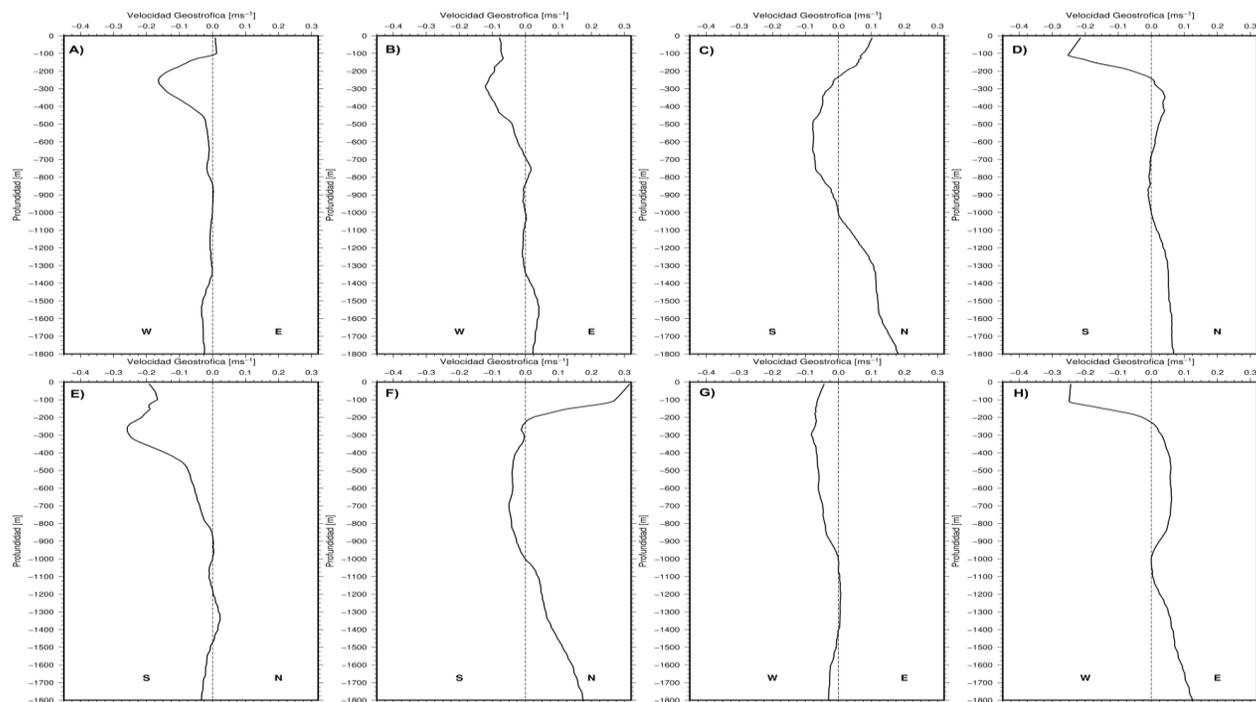


Figura 4.1.84. Secciones de velocidades geostróficas para el monte JF6. Los paneles superiores (a-d) indican las velocidades obtenidas en el sector oeste y norte del monte, estas fueron calculadas entre el par de estaciones a) 13-12, b) 12-11, c) 11-6 y d) 6-1. Los paneles inferiores (e-h) indican las velocidades obtenidas el sector sur y este del monte, estas fueron calculadas entre el par de estaciones e) 13-8, f) 8-3, g) 3-2 y h) 2-1.

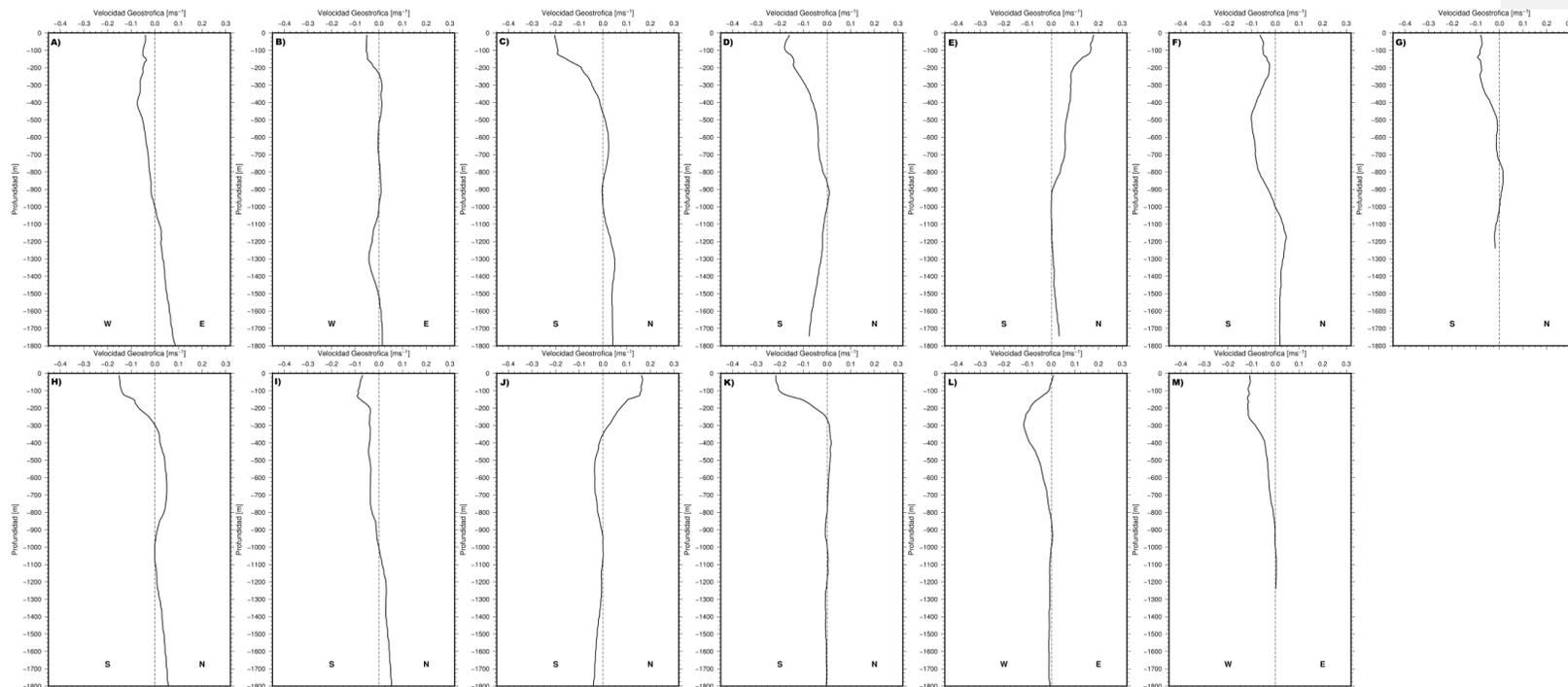


Figura 4.1.85. Secciones de velocidades geostróficas para el monte JF5. Los paneles superiores (a-g) indican las velocidades obtenidas en el sector oeste y norte del monte, estas fueron calculadas entre el par de estaciones a) 27-26, b) 26-25, c) 25-18, d) 18-13, e) 13-06, f) 06-05 y g) 05-01. Los paneles inferiores (h-m) indican las velocidades obtenidas en el sector sur y este del monte, estas fueron calculadas entre el par de estaciones h) 27-22, i) 22-15, j) 15-10, k) 10-03, l) 03-02 y m) 02-01.

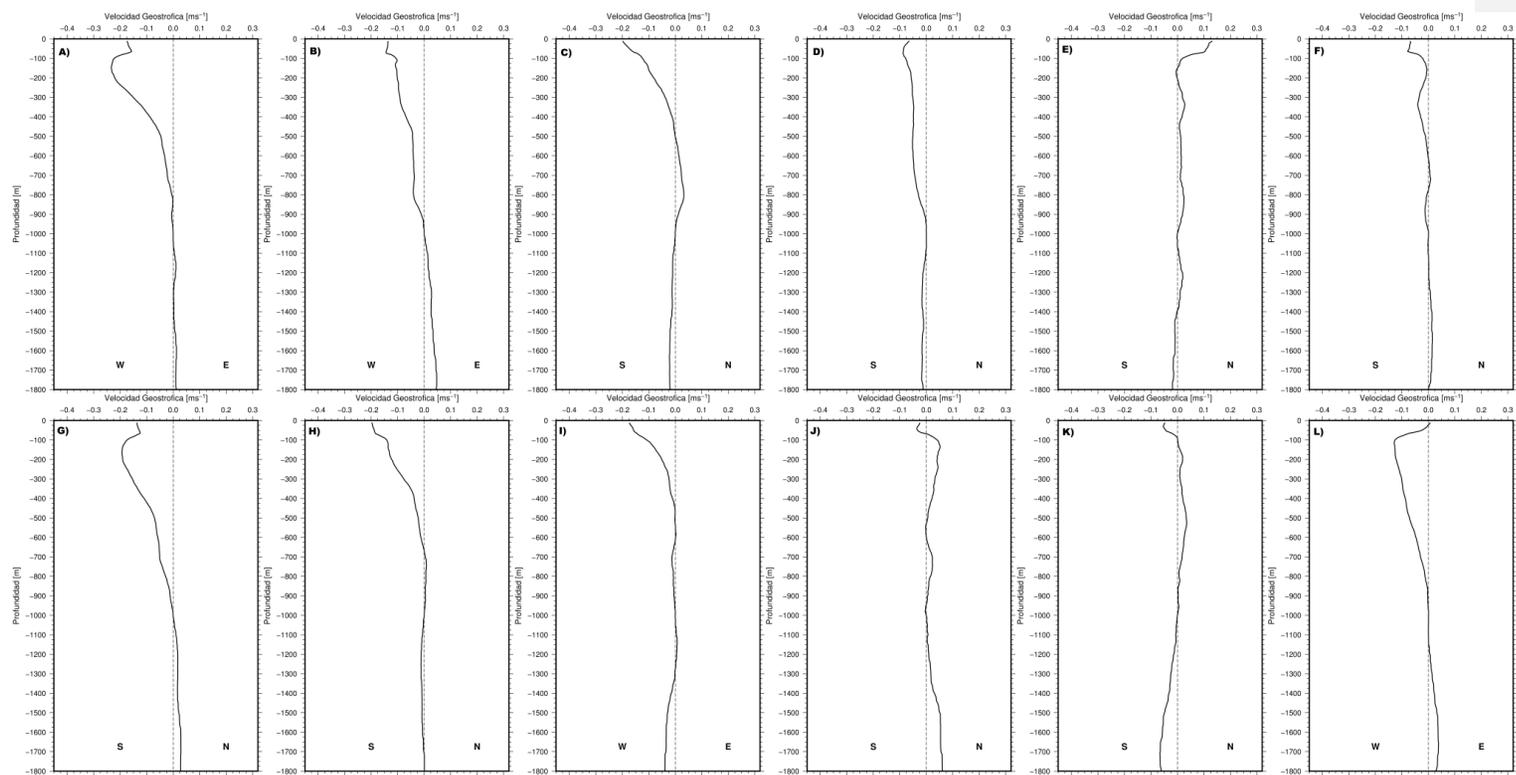


Figura 4.1.86. Secciones de velocidades geostroficas para el monte O'Higgins. Los paneles superiores (a-f) indican las velocidades obtenidas en el sector oeste y norte del monte, estas fueron calculadas entre el par de estaciones a) 20-19, b)

19-18, c) 18-11, d) 11-05, e) 05-04 y f) 04-01. Los paneles inferiores (g-l) indican las velocidades obtenidas en el sector sur y este, estas fueron calculadas entre el par de estaciones g) 20-15, h) 15-08, i) 08-07, j) 07-05, k) 05-02 y l) 02-01.

Distribución de biomasa fitoplanctónica

Monte JF5

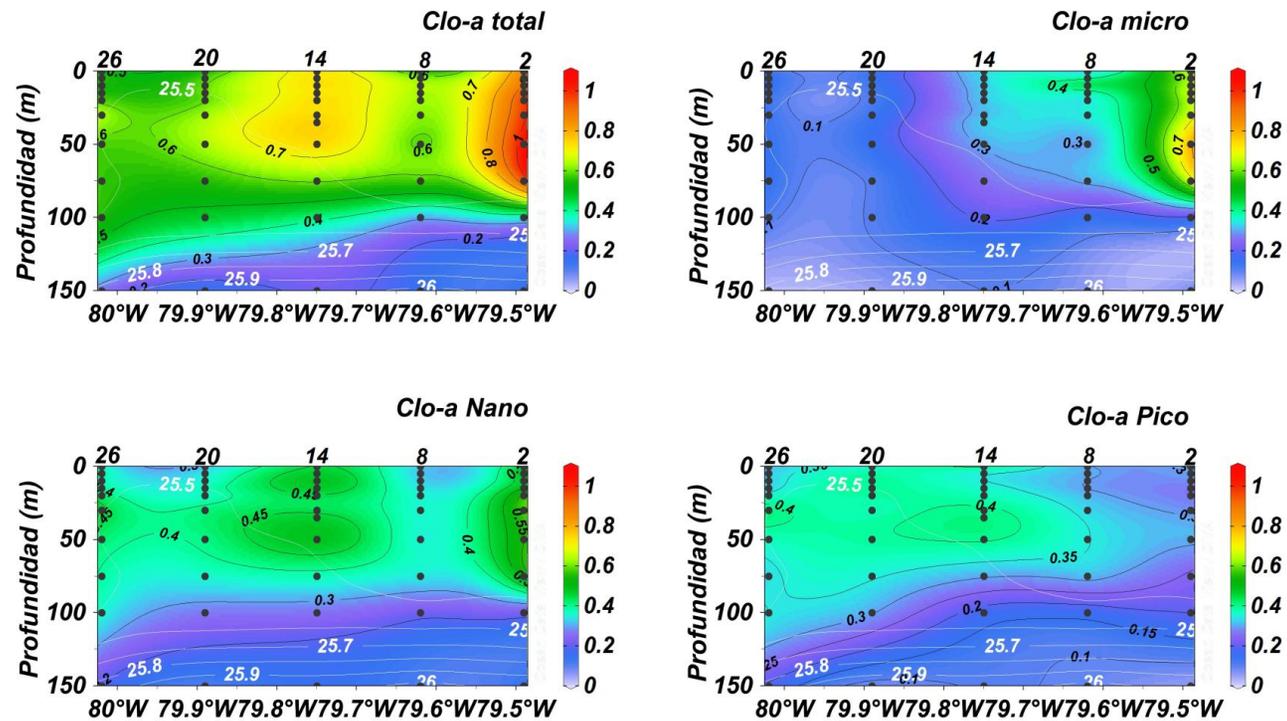


Figura 4.2.1. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino JF5, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.

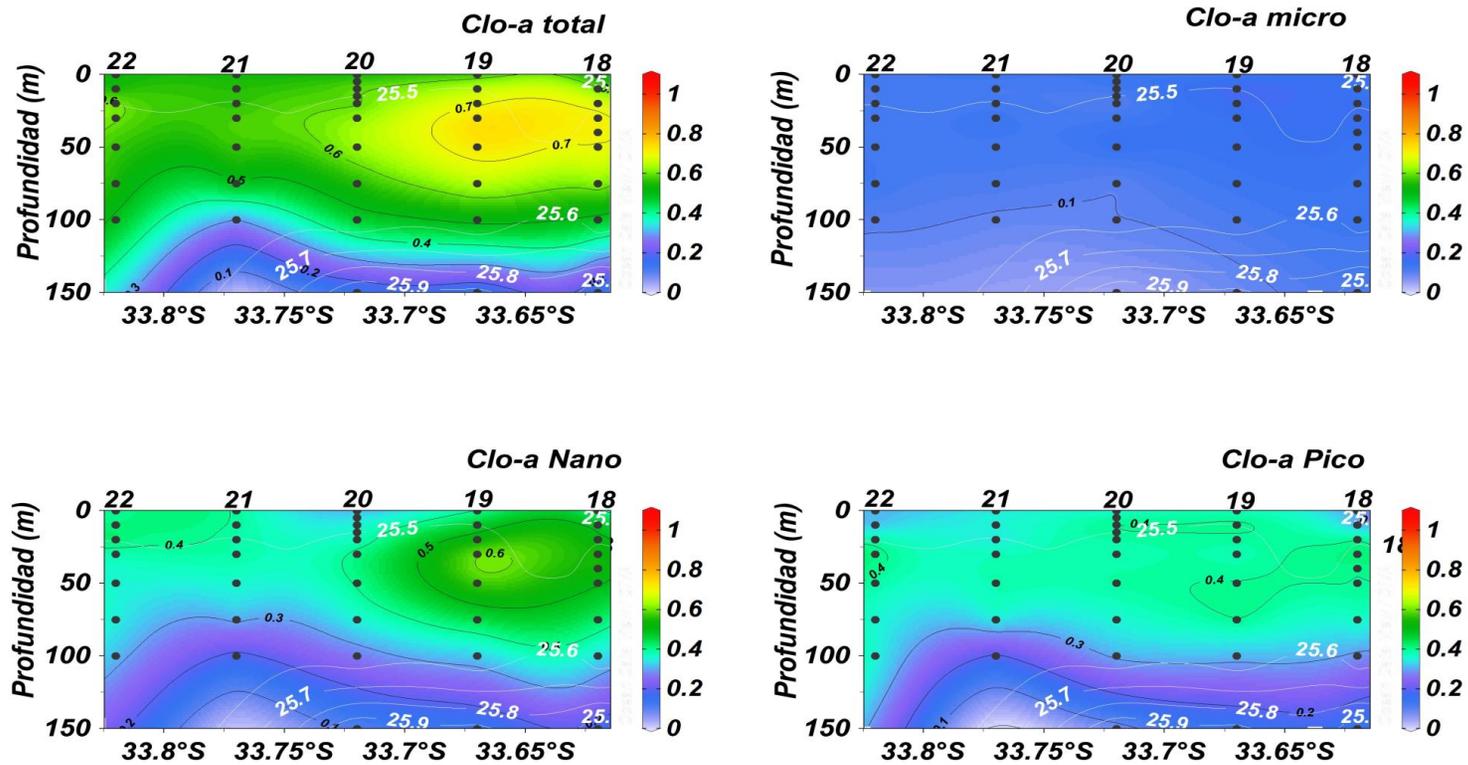


Figura 4.2. 2. Distribución de clorofila-a en la sección 2 del monte submarino JF5, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.

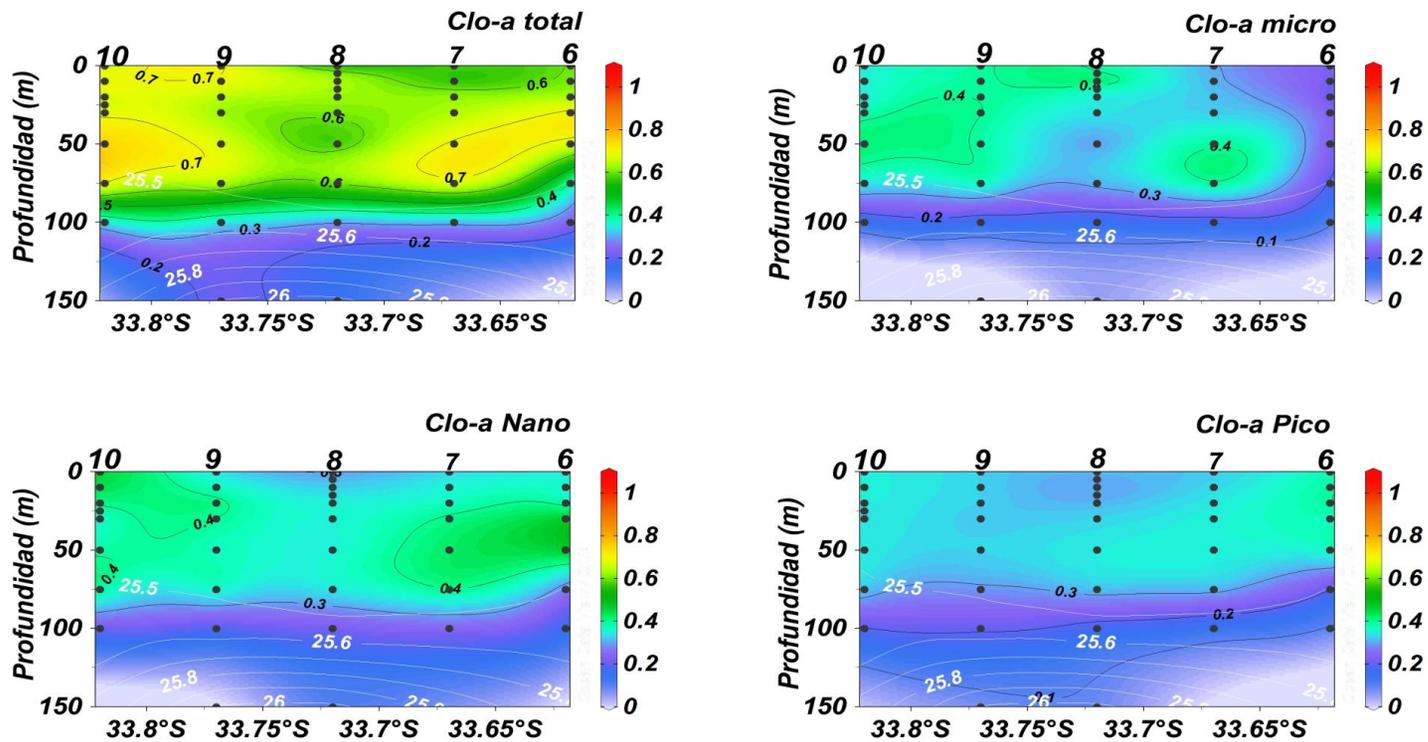


Figura 4.2.3. Distribución de clorofila-a en la sección 3 del monte submarino JF5, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.

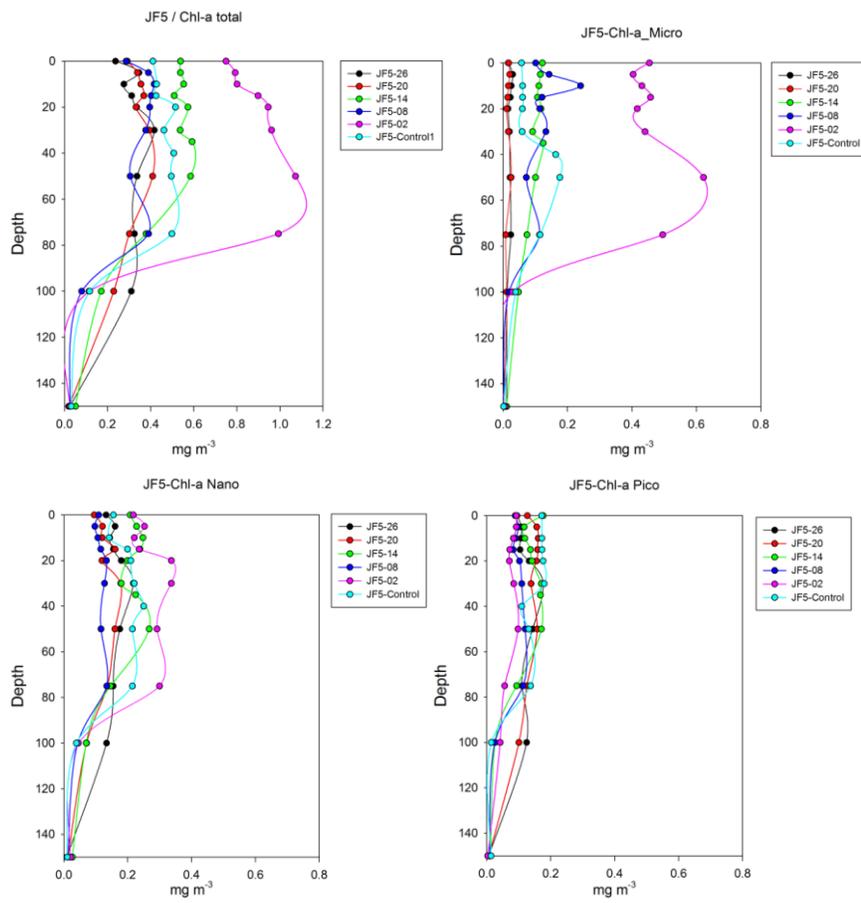


Figura 4.2.1.1.4. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino JF5 y estación de referencia (control), incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. Proyecto FIP 2014-04-02.

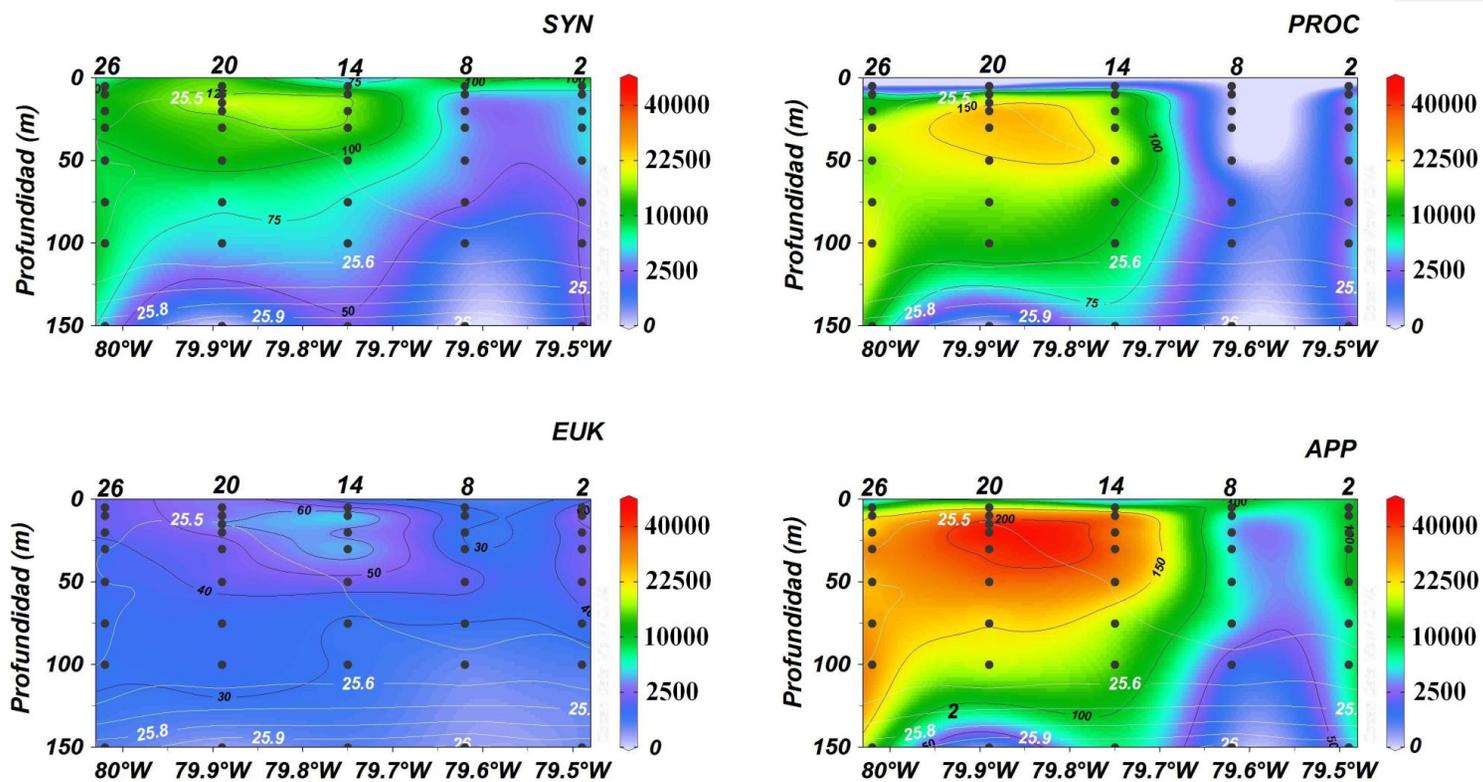


Figura 4.2.5. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el pico-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino JF5, incluyendo pico-Eucariotas, cianobacterias *Prochlorococcus*, *Synechococcus* y las isoclinas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.

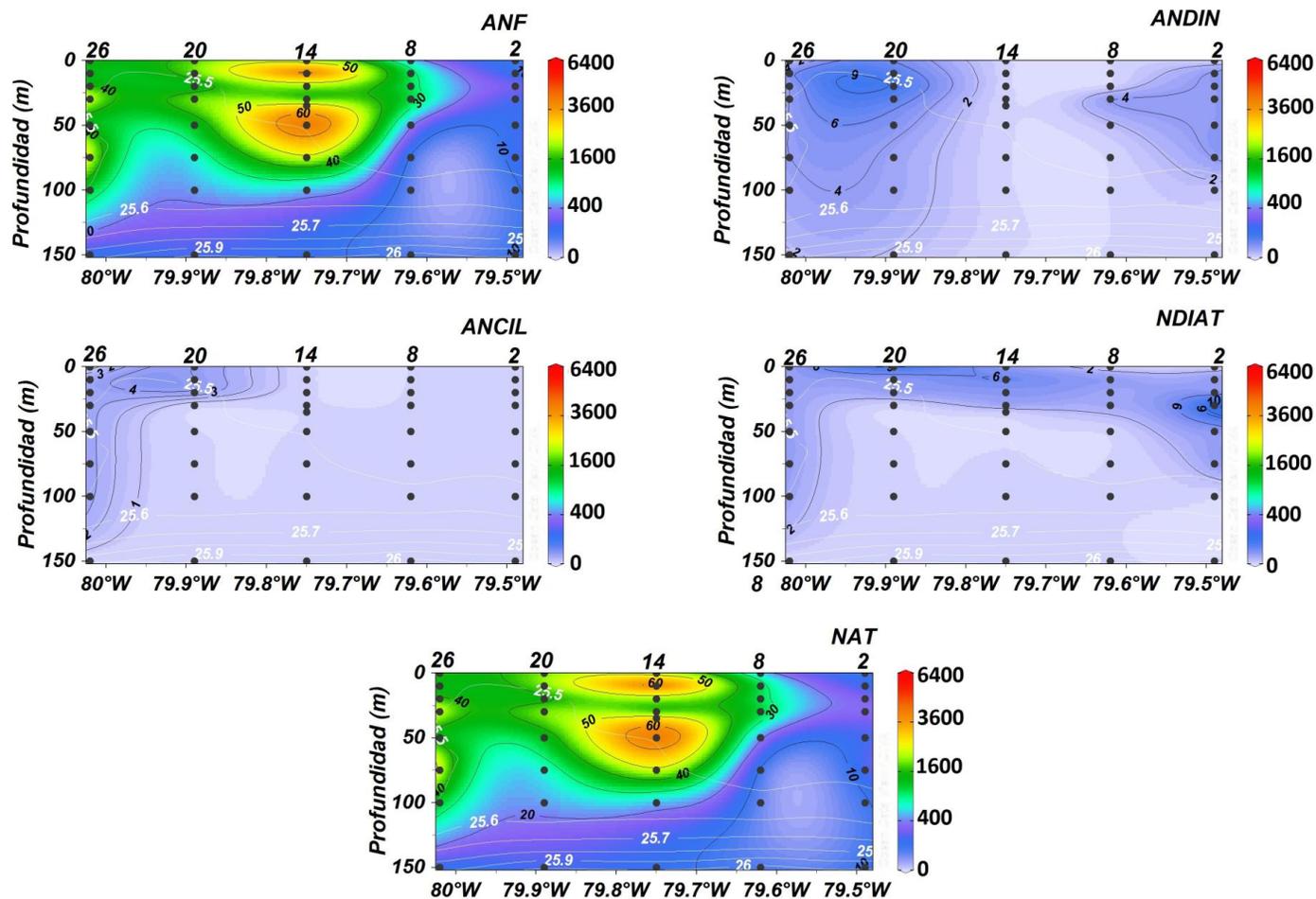


Figura 4.2.6. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el nano-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino JF5, incluyendo Flagelados (ANF), Dinoflagelados (ANDIN), Ciliados (ANCIL), Diatomeas (DIAT) y total autótrofos (NAT). En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02

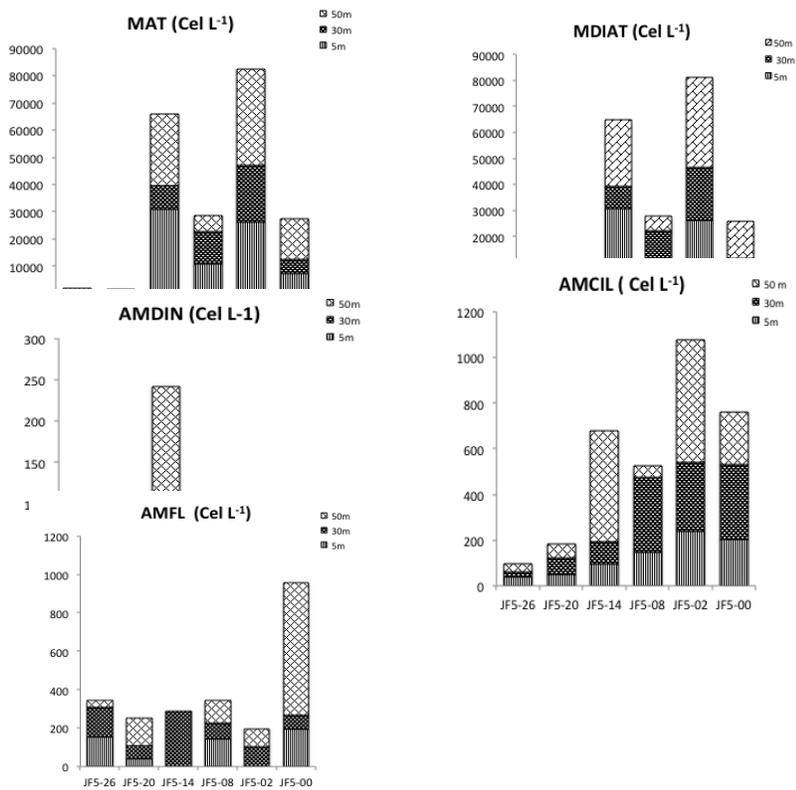


Figura 4.2.7. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el micro-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino JF5 y estación de referencia (00), incluyendo el total (MAT), Diatomeas (MDIAT), Dinoflagelados (AMDIN), Ciliados (AMCIL), y Flagelados (AMFL). Proyecto FIP 2014-04-02.

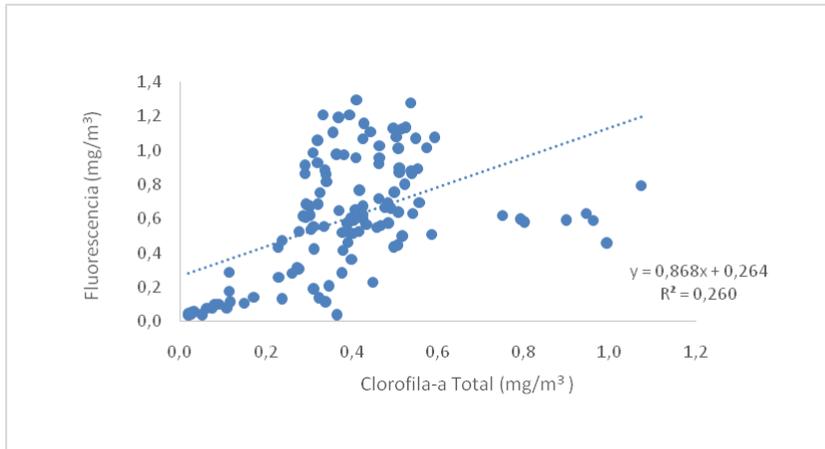


Figura 4.2.8. Regresión lineal entre fluorescencia de CTD (eje y) y clorofila-a (eje x) con datos del monte submarino JF5. Proyecto FIP 2014-04-02.

Monte JF6

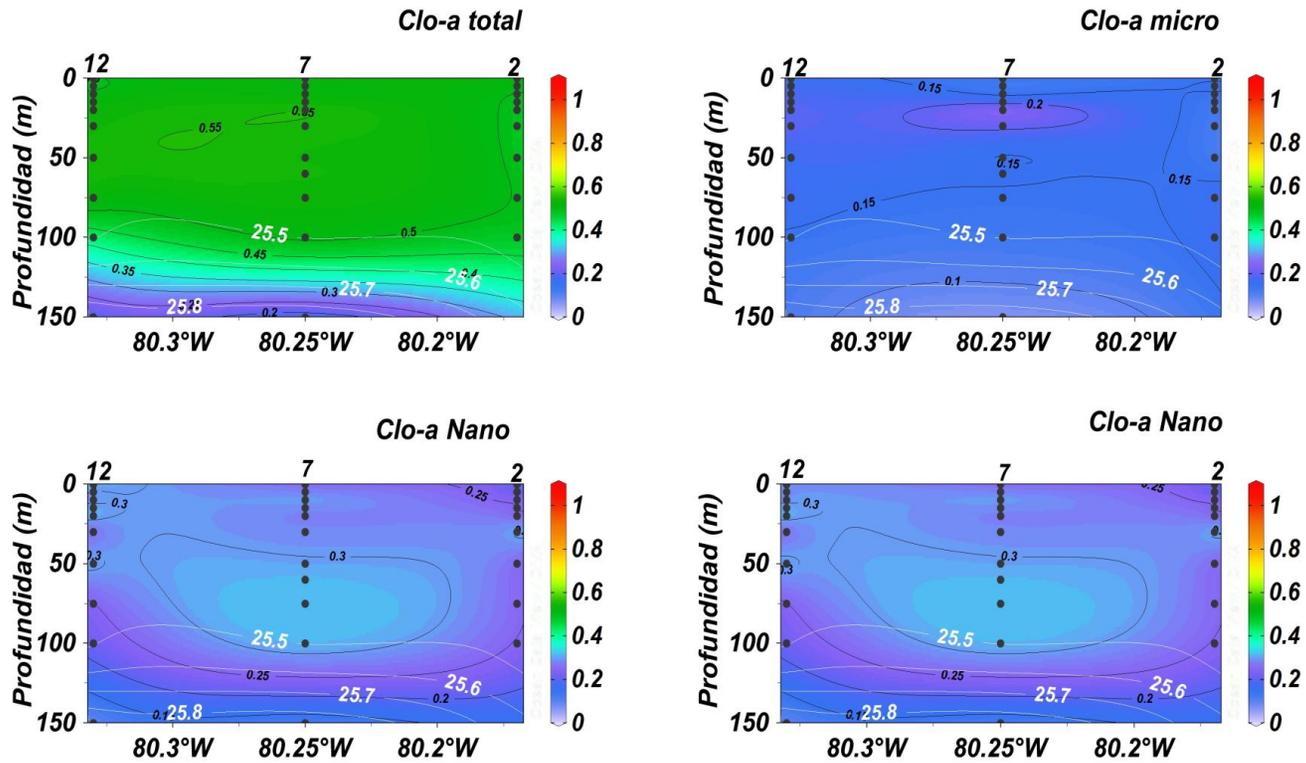


Figura 4.2.9. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino JF6, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.

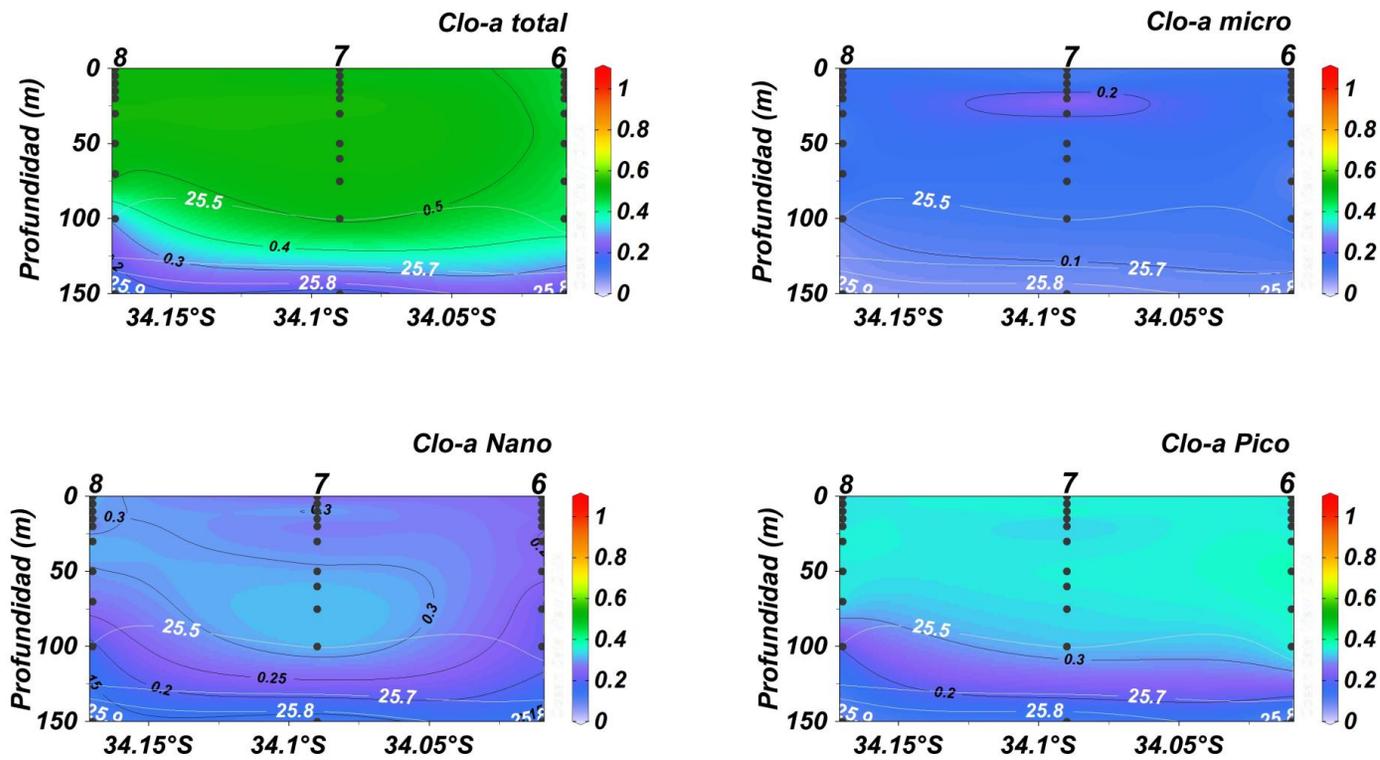


Figura 4.2.10. Distribución de clorofila-a en la sección 2 del monte submarino JF6, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.

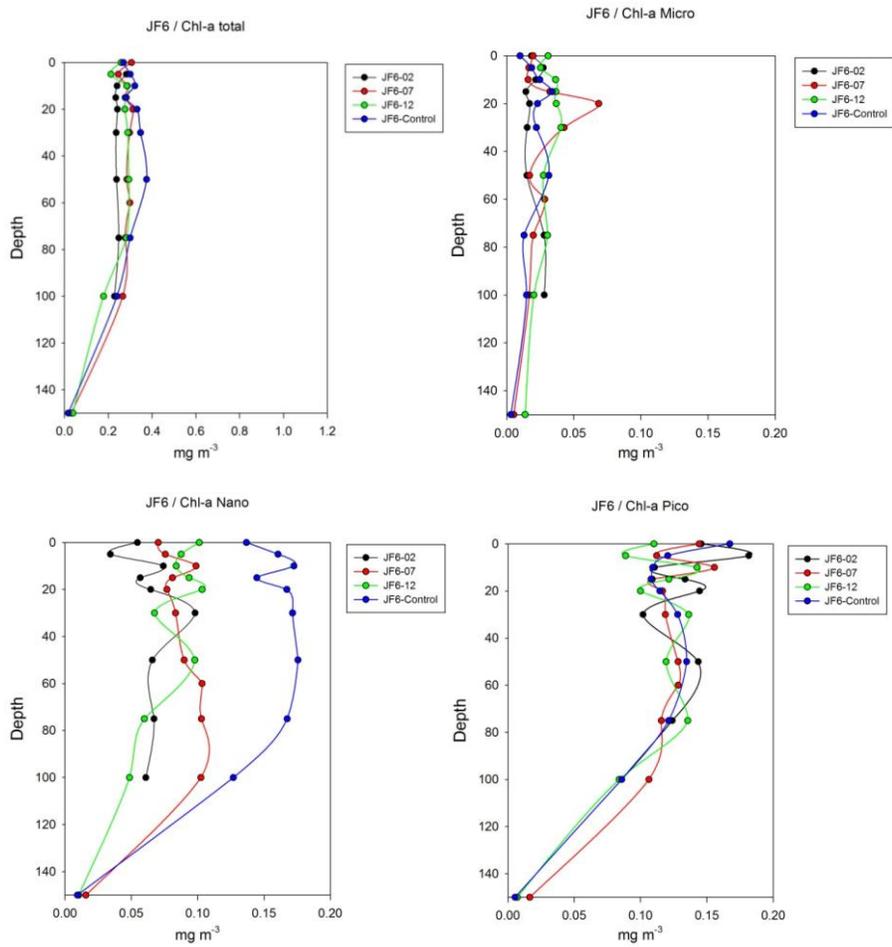


Figura 4.2.11. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino JF6 y estación de referencia (control), incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. Proyecto FIP 2014-04-02.

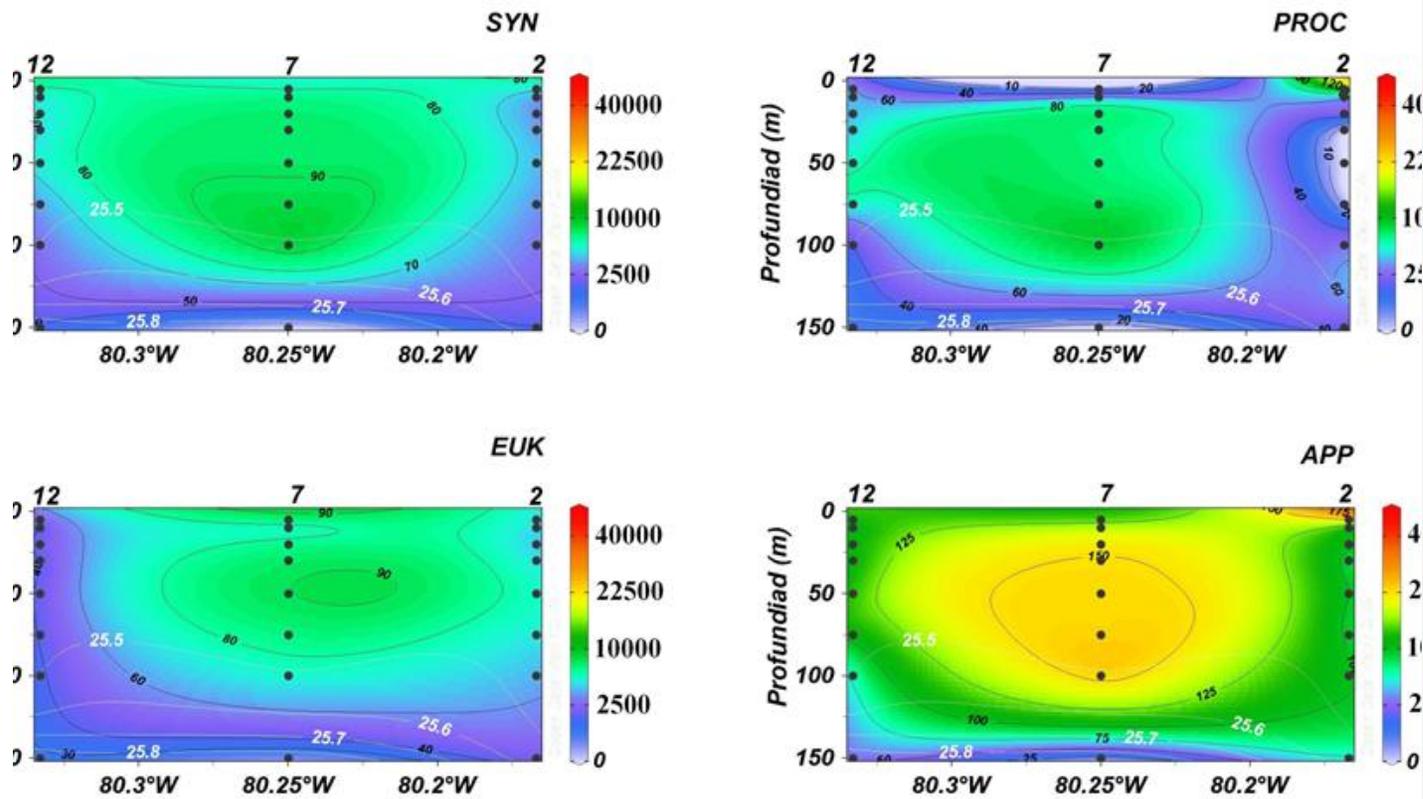


Figura 4.2.12. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el pico-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino JF6, incluyendo pico-Eucariotas, cianobacterias *Prochlorococcus*, *Synechococcus* y las isoclinas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.

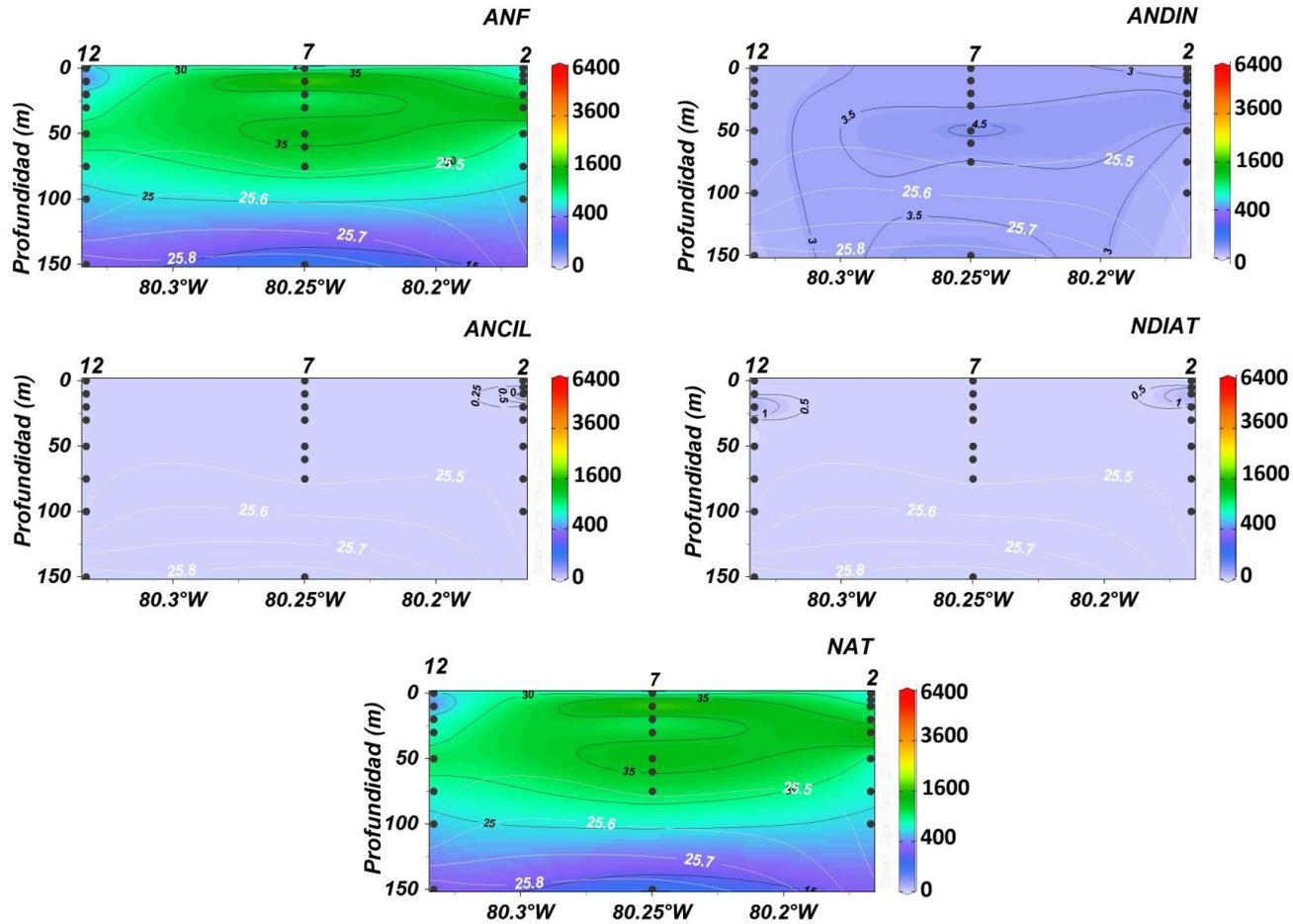


Figura 4.2.13. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el nano-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino JF6, incluyendo Flagelados (ANF), Dinoflagelados (ANDIN), Ciliados (ANCIL), Diatomeas (DIAT) y autótrofos totales (NAT). En cada panel se incluyen las isolíneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.

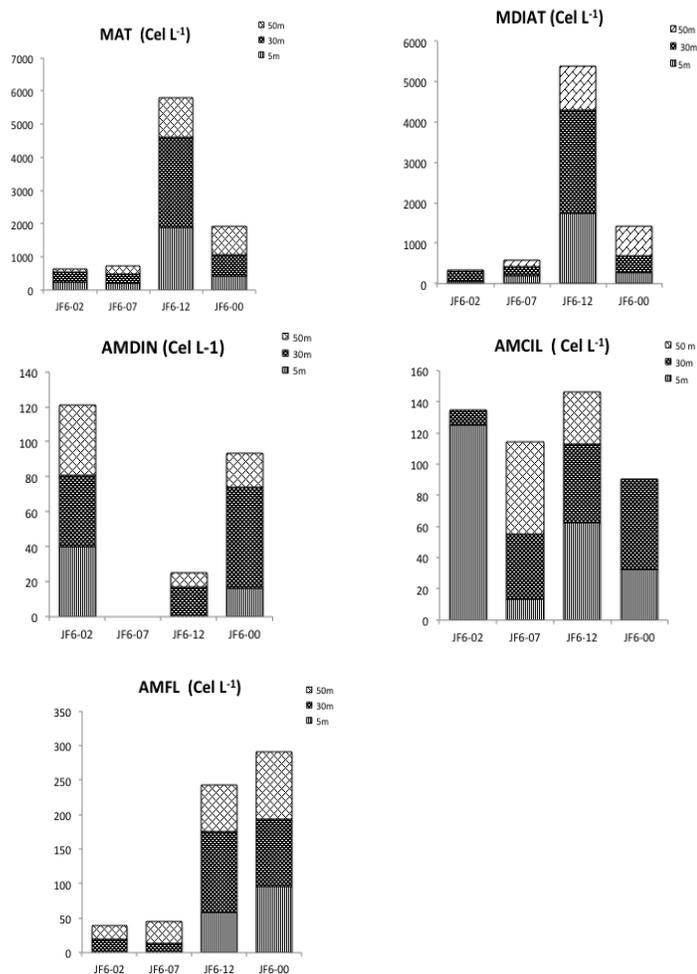


Figura 4.2.14. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el micro-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino JF6 y estación de referencia (00), incluyendo el total (MAT), Diatomeas (MDIAT), Dinoflagelados (AMDIN), Ciliados (AMCIL), y Flagelados (AMFL). Proyecto FIP 2014-04-02.

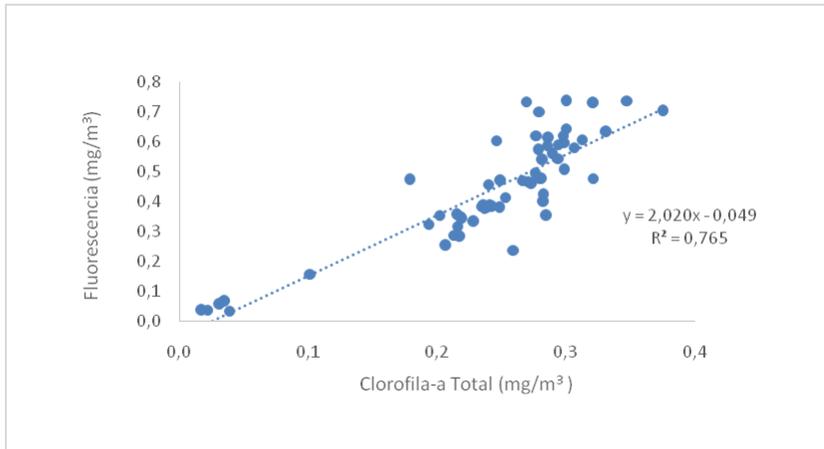


Figura 4.2.15. Regresión lineal entre fluorescencia de CTD (eje y) y clorofila-a (eje x) con datos del monte submarino JF6. Proyecto FIP 2014-04-02.

Monte O'Higgins

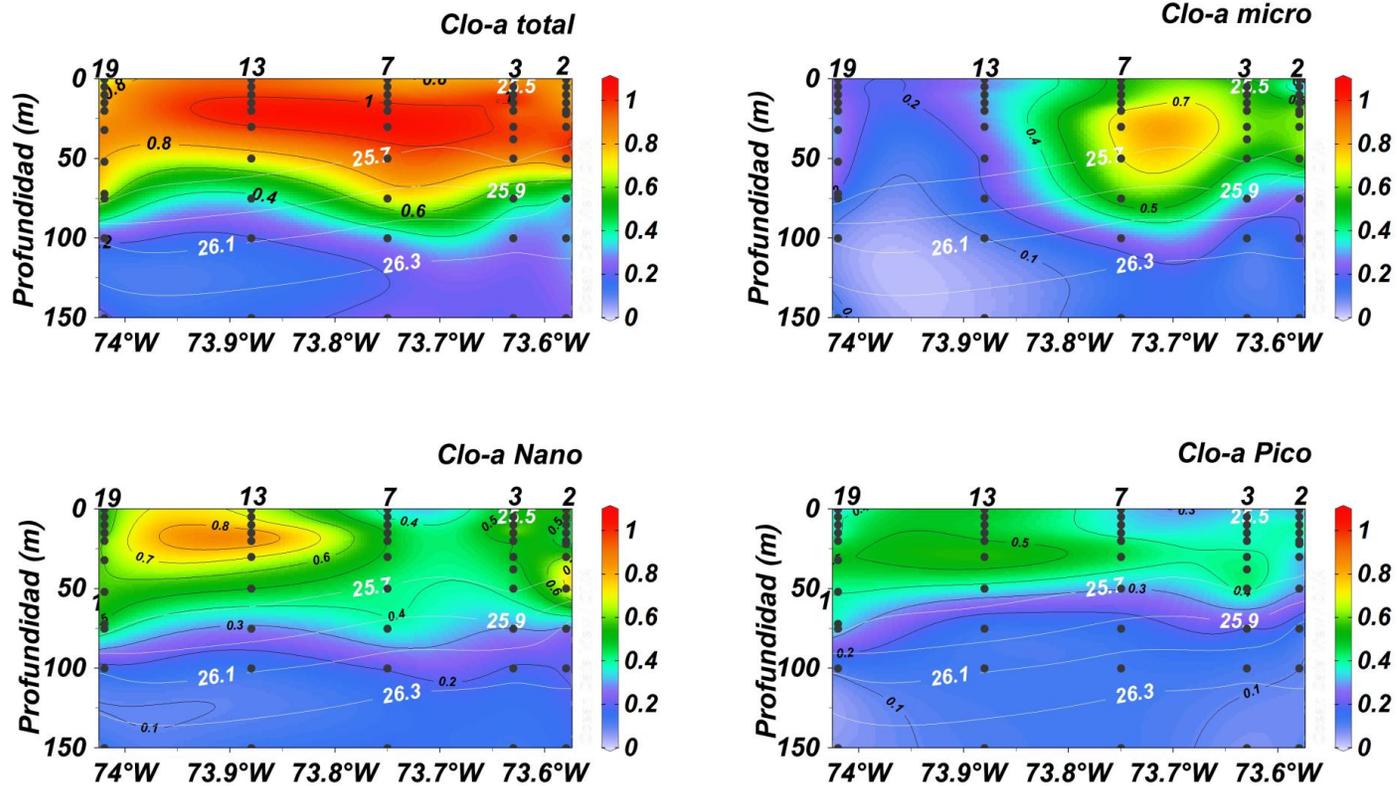


Figura 4.2.16. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino O'Higgins, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isóneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.

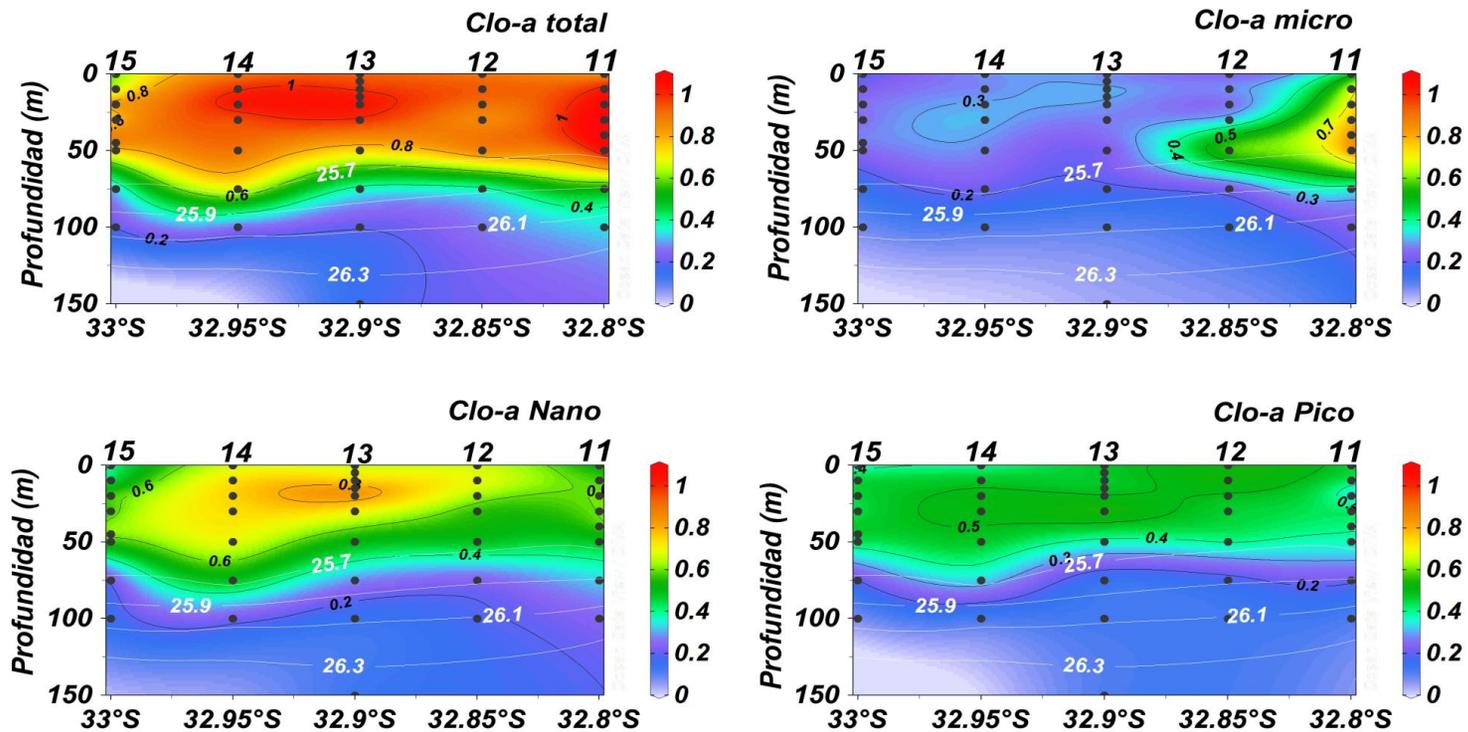


Figura 4.2.17. Distribución de clorofila-a en la sección 2 del monte submarino O'Higgins, incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. En cada panel se incluyen las isóneas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02

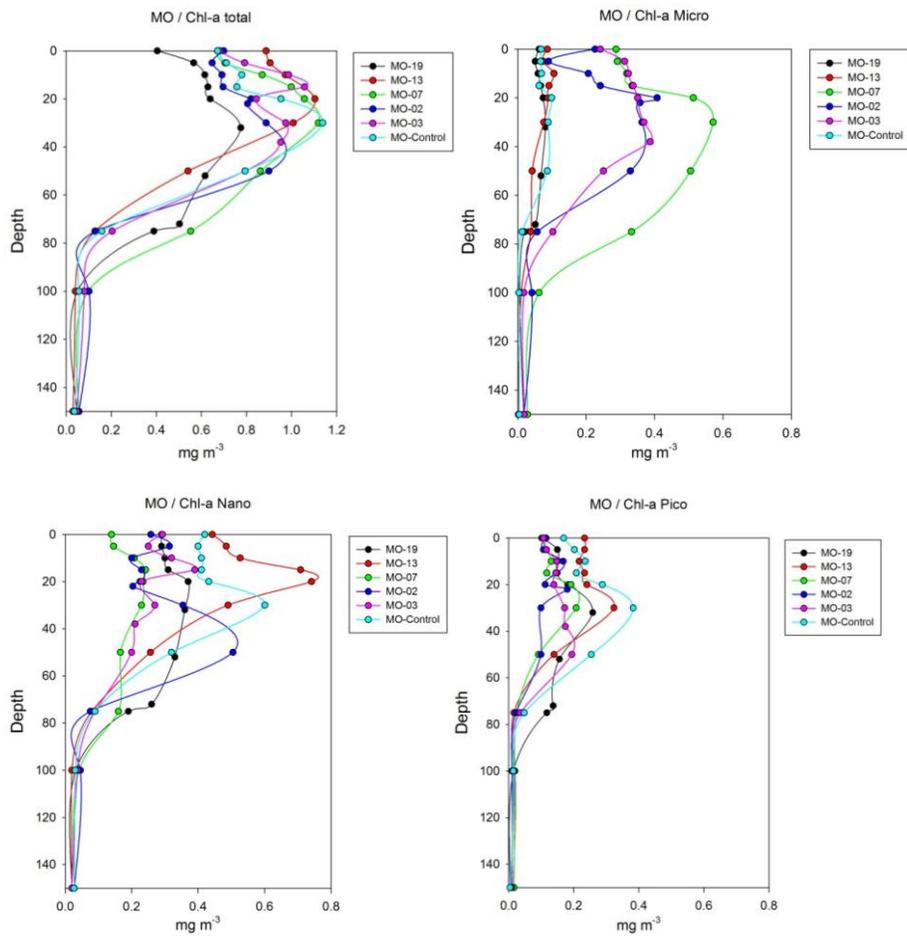


Figura 4.2.18. Distribución de clorofila-a en la sección 1 del monte submarino O'Higgins y estación de referencia (control), incluyendo total y 3 clases de tamaño: micro-, nano-, y pico-plancton. Proyecto FIP 2014-04-02.

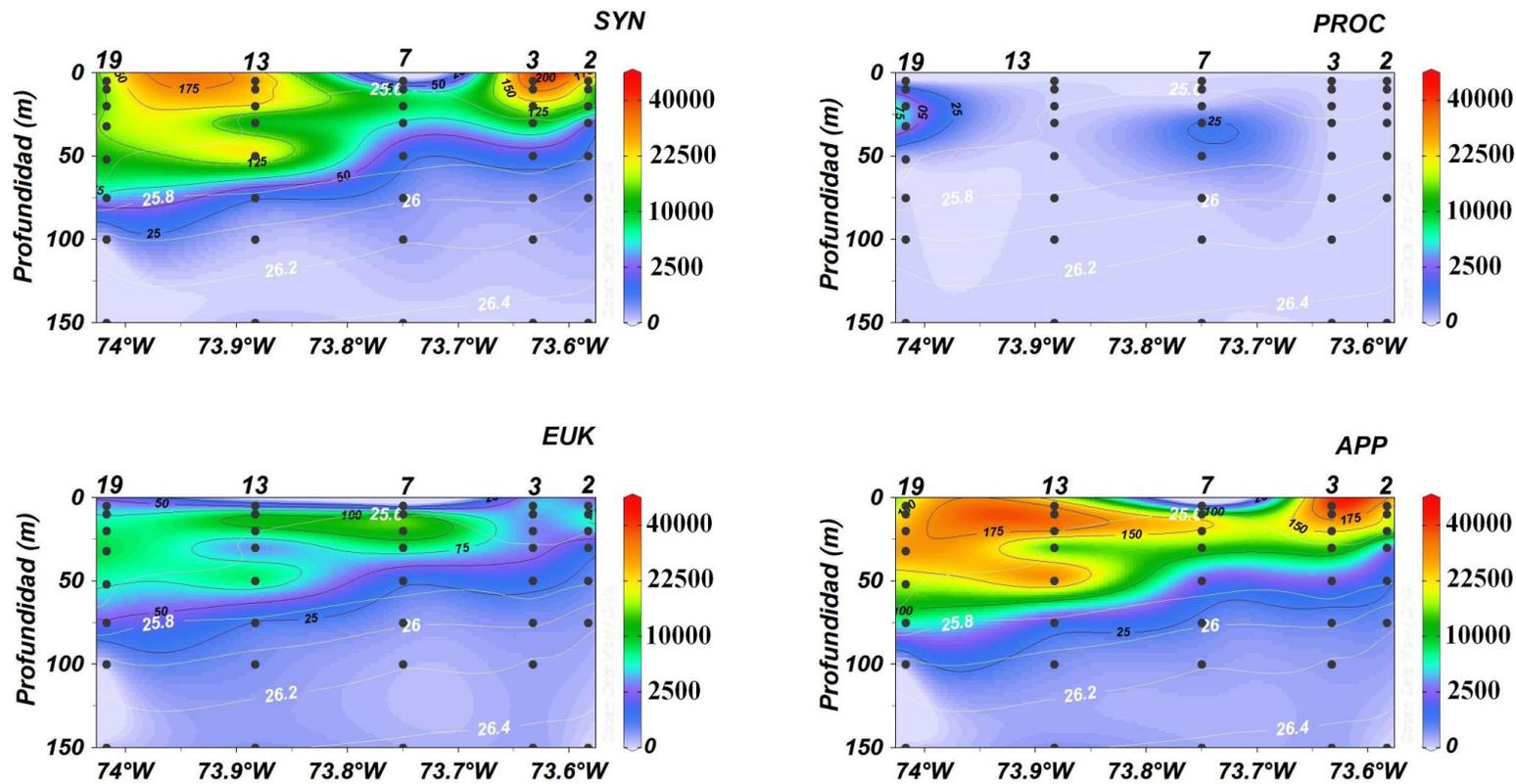


Figura 4.2.19. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el pico-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino O'Higgins, incluyendo pico-Eucariotas, cianobacterias *Prochlorococcus*, *Synechococcus* y las isoclineas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02.

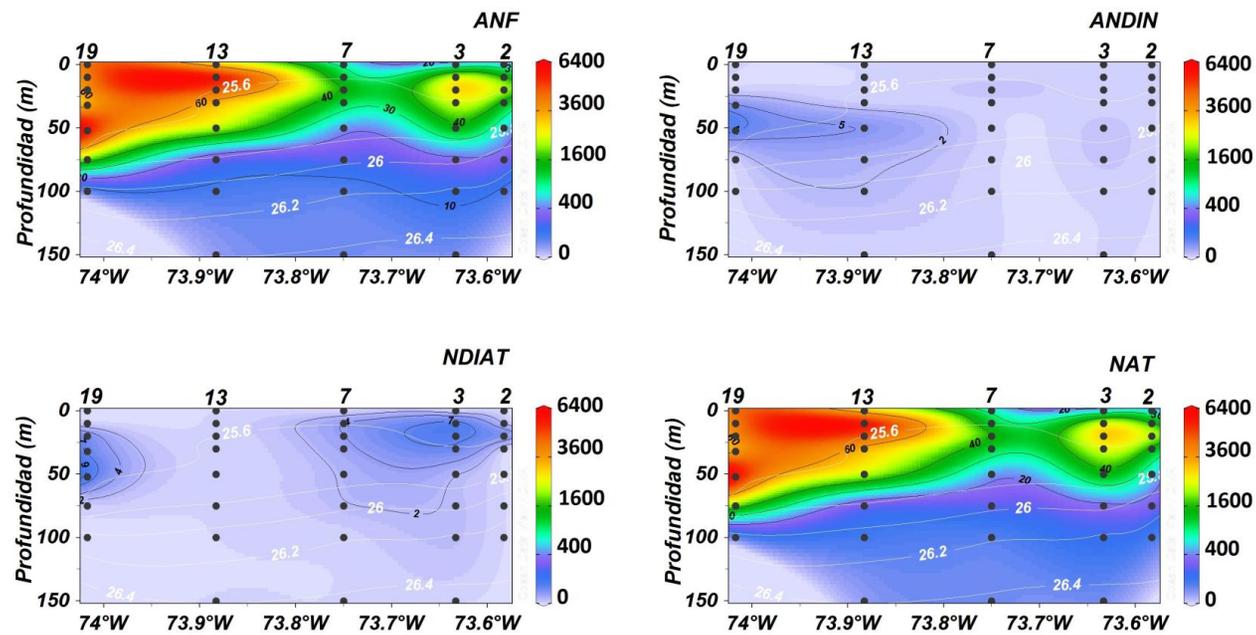


Figura 4.2.20. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el nano-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino O'Higgins, incluyendo Flagelados (ANF), Diatomeas (NDIAT), Dinoflagelados (ANDIN), autótrofos totales (NAT) y las isoclinas de densidad (contornos blancos). Proyecto FIP 2014-04-02

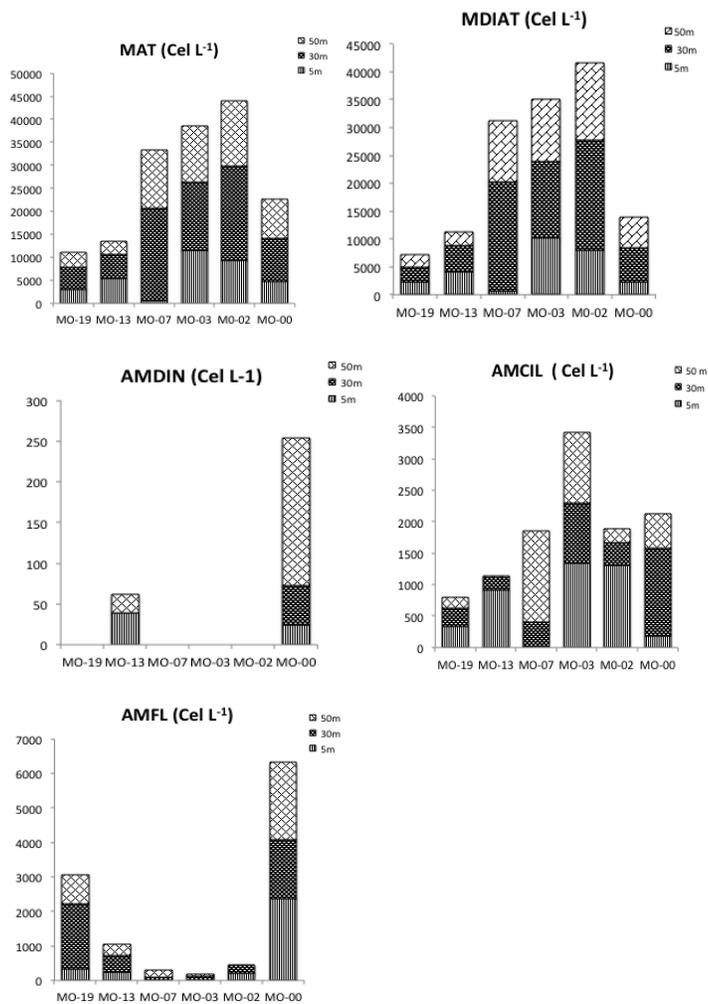


Figura 4.2.21. Distribución de la abundancia de grupos funcionales en el micro-fitoplancton en la sección 1 del monte submarino O'Higgins y estación de referencia (00), incluyendo el total (MAT), Diatomeas (MDIAT), Dinoflagelados (AMDIN), Ciliados (AMCIL), y Flagelados (AMFL). Proyecto FIP 2014-04-02.

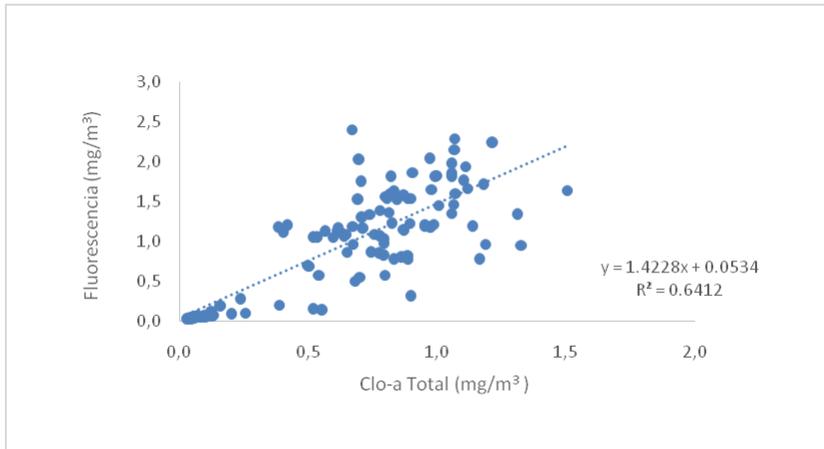


Figura 4.2.22. Regresión lineal entre fluorescencia de CTD (eje y) y clorofila-a (eje x) con datos del monte submarino O'Higgins. Proyecto FIP 2014-04-02.

Comparación de la distribución fitoplanctónica entre montes

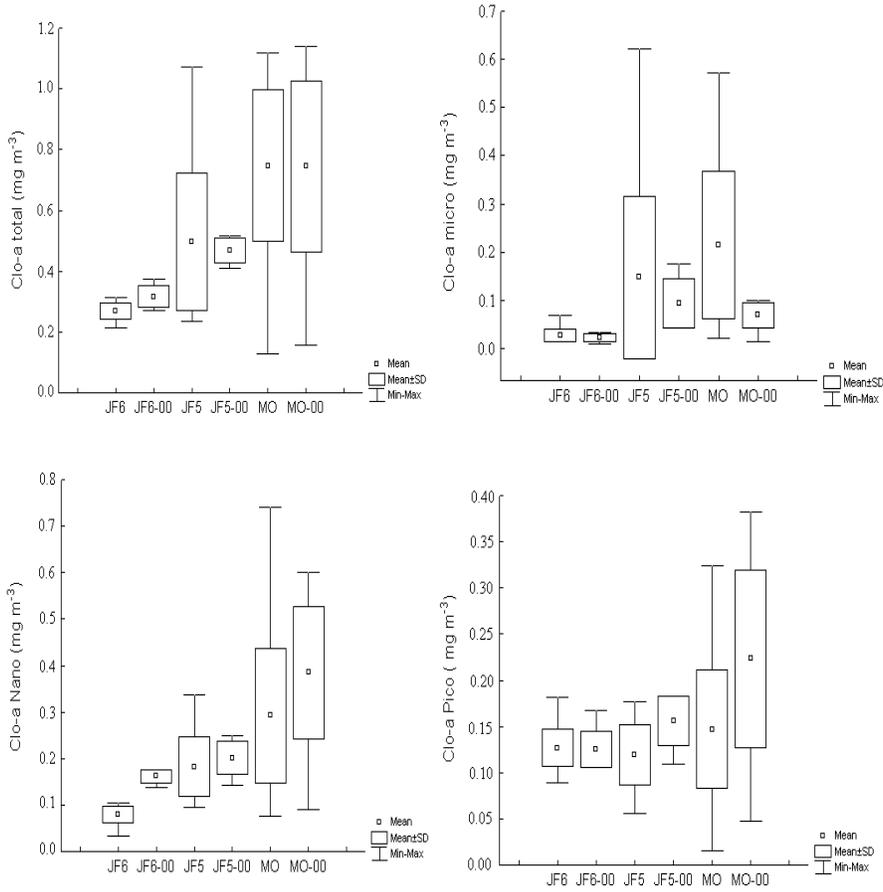


Figura 4.2.23. Comparación de la biomasa de fitoplancton (clorofila-a) y en 3 clases de tamaño en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia (00): promedio, desviación estándar y rango mínimo y máximo (0-75 m). Proyecto FIP 2014-04-02.

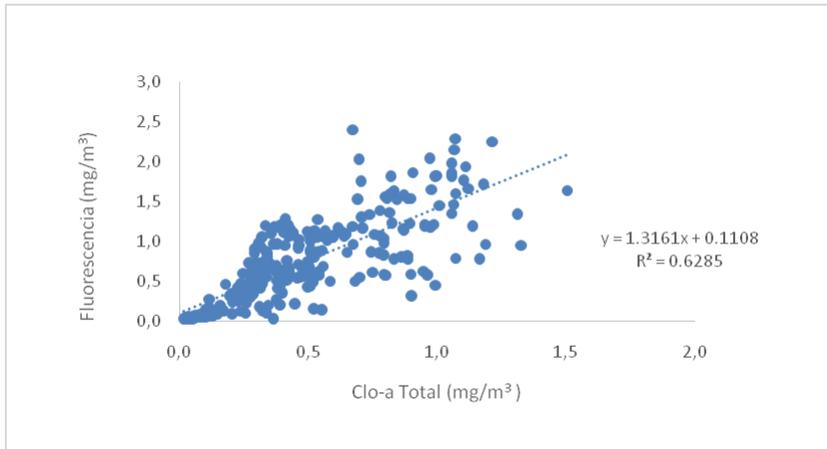


Figura 4.2.24. Regresión lineal entre fluorescencia de CTD (eje y) y clorofila-a (eje x) con todos los datos de los 3 montes submarinos: JF5, JF6 y O'Higgins. Proyecto FIP 2014-04-02.

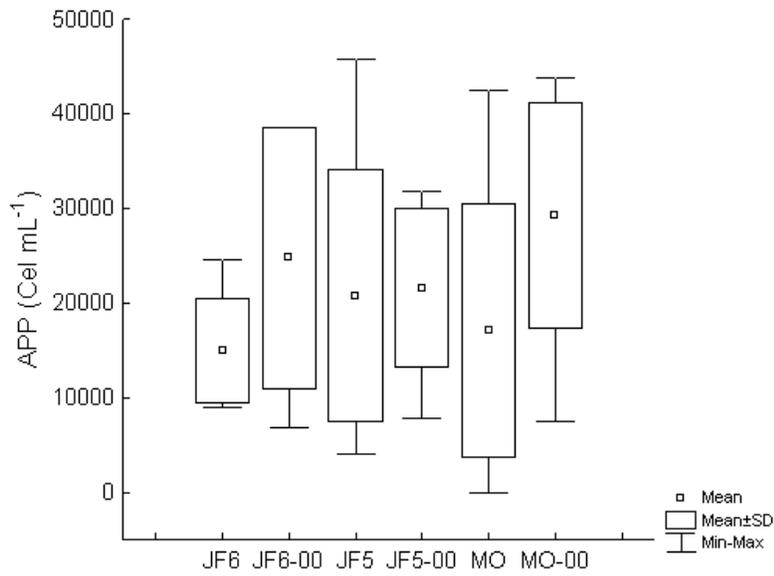


Figura 4.2.25. Comparación de la abundancia de fitoplancton en la fracción pico-planctónica en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia (00): promedio, desviación estándar y rango mínimo y máximo (0-75 m). Proyecto FIP 2014-04-02.

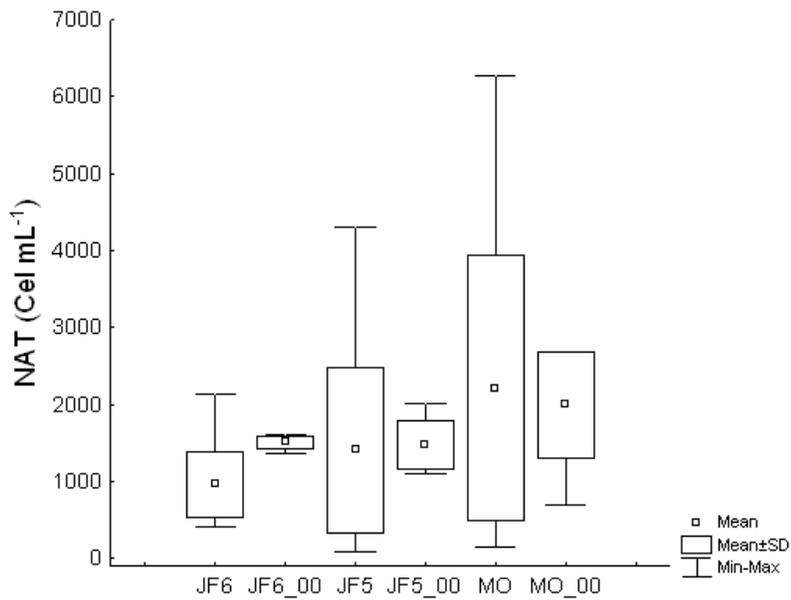


Figura 4.2.26. Comparación de la abundancia de fitoplancton en la fracción nano-planctónica en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia (00): promedio, desviación estándar y rango mínimo y máximo (0-75 m). Proyecto FIP 2014-04-02.

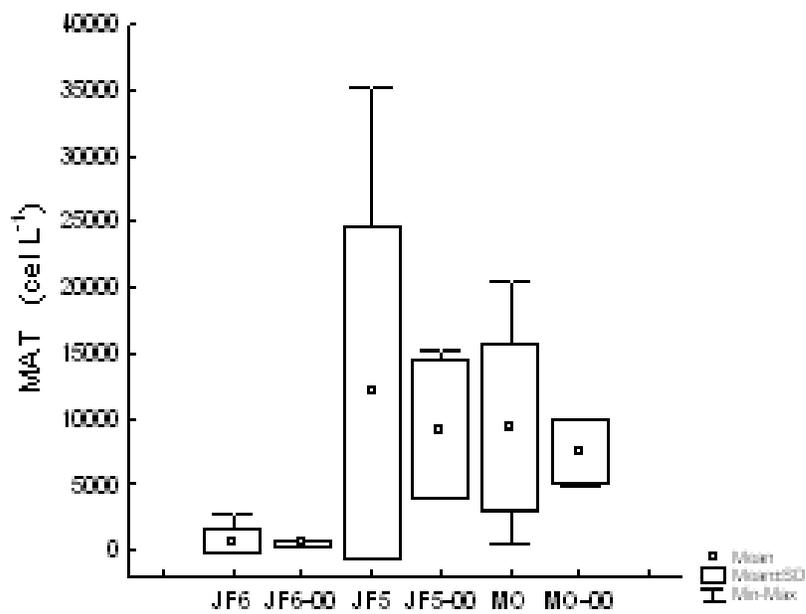


Figura 4.2.27. Comparación de la abundancia de fitoplancton en la fracción micro-planctónica en la sección 1 de los montes submarinos JF5, JF6 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de referencia (00): promedio, desviación estándar y rango mínimo y máximo (0-50 m). Proyecto FIP 2014-04-02.

Distribución del meso-zooplancton

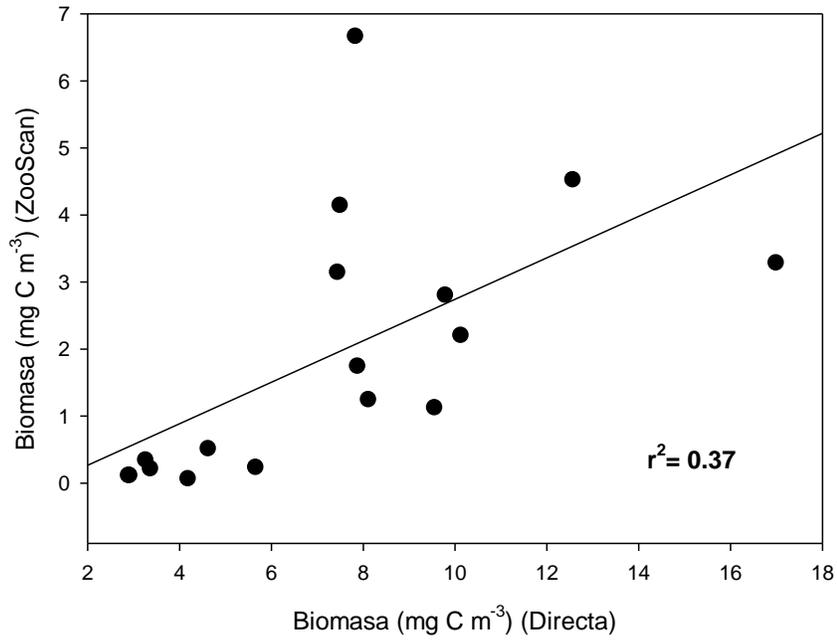


Figura 4.2.28. Relación entre biomasa estimada directamente y aquella estimada por método automatizado (ZooScan).

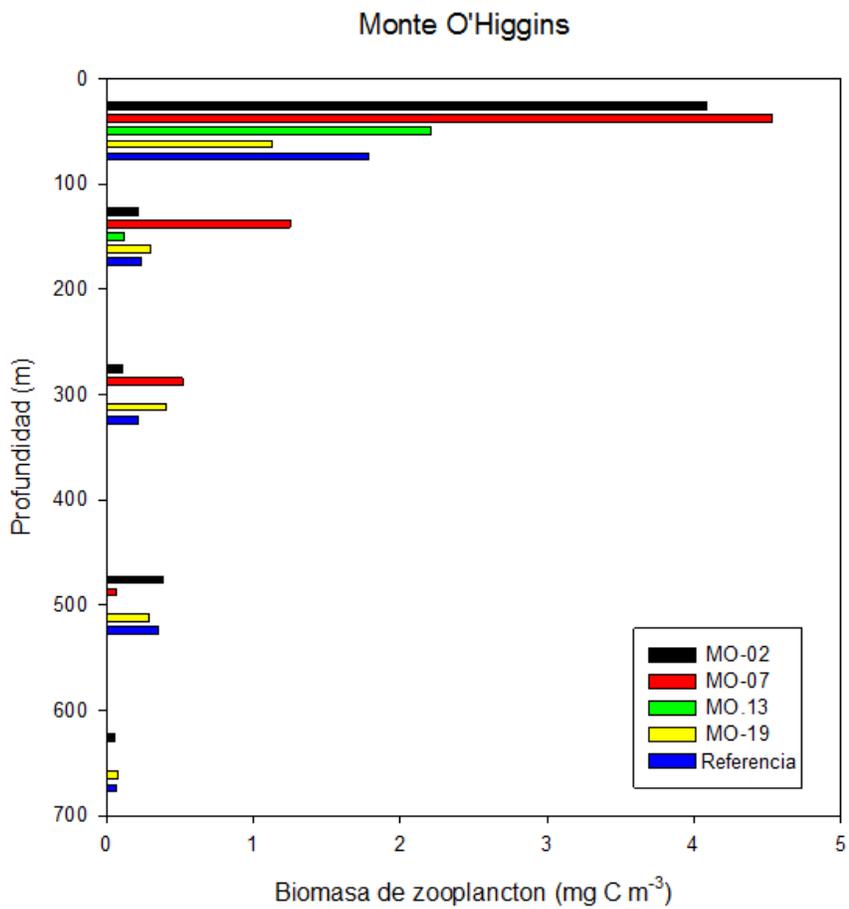


Figura 4.2.29. Distribución vertical de biomasa de zooplancton en 4 estaciones de muestreo en Monte O'Higgins y una estación de referencia (control).

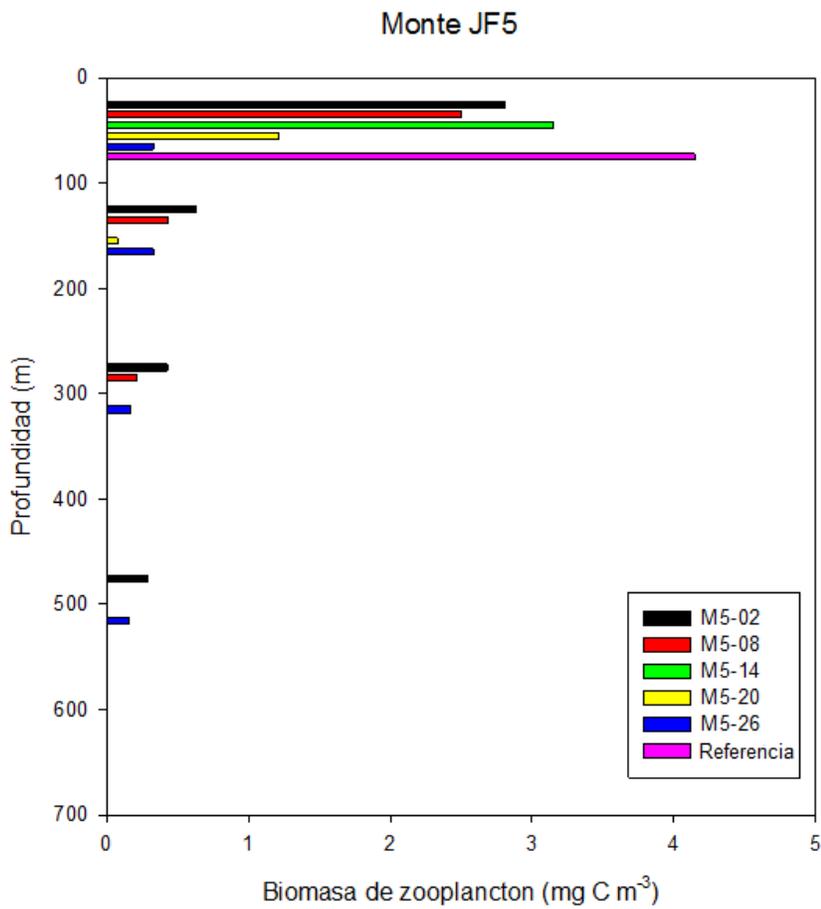


Figura 4.2.30. Distribución vertical de biomasa de zooplancton en 5 estaciones de muestreo en el Monte JF5 y una estación de referencia (control).

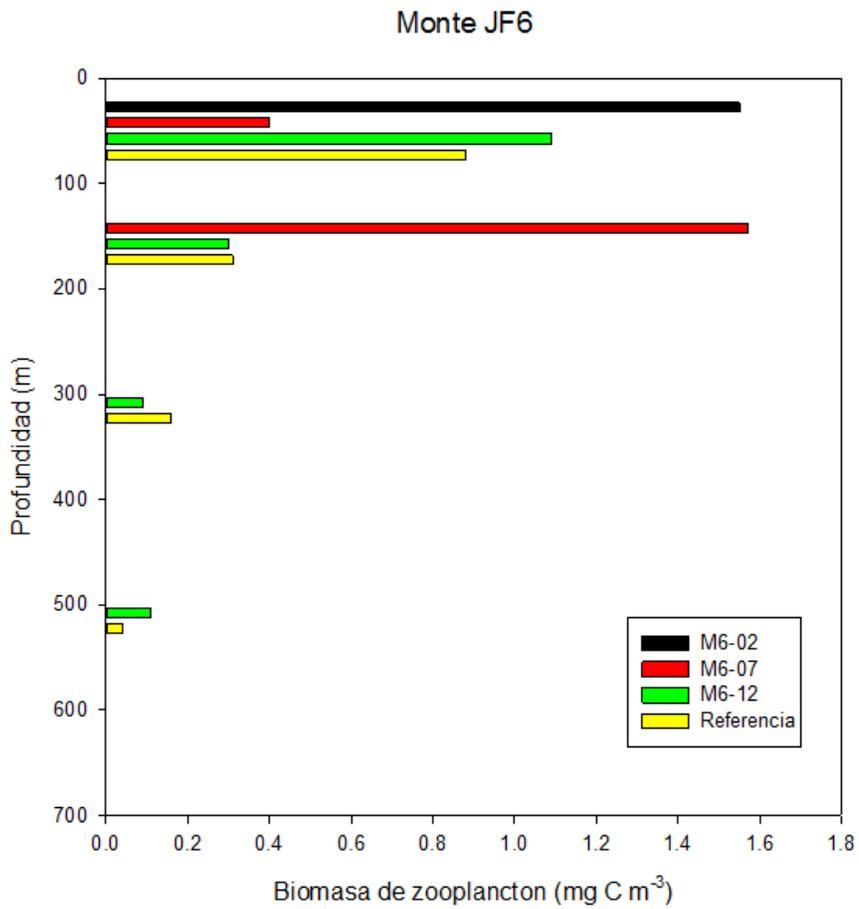


Figura 4.2.31. Distribución vertical de biomasa de zooplancton en 3 estaciones de muestreo en el Monte JF6 y una estación de referencia (control).

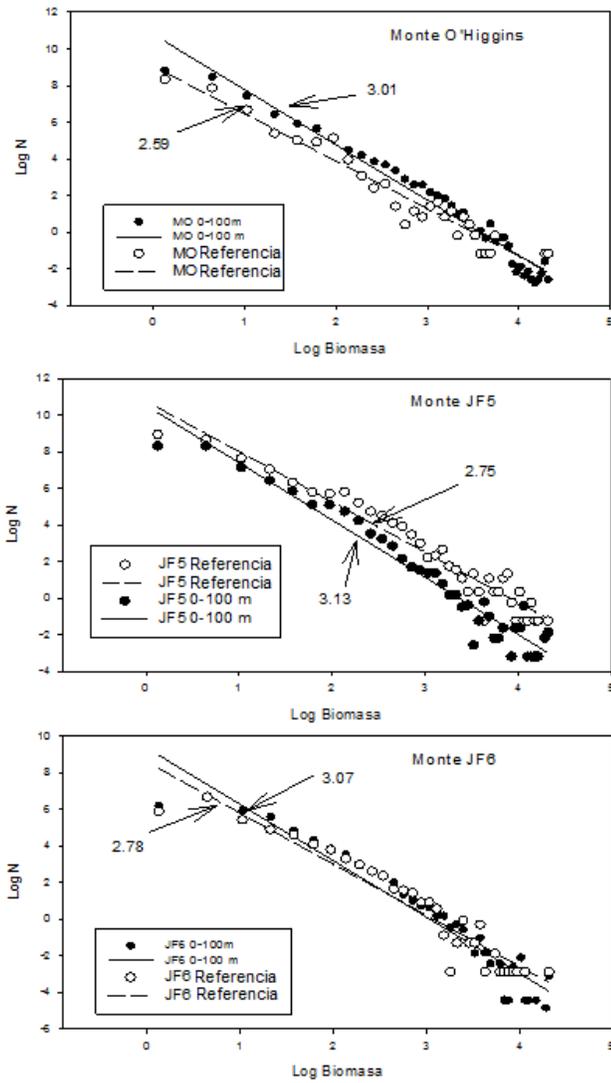


Figura 4.2.32. Distribución vertical de biomasa de zooplancton en las estaciones de muestreo para los montes JF5, JF6 y O'Higgins, con sus respectivas estaciones de referencia (control).

Estructuras de meso y submesoescala

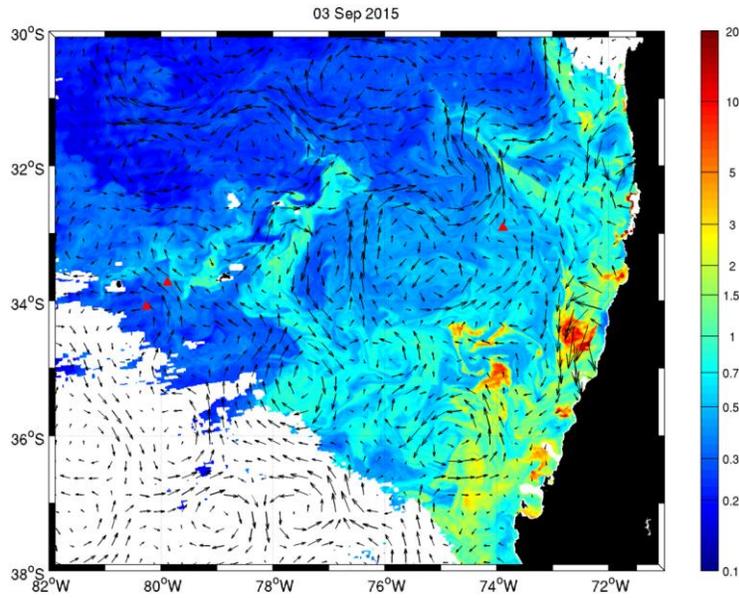


Figura 4.3.1. Clorofila Modis-A y vectores de velocidad geostrófica para el día 3 de Septiembre de 2015. Los triángulos rojos indican la posición de los montes submarino estudiados.

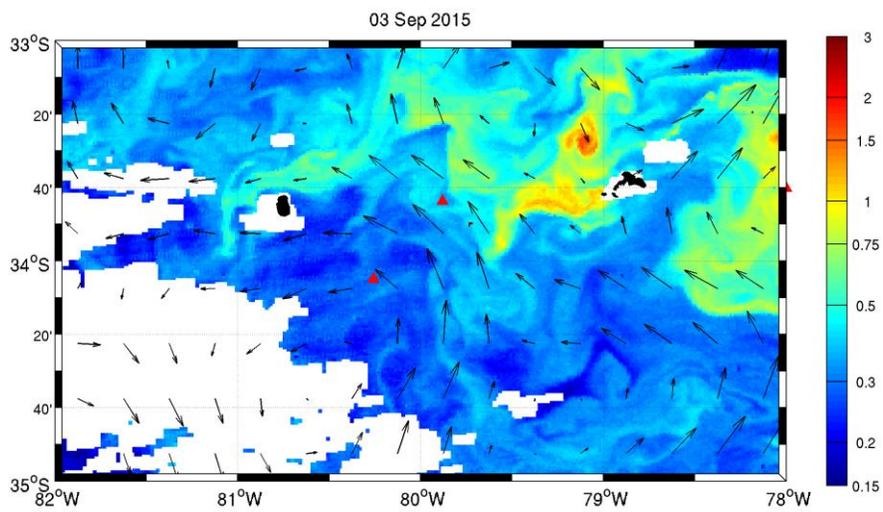


Figura 4.3.2. Clorofila MODIS-A y vectores de velocidad geostrófica para el día 3 de Septiembre de 2015. Acercamiento a los montes JF5 y JF6 (triángulos rojos).

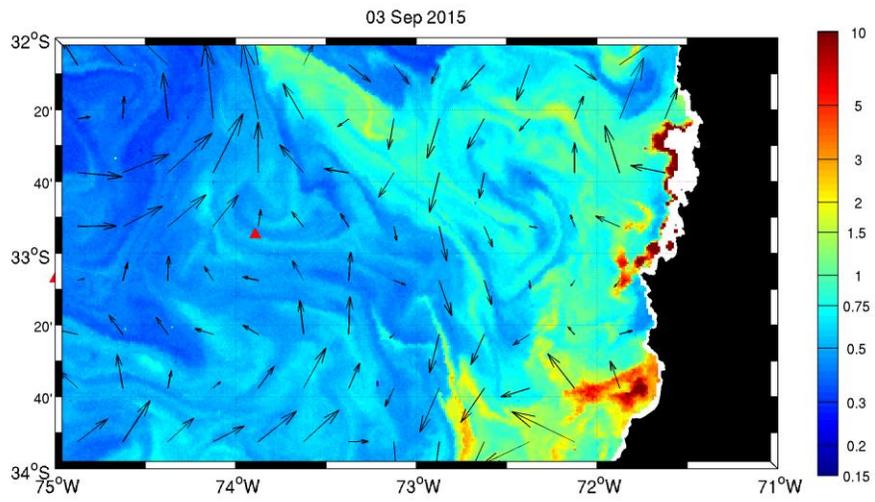


Figura 4.3.3. Clorofila MODIS-A y vectores de velocidad geostrófica para el día 3 de Septiembre de 2015. Acercamiento al Monte O'Higgins (triángulo rojo próximo a 74°W).

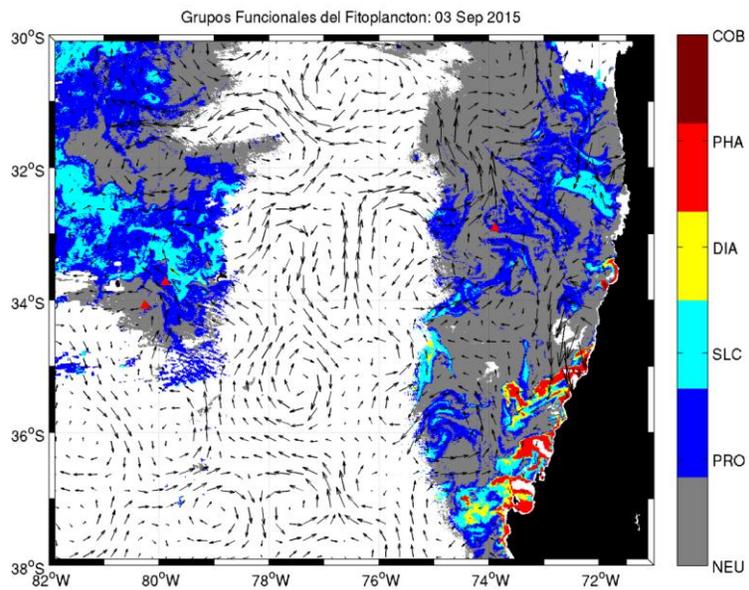


Figura 4.3.4. Grupos Funcionales del Fitoplancton, derivadas de las reflectancias MODIS-A. Los grupos funcionales identificados correspondieron a NanoEucariotes (NEU), Prochlorococcus (PRO), Synechococcus/Cianobacterias (SLC); Diatomeas (DIA); Phaeocystis (PHA) y florecimientos de Cocolitoforidos (COB). Los triángulos rojos indican la posición de los montes submarino estudiados.

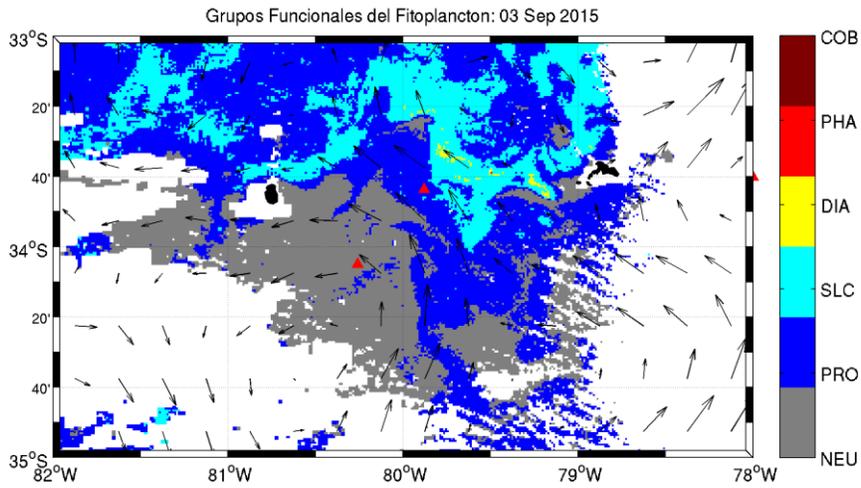


Figura 4.3.5. Grupos Funcionales del Fitoplancton, derivadas de las reflectancias MODIS-A. Los grupos funcionales identificados correspondieron NanoEucartotes (NEU), Prochlorococcus (PRO), Synechococcus/Cianobacterias (SLC); Diatomeas (DIA); Phaeocystis (PHA) y florecimientos de Cocolitoforidos (COB). Acercamiento a los montes JF5 y JF6 (triángulos rojos).

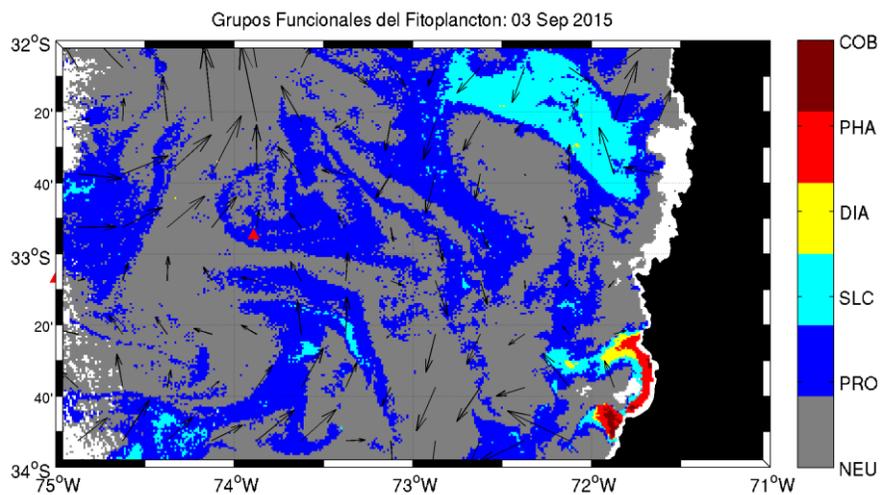


Figura 4.3.6. Grupos Funcionales del Fitoplancton, derivadas de las reflectancias MODIS-A. Los grupos funcionales identificados correspondieron a NanoEucariotes (NEU), *Prochlorococcus* (PRO), *Synechococcus/Cyanobacterias* (SLC); Diatomeas (DIA); *Phaeocystis* (PHA) y florecimientos de Cocolitoforidos (COB). Acercamiento al monte O'Higgins (triángulo rojo próximo a 74°W).

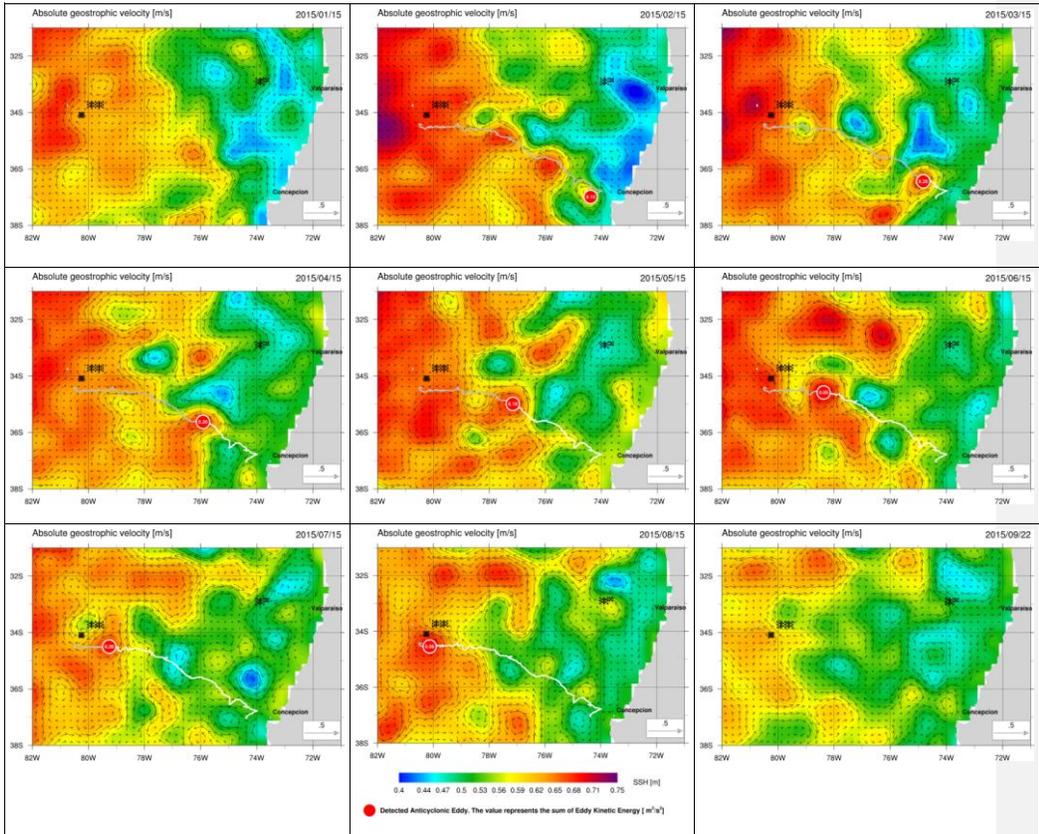


Figura 4.3.7. Seguimiento de la trayectoria y desarrollo del remolino de mesoescala encontrado en los montes submarino durante el período de estudio (línea gris/blanca). En colores se muestra la altura del nivel del mar, mientras que los vectores (flechas) indican la dirección (orientación flecha) y magnitud (longitud flecha) de la velocidad geostrófica.

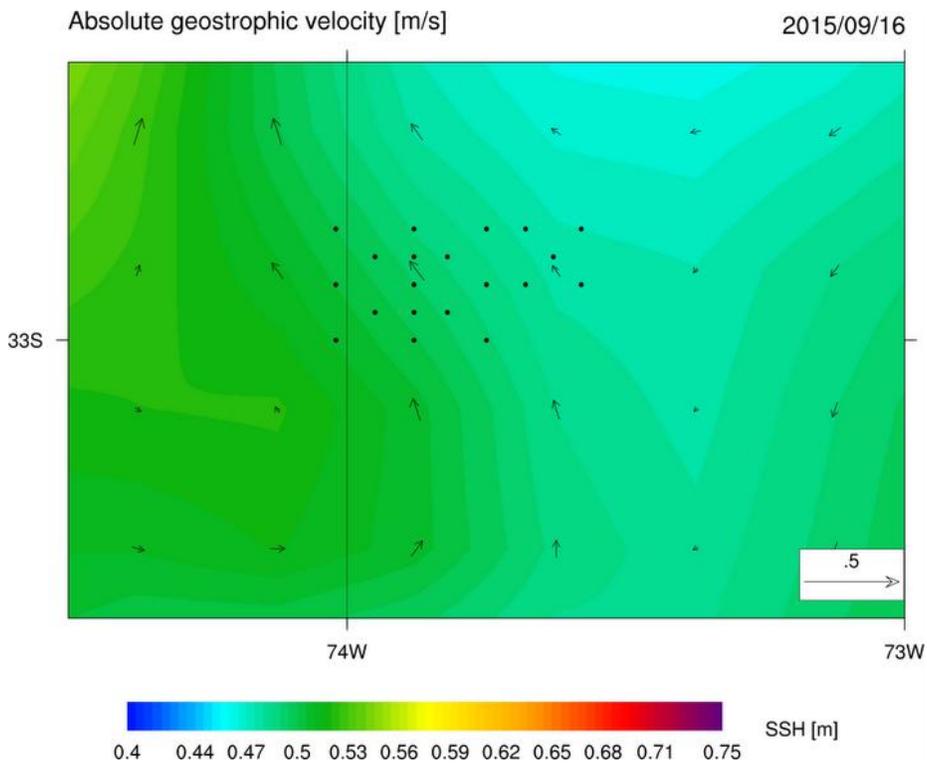


Figura 4.3.8. Velocidad geostrófica sobre el monte O'Higgins para el 16/09/2015. En colores se muestra la altura del nivel del mar, mientras que los vectores (flechas) indican la dirección (orientación flecha) y magnitud (longitud flecha) de la velocidad geostrófica.

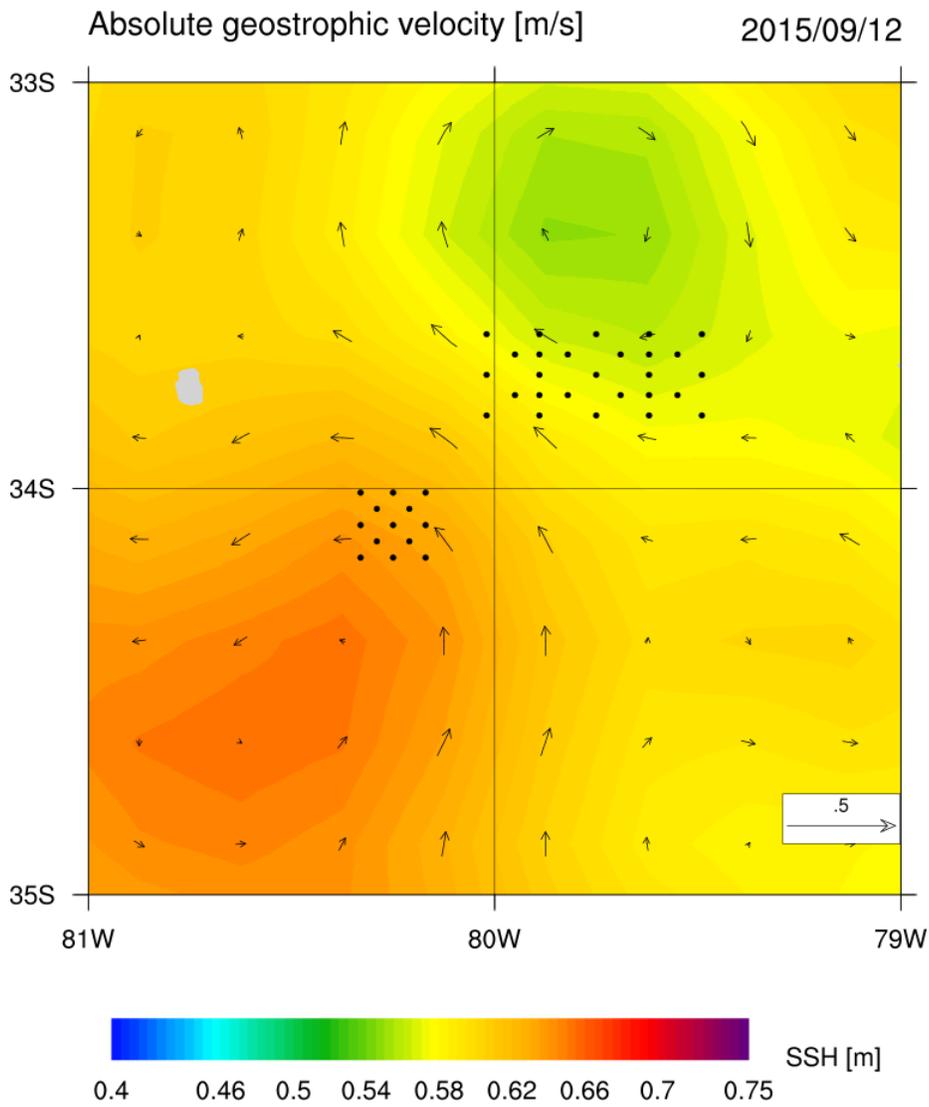


Figura 4.3.9. Velocidad geostrófica sobre el monte JF5 para el 12/09/2015. En colores se muestra la altura del nivel del mar, mientras que los vectores (flechas) indican la dirección (orientación flecha) y magnitud (longitud flecha) de la velocidad geostrófica.

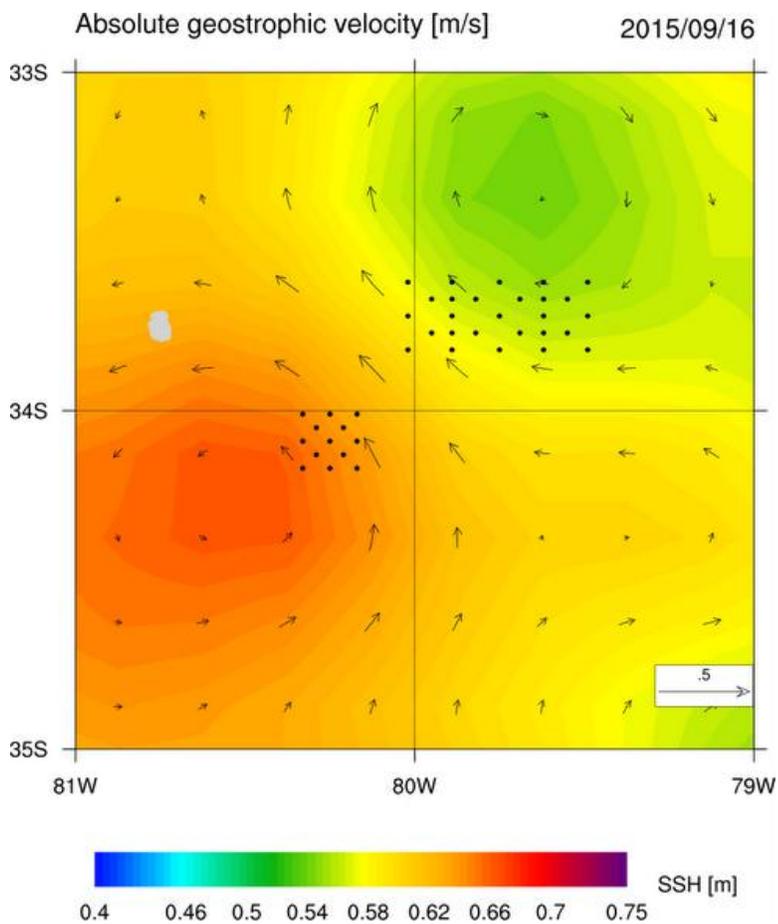


Figura 4.3.10. Velocidad geostrófica sobre el monte JF6 para el 16/09/2015. En colores se muestra la altura del nivel del mar, mientras que los vectores (flechas) indican la dirección (orientación flecha) y magnitud (longitud flecha) de la velocidad geostrófica.

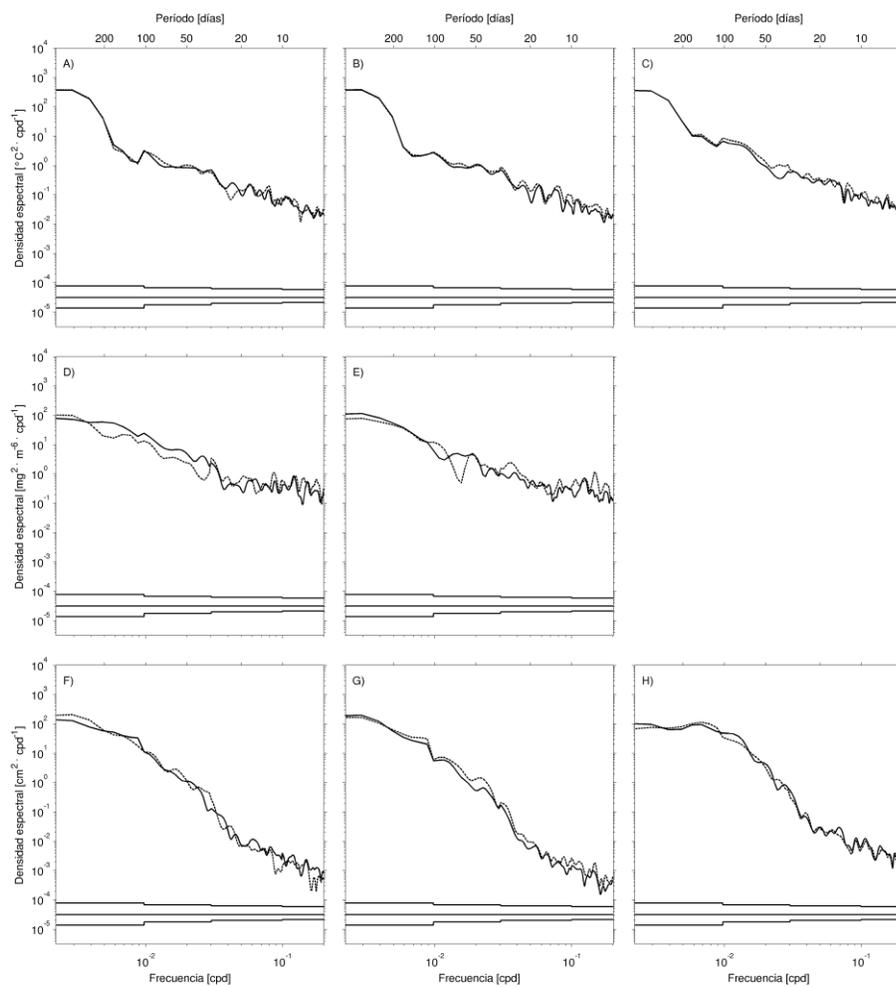
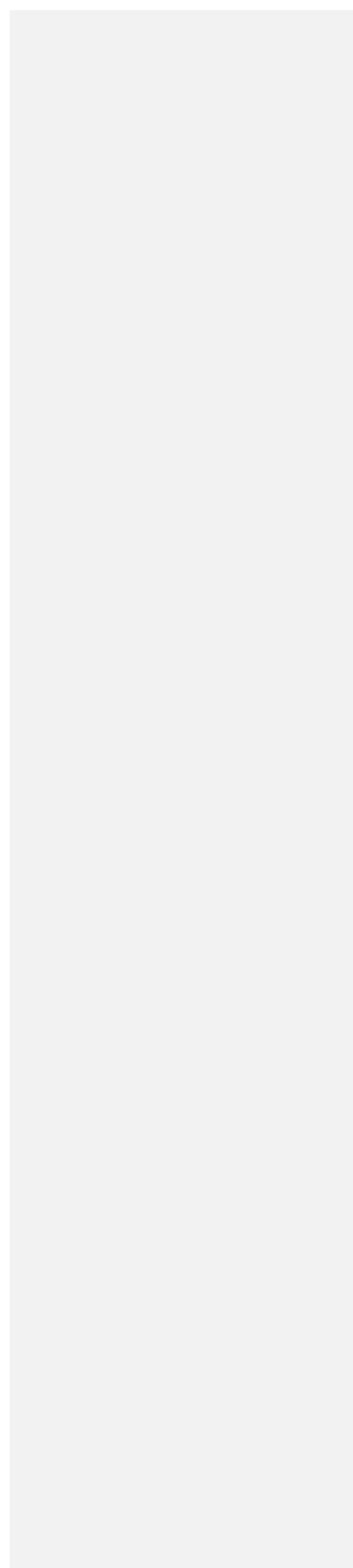


Figura 4.4.1. Densidad espectral de las series de tiempo de TSM (a, b y c), Clo-a (d y e) y ANM (f, g y h) sobre los montes (línea sólida): JF6 (1ra columna), JF5 (2da columna) y O'Higgins (3ra columna) y su respectiva estación de referencia (línea segmentada). La estimación espectral se realizó con 8, 12, 16 y 20 grados de libertad en las bandas de 0,001-0,01 (cpd), 0,01-0,03

(cpd), 0,03-0,1 (cpd) y 0,1-0,2 (cpd), respectivamente, con un 95% de significancia



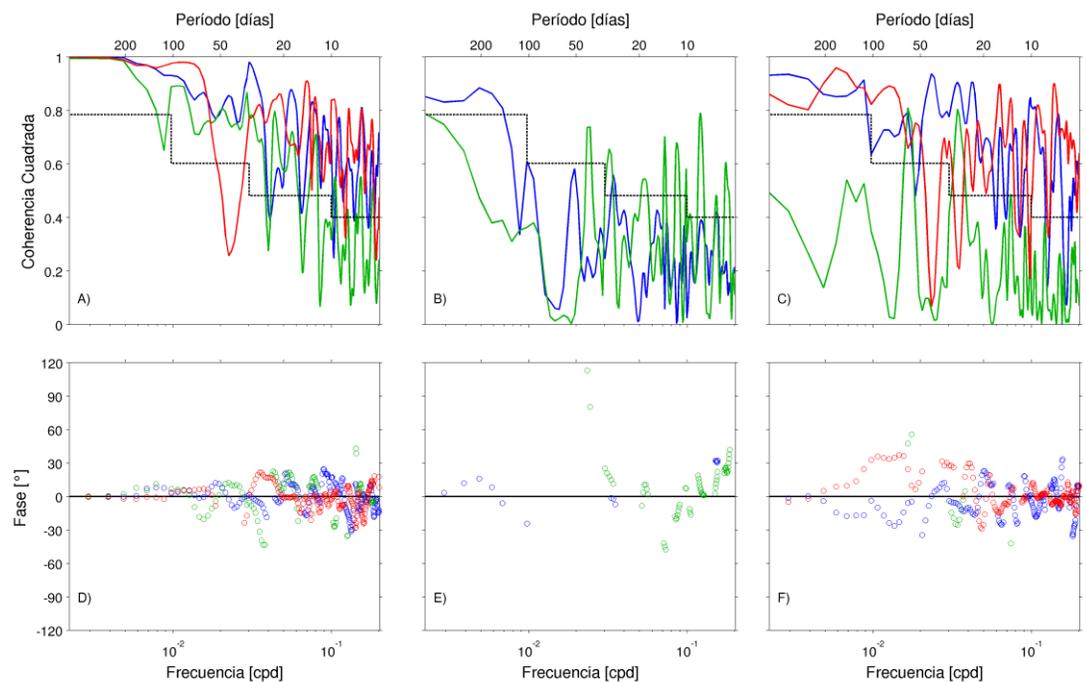


Figura 4.4.2. Espectros de coherencia cuadrada (a, b y c) y fase (d, e y f) entre las series de tiempo sobre los montes JF6, JF5 y O'Higgins y sus respectivas estaciones de control (línea verde, azul y roja, respectivamente) para la TSM (a y d), Cloa (b y e) y ANM (c y f). Éstos fueron estimados con 8, 12, 16 y 20 grados de libertad en las bandas de 0,001-0,01 (cpd), 0,01-0,03 (cpd), 0,03-0,1 (cpd) y 0,1-0,2(cpd), respectivamente. La línea segmentada negra en los espectros de coherencia cuadrada indica el 99% de significancia.

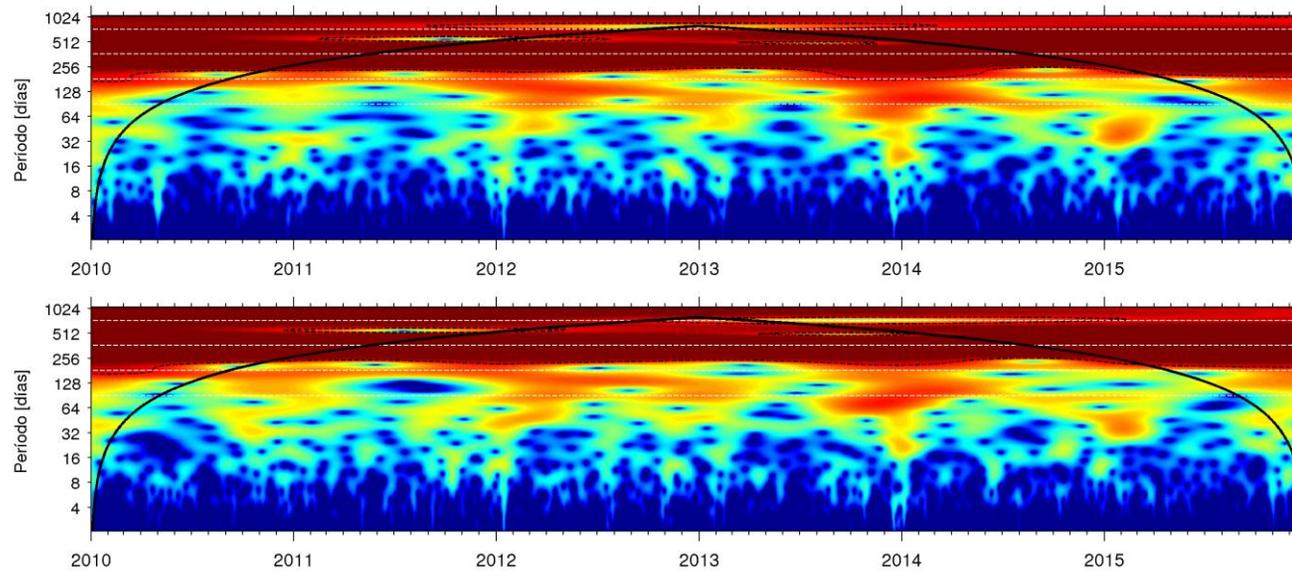


Figura 4.4.3. Espectro de potencia de Wavelet para la TSM sobre el monte JF6 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años).

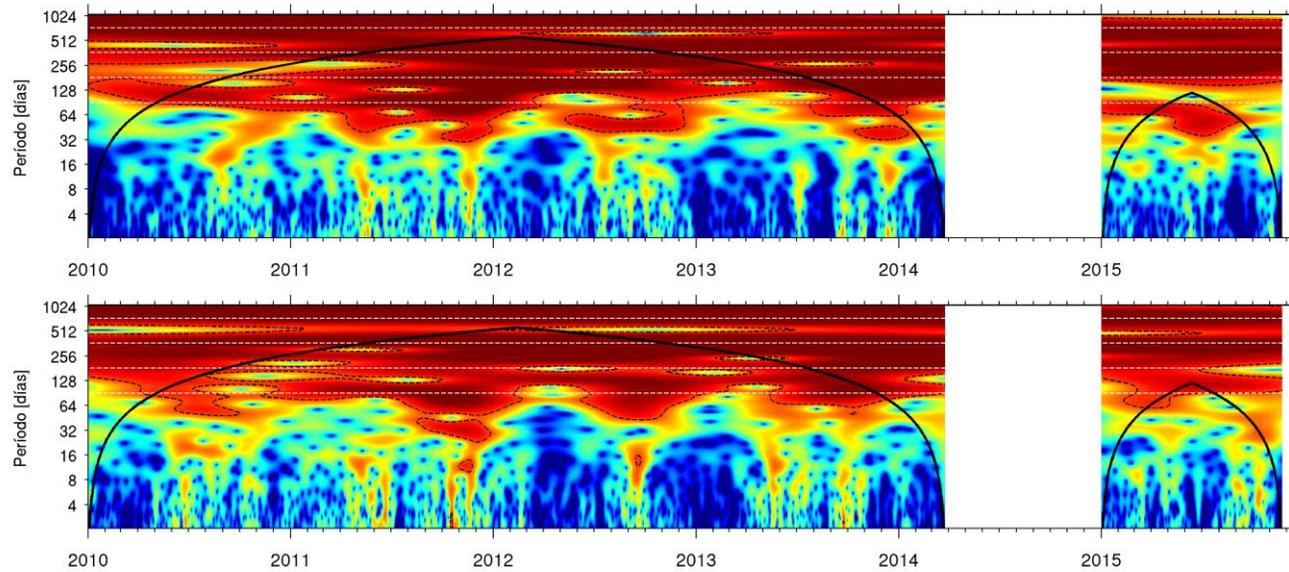


Figura 4.4.4. Espectro de potencia de Wavelet para la Clo-a sobre el monte JF6 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años).

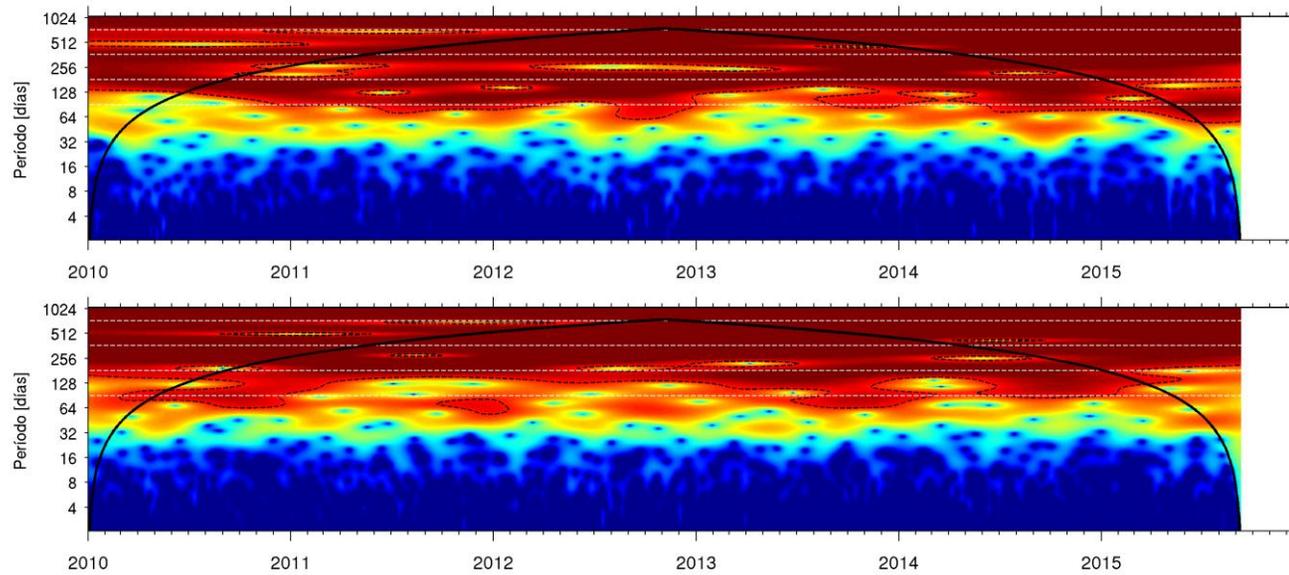


Figura 4.4.5. Espectro de potencia de Wavelet para la ANM sobre el monte JF6 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años).

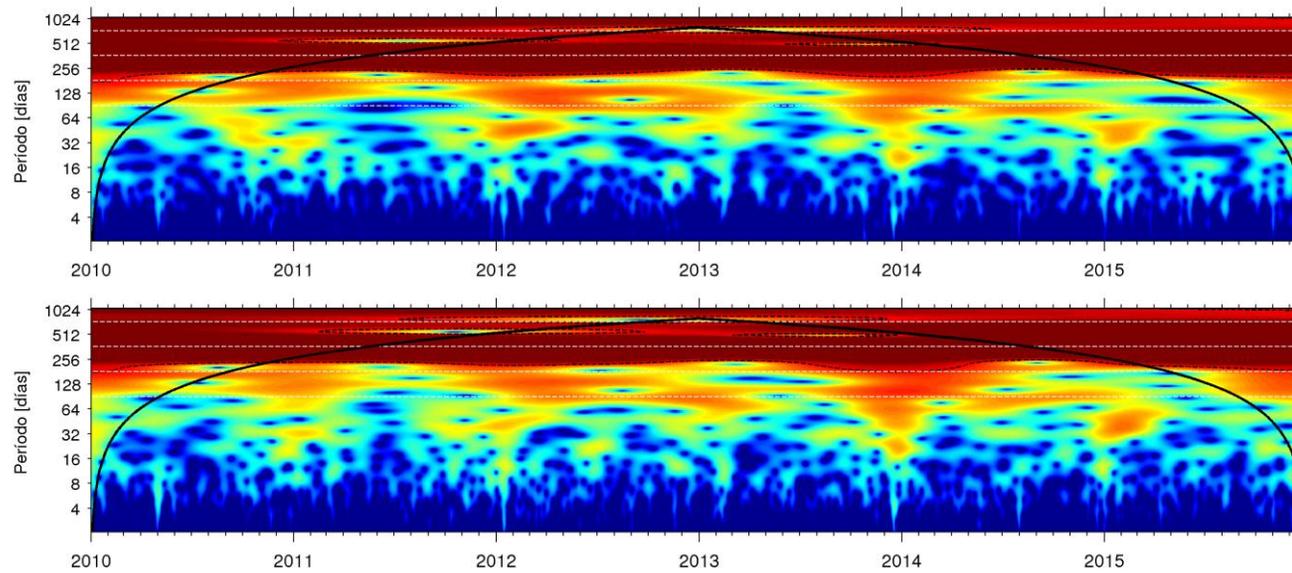


Figura 4.4.6. Espectro de potencia de Wavelet para la TSM sobre el monte JF5 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años).

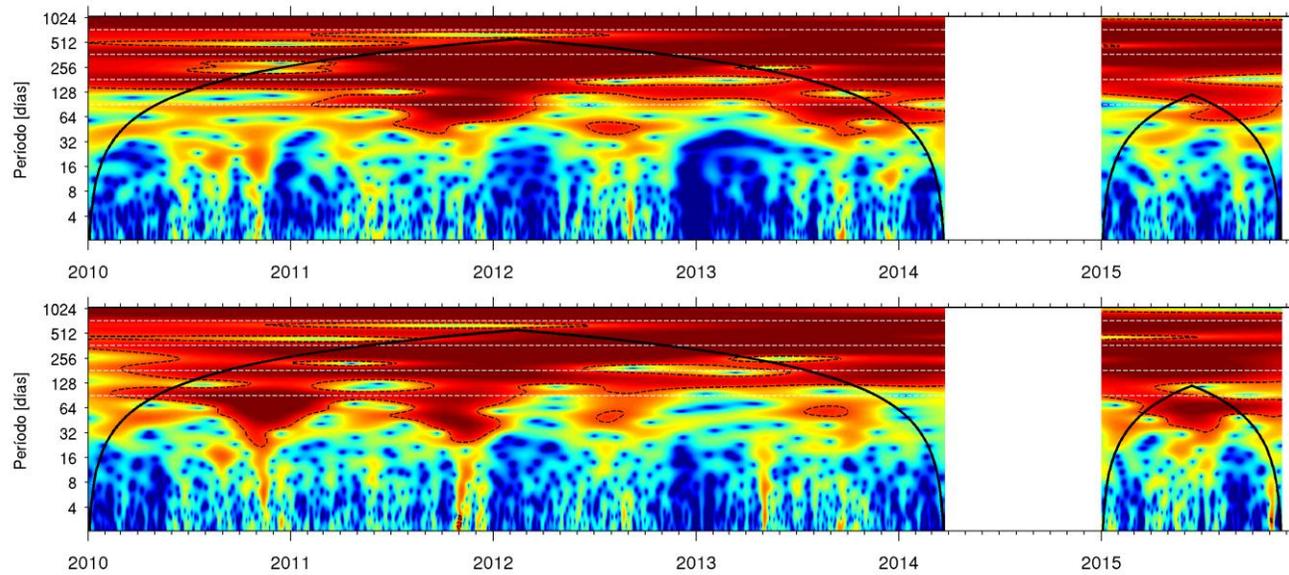


Figura 4.4.7. Espectro de potencia de Wavelet para la Clo-a sobre el monte JF5 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años).

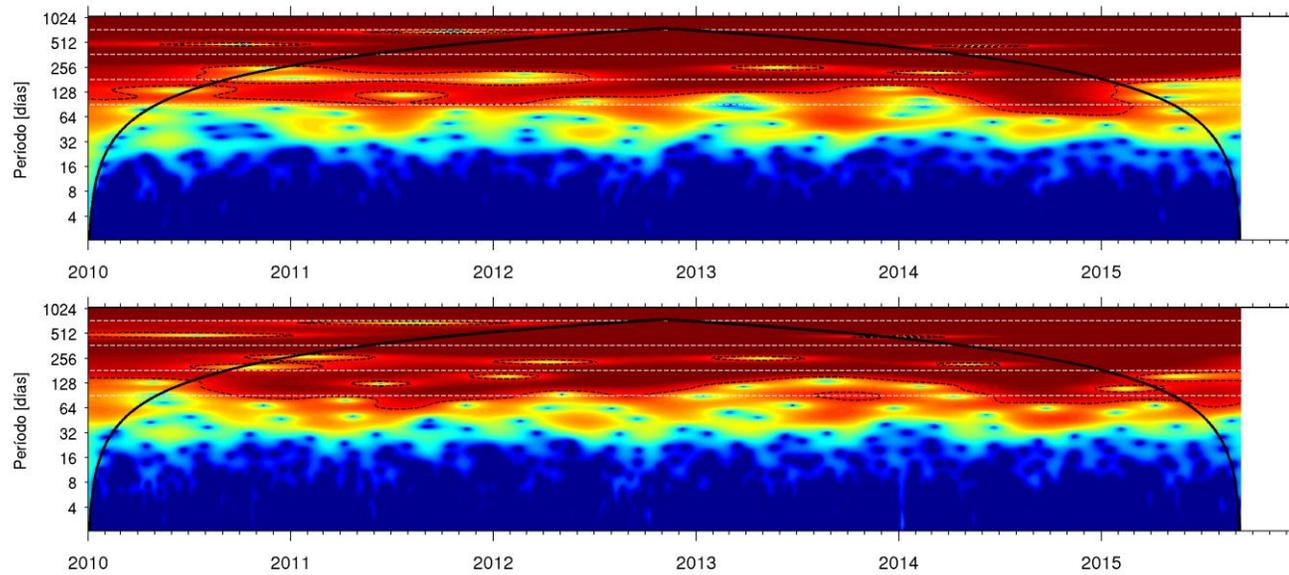


Figura 4.4.8. Espectro de potencia de Wavelet para la ANM sobre el monte JF5 (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años).

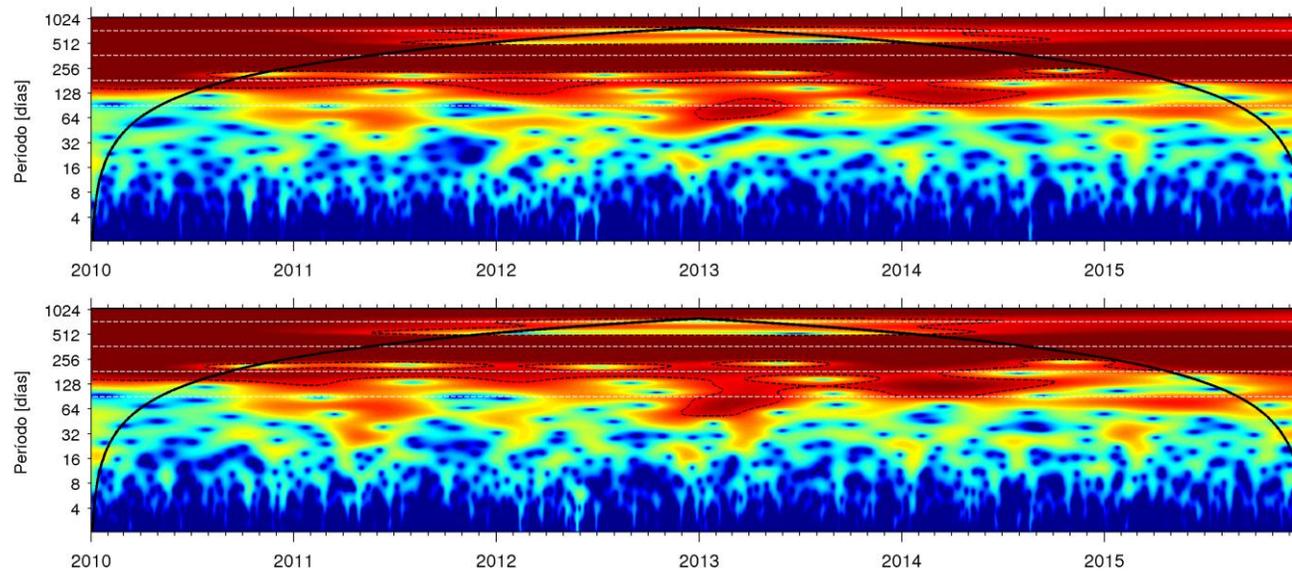


Figura 4.4.9. Espectro de potencia de Wavelet para la TSM sobre el monte O'Higgins (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años).

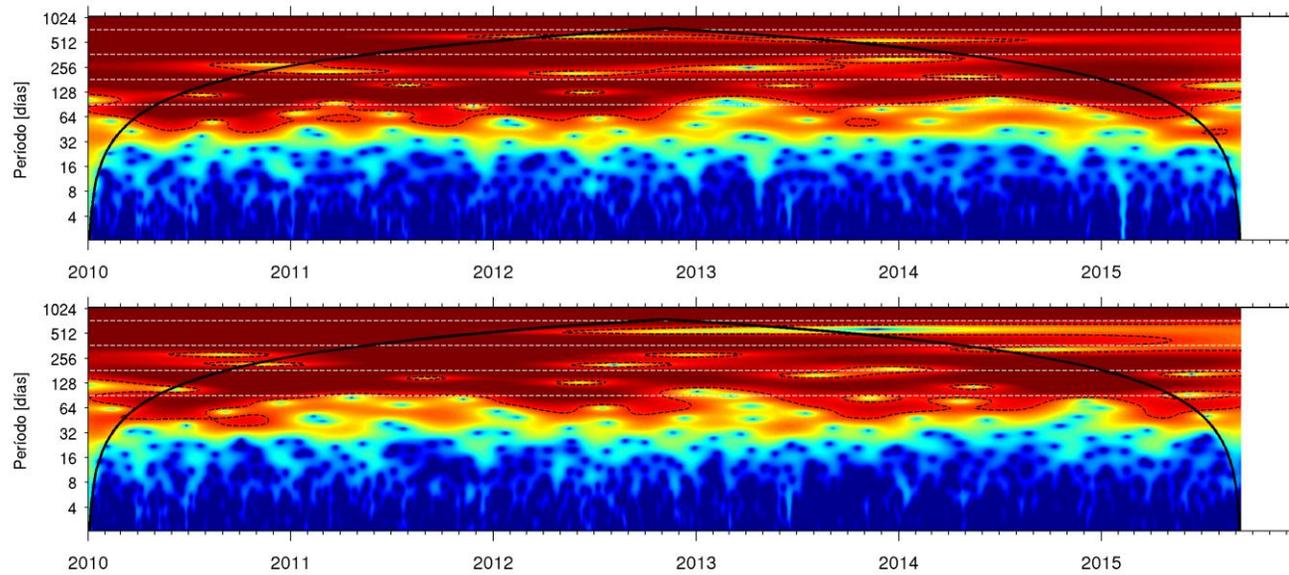
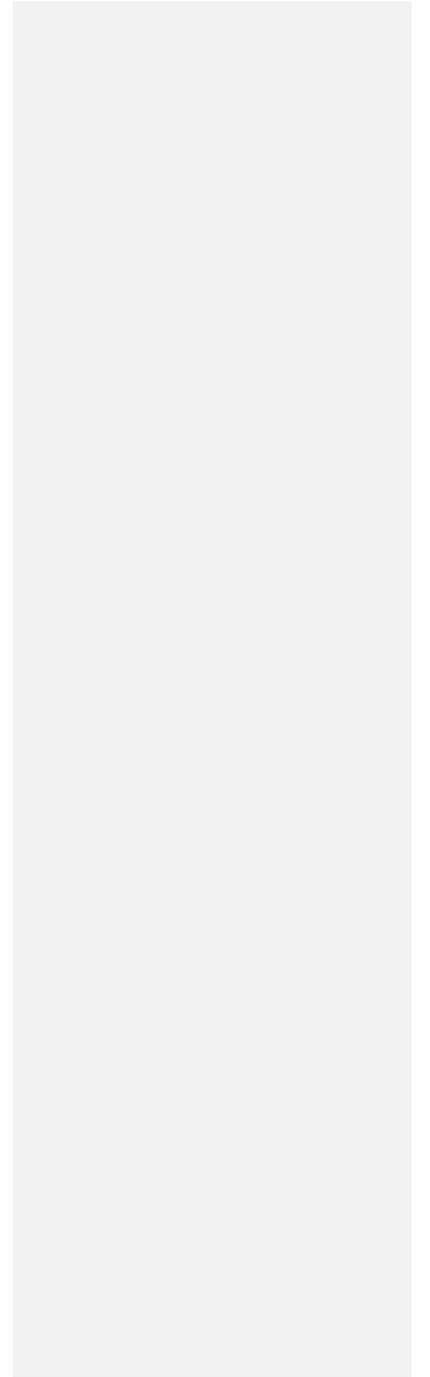


Figura 4.4.10. Espectro de potencia de Wavelet para la ANM sobre el monte O'Higgins (panel superior) y sobre su estación control (panel inferior). La línea segmentada negra indica el 95% de significancia, mientras que las líneas blancas indican los períodos asociados al ciclo anual (365,25 días), semi anual (182,625 días), un cuarto del ciclo anual (91,3125 días) e interanuales (730,5 días, es decir 2 años).



5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La columna de agua en todos los montes mostró una estructura vertical de dos – tres capas respecto a la distribución de oxígeno disuelto, como la descrita anteriormente para la zona (Silva, 1985). La capa superficial se presentó oxigenada en todos los montes con sobresaturaciones como resultado de una mayor productividad primaria y al intercambio con la atmósfera.

Bajo esta capa de mezcla, la profundización de las isolíneas de oxígeno disuelto y de las isohalinas, junto con la disminución del gradiente de oxígeno disuelto en la oxiclina de las estaciones sobre la cima de los montes, sugieren la existencia de un patrón de circulación descendente sobre el monte como el propuesto por White and Mohn (2002).

Si bien las aguas subsuperficiales asociada a las AESS presentaron una disminución abrupta de la concentración de oxígeno disuelto respecto de la capa superficial, existió un efecto de la presencia del monte sobre la distribución de estas concentraciones. Por una parte, los montes JF5 y JF6 presentaron mayores concentraciones de oxígeno disuelto en sus estaciones asociadas al monte que en las estaciones control, lo cual concuerda con el patrón de circulación mencionado anteriormente. En el monte O'Higgins, en cambio, las concentraciones de oxígeno disuelto en la capa subsuperficial de las estaciones sobre el monte fueron menores a las observadas en la estación control. En este monte, la presencia de AESS, y el desarrollo de una ZMO, fue mucho mayor que en los otros dos, tanto en presencia espacial como en intensidad de las concentraciones de oxígeno. Esta condición, resultó en que la cima del Monte O'Higgins estuvo sujeta aguas subóxicas, lo cual no ocurrió en los otros dos montes.

Si bien la circulación que se genera asociada a los montes submarinos sugiere que debiera existir un aumento de la productividad (White et al., 2007) debido a un incremento en la concentración de nutrientes (Genin and Boehlert, 1985), nuestros resultados no muestran un aumento en la disponibilidad de nitrato en superficie. Por el contrario, se registró una disminución de las concentraciones superficiales de fosfato y nitrito, sugiriendo que podría existir una mayor utilización de estos nutrientes en la capa fótica. Junto con ello el aumento de la concentración de

amiento en las estaciones sobre la cima de los montes respecto a las estaciones control, indicarían que existe una mayor oferta de materia orgánica que estaría siendo reciclada.

Paralelamente, todas las estaciones sobre la cima de cada monte presentaron una disminución del déficit de nitrógeno en la capa superficial (i.e., mayores valores de N^*), respecto de las aguas circundantes. Esto sugiere que la fijación de nitrógeno en superficie, sería favorecida, aun cuando las concentraciones de nitrato se mantuvieron similares.

En la capa subsuperficial de los montes JF5 y JF6 también aumentó el N^* , sugiriendo también un mecanismo de fijación de nitrógeno asociado a estas aguas. La mayor productividad que existiría asociada al Monte O'Higgins, junto con las aguas de menor concentración de oxígeno disuelto comparativamente respecto de los otros montes, sería una condición que favorecería la disminución de oxígeno disuelto sobre el monte respecto de las aguas circundantes, y por lo tanto que los procesos anaeróbicos de respiración de la materia orgánica estuvieran activos en esta capa. Esto es también sugerido por la disminución del N^* en la estación sobre la cima del monte O'Higgins, donde se registraron los menores valores ($-18.1 \mu M$).

Respecto a las comunidades planctónicas, la mayor parte de las investigaciones sobre estas comunidades asociadas a montes submarinos, son relativamente recientes y, en general, el conocimiento de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas de montes submarinos es escaso a nivel global (Lavelle & Mohn, 2010; Clark & Bowden, 2015). Sin embargo, la mayor parte de los estudios realizados han sido de carácter más bien esporádico tratándose de observaciones in situ que, a su vez, han incluido un bajo número de estaciones de muestreo y, por tanto, la evidencia de que este tipo de hábitat genera endemismo y localmente alta biodiversidad y productividad es escasa (Christiansen & Wolff, 2009; Clark et al., 2010; Rowden et al., 2010). Parte importante del desconocimiento de la componente pelágica de los ecosistemas de montes submarinos está asociado a la alta complejidad en los flujos de agua alrededor de estos montes, incluyendo una significativa variabilidad de mesoescala en las capas superficiales producto de variados mecanismos oceanográficos y topográficos (Bashmachnikov et al., 2009; Mohn et al., 2009; Lavelle & Mohn, 2010). Uno de los paradigmas ecológicos sobre la productividad en

montes submarinos se basa en que la circulación asociada a éstos genera un incremento local en la concentración de nutrientes en la capa superficial y, con ello, se estimula la producción primaria pelágica; sin embargo, se ha sugerido que esta generalización no se sustenta con las evidencias existentes hasta ese momento (Clark et al., 2010; Rowden et al., 2010). Más aún, la generalización de que los montes submarinos es un tipo de hábitat conteniendo un alto número de especies endémicas y estructura comunitaria distinta a la de otras zonas aledañas también se considera no sustentable con las evidencias disponibles (Clark et al., 2010; Rowden et al., 2010).

En la región de estudio, el conocimiento sobre las comunidades pelágicas fitoplanctónicas asociadas a zonas de montes submarinos es aún escaso y se ha derivado de muestreos ocasionales de baja cobertura espacial (Yañez et al., 2009). Cabe destacar que, a diferencia de otras zonas similares, las del presente estudio tienen características topográficas muy distintas a las de montes submarinos aislados ya que se encuentran formando parte de una cordillera/cordón de montes e islas entre la zona costera de Chile central y el Archipiélago de Juan Fernández; en el caso de los Montes JF5 y JF6, están cercanos a la Isla de Robinson Crusoe, y en el del Monte O'Higgins, está cercano a la zona de surgencia costera. En este contexto, se espera encontrar una mayor complejidad espacial a nivel de mesoescala y sub-mesoescala comparada con otros sistemas aislados y, efectivamente, los resultados sobre las condiciones oceanográficas durante el presente estudio así lo confirman. Además, a diferencia de sistemas oligotróficos en los cuales la mayor parte de estos hábitats se encuentran ubicados (Mendonca et al., 2012), las concentraciones de nitrato en la capa superficial de los 3 montes fueron similares y relativamente altas (4-6 μM). Esto sugiere que, respecto de los valores de nitrato, la zona de estudio puede ser categorizada más bien como mesotrófica (niveles intermedios de nitrato: 1-5 μM) durante el tiempo en que se realizó el muestreo (fines de invierno – comienzos de primavera). Esto también concuerda con las estimaciones satelitales de biomasa fitoplanctónica (como clorofila-a) en escalas estacionales y a nivel de mesoescala y sub-mesoescala (Andrade et al., 2012), y otras estimaciones in situ ocasionales (Pizarro et al., 2006; Yañez et al., 2009), en cuanto a que los valores son relativamente intermedios para esta región, según nuestros propios resultados (0.3-0.8 mg m^{-3}). Desde este punto de vista, además de la alta variabilidad de mesoescala y submesoescala

encontrada en la zona durante este estudio, estos montes están sujetos a la influencia de la zona costera continental y de las islas oceánicas encontrándose inmersos en la zona de transición costera o en el límite oceánico de ésta..

En contraste con lo indicado anteriormente, para el caso de los montes asociados al Archipiélago de Juan Fernández, Yañez et al. (2009) han sugerido que sus datos, así como los de Pizarro et al. (2006), con concentraciones de clorofila-a $<1 \text{ mg m}^{-3}$ en las cercanías de la Isla Robinson Crusoe, indican la existencia de un ambiente netamente oligotrófico. Además estos autores sugieren que estos sistemas están dominados por organismos de pequeño tamaño y que se sustentan principalmente por producción regenerada (altos niveles de amonio) y entradas de nutrientes alóctonos provenientes de las islas aledañas o de la zona costera continental a través de grandes plumas de surgencia comúnmente observadas en imágenes satelitales. Nuestros resultados aportan en dilucidar algunos de estos aspectos y sugieren que el escenario en cada uno de los montes es espacialmente bastante más complejo pero que, bajo nuestras definiciones, son ambientes mesotróficos y están influenciados probablemente por producción nueva y regenerada (en base a nuestros resultados sobre distribución de nutrientes) y no necesariamente en ellos dominan organismos de las clases más pequeñas según se deriva de nuestros datos sobre los aportes de las distintas fracciones de tamaño en términos de clorofila-a, con la excepción del monte JF6 en el que aparece como un importante contribuyente la fracción pico-planctónica y, además, *Prochlorococcus*; sin embargo, los niveles de nitrato no son tan bajos para calificar como oligotrófico este sistema. Lo que si queda claro con nuestros resultados es que, en términos de la composición taxonómica más específica de los componentes micro-planctónicos, las diatomeas dominantes encontradas en estos sistemas no se diferencian en gran parte de las que se encuentran en la zona costera continental.

Los mecanismos por los cuales no se encuentran diferencias en la composición específica de los componentes fitoplanctónicos que pueden ser reconocidos a este nivel por microscopía, incluyen muy probablemente la advección de organismos costeros vía remolinos de mesoescala y sub-mesoescala que tienen su origen en la zona costera de Chile. En casos similares de montes submarinos asociados a cordones de montes e islas, como en nuestro estudio, no se han detectado

grandes diferencias ecológicas, entre otros, en los niveles de producción biológica comparado con aguas adyacentes (Priede et al., 2013). Sin duda que un solo muestreo, como el de este estudio, no es suficiente para establecer las principales características de los ecosistemas pelágicos y las comunidades fitoplanctónicas en ellos. Sin embargo, si es posible agregar que la alta variabilidad de mesoescala y submesoescala observada en los componentes fitoplanctónicos, así como la identificación de componentes de origen costero, en nuestros resultados contribuyen a establecer la fuerte conexión entre los sistemas costeros y oceánicos mediados por los procesos físicos de escala remota (zona costera continental) y local (islas y conjuntos de montes). Una aproximación más detallada a la variabilidad en la composición, abundancia y distribución del componente fitoplanctónico permitirá entender de mejor forma la dinámica en los ecosistemas de montes submarinos asociados a islas y cordones de montes submarinos.

Los valores de biomasa total del zooplancton estimados mediante ZooScan aparentemente subestiman la biomasa medida directamente hasta un 70%, aunque en promedio la subestimación es de un 25%. Se debe considerar que la estimación de biomasa total en peso seco incluye todos los organismos, restos de ellos, objetos indeterminados, e incluso material orgánico e inorgánico que contiene la muestra, pero que no son identificados o considerados por ZooProcess para estimar abundancia y biomasa (Medellín-Mora & Escribano, 2013). De tal manera, que podría considerarse que el método automatizado puede representar una estimación más realista de la biomasa, aunque el método de por sí está en desarrollo y puede aún requerir ajustes, porque la biomasa estimada por ZooScan se deriva de la suma de biomasa de cada taxa, para cada uno de los cuales las regresiones tamaño-biovolumen podría ser diferentes. En cualquier caso la relación lineal entre biomasa directa y aquella de ZooScan refleja una buena consistencia entre las observaciones.

Los valores de biomasa sobre los 3 montes son menores a aquellos usualmente observados en el ambiente costero sobre la plataforma continental frente a Chile. No obstante similares valores han sido observados en condiciones de otoño-invierno frente a Concepción por ejemplo (Escribano et al. 2007). La distribución vertical por otra parte, claramente indica que el zooplancton se agrega en los primeros 100 m y con abundancias muy reducidas (<5% del total de la columna de agua)

más allá de los 200 m.

La distribución horizontal del zooplancton revela que para los 3 montes existe una tendencia a presentar mayor concentración de biomasa hacia el sector Este de los montes, es decir hacia el lado que enfrenta la zona costera continental, y con mayores valores de biomasa en el monte O'Higgins y luego JF5, y con la menor biomasa en JF6. Las estaciones de referencia por otra parte, no presentaron diferencias significativas en términos de biomasa con respecto a aquellas estaciones que se encuentran circundando el monte o sobre él. Al menos, desde estas observaciones se concluye que la presencia del monte no genera una notable influencia sobre la distribución de biomasa total de zooplancton.

El análisis de la estructura de tamaño obtenida a través del espectro normalizado de biomasa, muestra que las estaciones de referencia son diferentes respecto de aquellas ubicadas sobre el monte. Una mayor pendiente indica que el espectro posee una mayor abundancia de organismos pequeños y esto resulta en una mayor inclinación del espectro (Manríquez et al., 2009). El origen de esta diferencia puede estar en la presencia de estadios de desarrollo más tempranos sobre los montes, mientras que en áreas más lejanas se localizan las fases adultas de las especies. Este fenómeno puede esencialmente estar dado por los grupos Copepoda y Euphausiacea, los cuales dominan en abundancia y biomasa en los 3 montes. En términos de abundancia numérica, los copépodos representan más del 80% y cerca del 50% en términos de biomasa, mientras que los eufáusidos representan cerca del 3% en abundancia numérica, pero cerca del 30% en biomasa. Una alta presencia de nauplios de Copepoda y estadios furcilia de Euphausiacea sugiere la posibilidad de que efectivamente los montes constituyen zonas de reproducción y reclutamiento de estos organismos, asociadas a una mayor disponibilidad de alimento, ya sea a la forma de microplancton (fitoplancton) o nanoplancton (fototrófico o heterotrófico).

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, I. & G. Pequeño. 2008. Mesobathic Chondrichthyes of the Juan Fernández seamounts: are they different from those of the central Chilean continental slope? *Rev. Biol. Trop.*, 56(1): 181-190.
- Andrade, I., S. Hormazabal & M. Correa-Ramírez. 2014a. Time-space variability of satellite chlorophyll-a in the Easter Island Province, southeastern Pacific Ocean. In: M. Fernández & S. Hormazabal (eds). Special Issue: Oceanography and Marine Resources of Oceanic Islands of Southeastern Pacific. *Latin American Journal Aquatic Research*. 42(4): 871-887.
- Andrade I., S. Hormazabal & V. Combes. 2014b. Intrathermocline eddies at the Juan Fernández Archipelago, southeastern Pacific Ocean. In: M. Fernández & S. Hormazabal (eds). Special Issue: Oceanography and Marine Resources of Oceanic Islands of Southeastern Pacific. *Latin American Journal Aquatic Research*. 42(4): 888-906.
- Andrade, I., P. Sangrà, S. Hormazabal & M. Correa-Ramírez. 2014c. Island mass effect in the Juan Fernández Archipelago (33°S), southeastern Pacific. *Deep-Sea Res. I*, 84:86-99.
- Andrade, I., S. Hormazabal & M.A. Correa-Ramirez. 2012. Ciclo anual de la clorofila-a satelital en el archipiélago de Juan Fernández (33°S), Chile. *Latin American Journal Aquatic Research*, 40(3): 657-667, 2012.
- Arana, P. 1976. Situación y perspectiva de la pesca artesanal en el Archipiélago de Juan Fernández e Islas Desventuradas (Chile). Seminario regional sobre pesquería artesanal. *Rev.Com. Perm. Pacífico Sur*, 4: 117-131.
- Atlas, E., S. Hager, L. Gordon y P. Park. 1971. A practical manual for use of the technicon autoanalyzer in sea water nutrient analyses. O.S.U. Dept. of Oceanography. Technical Report, 215 pp.

- Bashmachnikov, I., Mohn, C., Pelegri', J.L., Martins, A., Jose, F., Machi'n, F., White, M., 2009. Interaction of Mediterranean water eddies with Sedlo and Seine Seamounts, Subtropical Northeast Atlantic. *Deep-Sea Research II* 56 (25), 2593–2605
- Beckers, J.M. & M. Rixen. 2003. EOF calculations and data filling from incomplete oceanographic data sets. *J. Atmos. Ocean. Technol.*, 20(12): 1839-1856.
- Beckmann, A. & C. Mohn. 2002. The upper ocean circulation at Great Meteor Seamount. Part II: Retention potential of the seamount-induced circulation. *Ocean Dyn.*, 52: 194-204.
- Belkin, I.M. & J.E. O'Reilly. 2009. An algorithm for oceanic front detection in chlorophyll and SST satellite imagery. *J. Mar. Syst.*, 78 (3): 319-326.
- Benfield, M., P. Grosjean, P.F. Culverhouse, X. Irigoien, M.E. Sieracki, A. Lopez-Urrutia, H.G. Dam, Q. Hu, C. Davis, A. Hansen, C.H. Pilskaln, E.M. Riseman, H. Schultz, P.E. Utgoff & G. Gorsky. 2007. Research on Automated Plankton Identification (RAPID). *Oceanography*, 20(2): 172-187.
- Brainard. R.E. 1986. Fisheries aspects of seamounts of and Taylor columns. Thesis. Naval Postgraduate School. Monterey California. 89 pp.
- Carpenter, J.H. 1965a. The accuracy of the Winkler method for dissolved oxygen. *Limnol. Oceanogr.*, 10: 135-140.
- Carpenter, J.H. 1965b. The Chesapeake Bay Institute technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnol. Oceanogr.*, 10: 141-143.
- Christiansen, B. & Wolff ,G.,2009. The oceanography, biogeochemistry and ecology of two NE Atlantic seamounts: The OASIS project. *Deep-Sea Res Pt II* 56: 2579–2581.
- Clark, M. R., A. A. Rowden, T. Schlacher, A. Williams, M.Consalvey, K. I. Stocks, A. D. Rogers, T. D. O'Hara, M.White, T. M. Shank & J. M. Hall-Spencer, 2010b. The ecology of seamounts: structure, function, and human impacts. *Annual Review of Marine Science*

2: 253–278.

- Clark, M & D. A. Bowden. 2015. Seamount biodiversity: high variability both within and between seamounts in the Ross Sea region of Antarctica. *Hydrobiologia* (2015) 761:161–180.
- Correa-Ramírez, M. & S. Hormazábal. 2012. MultiTaper Method-Singular Value Decomposition (MTM-SVD): variabilidad espacio-frecuencia de las fluctuaciones del nivel del mar en el Pacífico suroriental. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40(4): 1039-1060.
- Correa-Ramírez, M.A., S. Hormazábal & G. Yuras. 2007. Mesoscale eddies and high chlorophyll concentrations off central Chile (29°S-39°S). *Geophys. Res. Lett.*, 34, L12604.
- Coehlo, H. & R. Santos. 2003. Enhanced primary production over seamounts: a numerical study. 4° Simposio sobre el Margen Ibérico Atlántico, 1-2.
- Cruz, R.C., M.A. Monreal & S. Nicolaevich. 2008. Efectos de los vórtices en sistemas acuáticos y su relación con la química, biología y geología. *Interciencia*. 33, 10.
- De Forges, B., J. Koslow & G. Poore. 2000. Diversity and endemism of the benthic seamount fauna in the southwest Pacific. *Nature*, 405: 944-947.
- Epp, D. & N.C. Smoot. 1989. Distribution of seamounts in the North Atlantic. *Nature* 337: 254-257.
- Escribano R, P Hidalgo, H González, R Giesecke, R Riquelme-Bugueño & K Manríquez. 2007. Seasonal and interannual variation of mesozooplankton in the coastal upwelling zone off central-southern Chile. *Progress in Oceanography* 75: 470-485.
- Escribano, R., Hidalgo, P., González, H.E., Giesecke, R., Riquelme-Bugueño, R. and K. Manríquez. 2007. Interannual and seasonal variability of metazooplankton in the Central/south upwelling region off Chile. *Progress in Oceanography, Special Issue "The Structure and Functioning of the Coastal Upwelling System off Central/south of Chile"*. *Escribano, R & W. Schneider (Eds.)*. 75: 470-485

- Fock, H., F. Uiblein, F. Koster & H. Von Weternhagen. 2002. Biodiversity and species-environmental relationships of the demersal fish assemblage at the Great Meteor Seamount (subtropical NE Atlantico) sampled by different trawls. *Mar. Biol.*, 141: 185-199.
- Froese, R. & A. Sampang. 2004. Taxonomy and biology of seamount fishes. In: T. Morato & D. Pauly (eds.). *Seamounts: Biodiversity and Fisheries*. Fisheries Centre Research Report. Canadá. 12(5): 25-31.
- Fondo de Investigación Pesquera. 2001. Informe Final Proyecto FIP 2001-04: Monitoreo y Prospección de orange roughy. 274 p.
- Fondo de Investigación Pesquera. 2005. Informe Final Proyecto FIP 2005-13: Evaluación Hidroacústica y TS de Alfonsino y Orange roughy. Informe CT 10-006. 276 p.
- Fondo de Investigación Pesquera. 2006. Informe Final Proyecto FIP 2006-09: Evaluación Hidroacústica de Alfonsino y Orange roughy. Informe CT 07-007. 221 p.
- Instituto Geográfico Militar. 1984. Listado de nombres geográficos. Desde Vi
- Fryer, P. & G.J. Fryer. 1987. Origins of volcanic seamounts in a forearc environment. In: B. Keating, P. Fryer, R. Batiza & G. Boehlert (eds.). *Seamounts, Islands and Atolls*. Geophysical Monograph 43. American Geophysical Union, Washington. 61- 69 pp.
- Genin, A. and Boehlert, G. W.: Dynamics of temperature and chlorophyll structures above a seamount: An oceanic experiment, *J. Mar. Res.*, 43(4), 907 [online] Available from: <http://openurl.ingenta.com/content/xref?genre=article&issn=0022-2402&volume=43&issue=4&spage=907>, 1985.
- Genin, A. 2004. Bio-physical coupling in the formation of zooplankton and fish aggregations over abrupt topographies. *J. Marine Sys.*, 50: 3-20.

- Gubbay, S. 2002. The Offshore Directory. Review of a selection of habitats, communities and species of the North-East Atlantic. WWF-UK. North-East Atlantic Programme. U.K. 108 p.
- Holm-Hansen, O., Lorenzen, C.J., Holmes, R.W., and Strickland, J.D.H., 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 30,3-15.
- Holmes, R. M., Aminot, A., K erouel, R., Hooker, B. A. and Peterson, B. J.: A simple and precise method for measuring ammonium in marine and freshwater ecosystems, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56, 1801-1808, 1999.
- Hormazábal, S., V. Combes, C.E. Morales, M.A. Correa-Ramírez, E. Di Lorenzo & S. Nu ez. 2013. Intrathermocline eddies in the coastal transition zone off central Chile (31-41 S). *J. Geophys. Res. Oceans*, 118: 1-11, doi:10.1002/jgrc.20337.
- Informe Técnico FIP 98-05. Prospecci n del recurso orange roughy (*Holostethus spp.*) y su fauna acompa ante entre la I y la X Región. 141 pp.
- Isern-Fontanet, J., J. Font, E. Garcia-Ladona, M. Emelianov, C. Millot & I. Taupier-Letage. 2004. Spatial structure of anticyclonic eddies in the Algerian basin (Mediterranean Sea) analyzed using the Okubo-Weiss parameter, *Deep-Sea Res. II*, 51(25-26): 3009-3028.
- Johnston, P. & D. Santillo. 2004. Conservation of Seamount Ecosystems: Application of a Marine Protected Areas concept. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 51: 305-319.
- Kelso, M. 2005. The effects of a deep seamount on nutrient, oxygen and chlorophyll distributions in the water column. Cruise S199. Stanford at Sea. 19 pp.
- Kiriakoulakis, K. & G. Wolff. 2005. Organic biogeochemistry of seamounts: a Review. EVK3-CT-2002-00073-OASIS.
- Koslow, J.A., G.W. Boehlert, J.D.M. Gordon, R.L. Haedrich, P. Lorange & N. Parin. 2000.

- Continental slope and deep-water fisheries: implications for a fragile ecosystem. *ICES J. Mar. Sci.*, 57:548-557
- Koslow, J.A., K. Gowlett-Holmes, J. Lowry, T. O'Hara, G. Poore & A. Williams. 2001. Seamount benthic macrofauna off southern Tasmania: community structure and impacts of trawling. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 213: 111-125.
- Lavelle, W., & C. Mohn. 2010. Motion, Commotion, and Biophysical Connections at Deep Ocean Seamounts. *Oceanography* Vol.23, No.1
- Lehette, P., Hernández-León, S. 2009. Zooplankton biomass estimation from digitized images: a comparison between subtropical and Antarctic organisms. *Limnology & Oceanography Methods*, 7, 2009, 304–308
- Lorbacher, K., D. Dommenges, P.P. Niiler & A. Köhl. 2006. Ocean mixed layer depth: A subsurface proxy of ocean-atmosphere variability, *J. Geophys. Res.*, 111, C07010, doi:10.1029/2003JC002157.
- Mann, M.E. & J. Park. 1999. Oscillatory spatiotemporal signal detection in climate studies: a multiple-taper spectral domain approach. *Adv. Geophys.*, 41: 1-131.
- Manríquez, K. Escribano, R., Riquelme-Bugueño, R., 2012. Spatial structure of the zooplankton community in the coastal upwelling system off Central/southern Chile in spring 2004 as assessed by automated image analysis. *Progress in Oceanography* 92-95, 121-133.
- Marie, D., Partensky, F., Simon, N., Guillou, L., and Vaultot, D., 2000. Flow cytometry analysis of marine picoplankton, in: *Living Colors: Protocols in Flow Cytometry and Cell sorting*, edited by: Diamond, R. A. and DeMaggio, S., pp. 421–454.
- Medellin-Mora, J., Escribano, R. 2013. Análisis automático de zooplancton utilizando imágenes digitalizadas: estado del conocimiento y perspectivas en Latinoamérica. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1): 29-41, 2013.

- Menard, H.W. 1964. Marine Geology of the Pacific. International Series in the Earth Sciences. McGraw-Hill. New York. 271 pp.
- Mendonca, A., Javier Aristegui., J. C. Vilas., M.F.Montero., A.Ojeda., M, Espino. , A, Martins. Is There a Seamount Effect on Microbial Community Structure and Biomass? The Case Study of Seine and Sedlo Seamounts (Northeast Atlantic).2013.España.Plos one . vol 7.
- Mohn, C. & A. Beckmann. 2003. Structure and Retention Potential of the flow at Great Meteor Seamount. Geophys. Res. Abst., 5, 5688.
- Mohn, C., M.White. , I.Bashmachnikov., F. Jose., J.L. Pelegrí.2009. Dynamics at an elongated, intermediate depth seamount in the North Atlantic (Sedlo Seamount, 401200 N, 261400 W). España. Deep-Sea Research II 56 (2009) 2582–2592.
- Moore, J., M. Vecchione, B. Collette, R. Gibbons, K. Hartel, J. Galbraith, M. Turnipseed, M. Southworth & E. Watkins. 2003. Biodiversity of Bear Seamount, New England Seamount Chain: Results of Exploratory Trawling . J. Northw. Atl. Fish. Sci., 31: 363-372.
- Morales, C.E., S. Hormazábal, M. Correa-Ramírez, O. Pizarro, N. Silva, C. Fernández, V. Anabalón & M.L. Torreblanca. 2012. Mesoscale variability and nutrient-phytoplankton distributions off central-southern Chile during the upwelling season: the influence of mesoscale eddies. Prog. Oceanogr., 104: 17-29, doi:10.1016/j.pocean.2012.04.015.
- Morales, E. 1985. El Pacífico del Sureste, sus islas oceánicas y problemas asociados. En: P. Arana (ed.), Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. Valparaíso. 373 pp.
- Morato, T., W.L. Cheung & T.J. Pitcher. 2004. Vulnerability of seamount fish to fishing: Fuzzy analysis of life- history attributes. In: T. Morato & D. Pauly (eds.). Seamounts: biodiversity and fisheries. Fisheries Centre Research Report. Canadá, 12(5): 51-60.

- Mullineaux, L.S. & S. Mills. 1997. A test of the larval retention hypothesis in seamount-generated flows. *Deep Sea Res.*, 44, 745-770.
- Palacios, D., S. Bograd, D. Foley & F. Schwing. 2006. Oceanographic characteristics of biological hot spots in the North Pacific: A remote sensing perspective. *Deep-Sea Res. II*, 53: 250-269.
- Parín, N.V. 1991. Fish fauna of the Nazca and Salas y Gómez submarine ridges, the easternmost outpost of the Indo-West Pacific zoogeographic region. *Bull. Mar. Sci.*, 49(3): 671-683.
- Parin, N., A. Mironov & K. Nesis. 1997. Biology of Nazca and Sala y Gómez submarine ridges, an outpost of the Indo-west Pacific fauna in the eastern Pacific ocean: composition and distribution of the fauna, its communities and history. *Advances in Marine Biology*, 32: 147-230.
- Pizarro, G., V. Montecino, R. Astoreca, G. Alarcón, G. Yuras & L. Guzmán. 2006. Variabilidad espacial de condiciones bio-ópticas de la columna de agua entre las costas de Chile insular y continental, Primavera 1999 y 2000. *Cienc. Tecnol. Mar*, 29(1): 45-58.
- Push, C., A. Beckmann, F. Mora & H. von Westernhagen. 2004. The influence of seamounts on mesopelagic fish communities. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 51: 165-186.
- Rivera, J. & A. Mujica. 2004a. Larvas phyllosoma (decapoda, alinuridae y Scyllaridae) de las islas oceánicas chilenas. *Invest. Mar.*, 32(2): 99-111.
- Rivera, J. & A. Mujica. 2004b. Distribución horizontal de larvas de crustáceos decápodos capturadas entre Caldera e Isla de Pascua (Pacífico sudoriental), octubre 1999. *Invest. Mar.*, 32(2): 37-58.
- Rogers, A.D. 1994. The biology of seamount. *Advances in Marine Biology*. U.K., 30: 305-350.
- Rowden, A., J. F. Dower., T.A. Schlacher., Mireille Consalvey., M.R. Clark. 2010. Paradigms in seamount ecology: fact, fiction and future. *Marine Ecology*. ISSN 0173-9565.

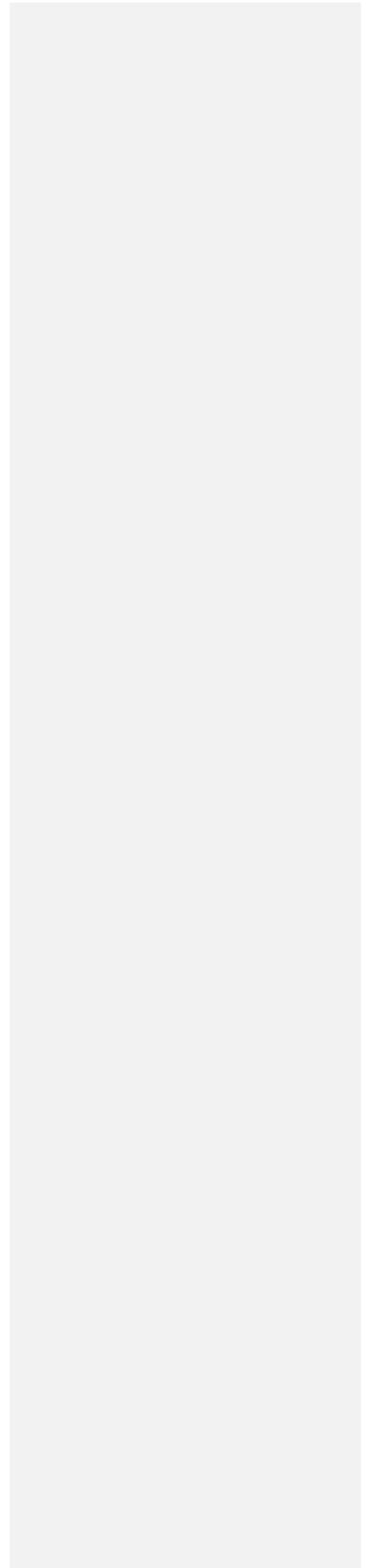
- Sabatini, M., Escribano, R., Hidalgo, P. 2009. Mesozooplankton. En.: Alder, V. & C.E. Morales (Eds.). Manual de métodos para el estudio de los sistemas planctónicos marinos. Editorial Eudeba, Bs. Aires.
- Sala, E. & N. Knowlton. 2006. Global Marine Biodiversity Trends. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 31: 93-122.
- Saltzman, J. & K. Wishner. 1997. Zooplankton ecology in the eastern tropical Pacific oxygen minimum zone above a seamount: 1. General trends. *Deep-Sea Res. I*, 44: 907-930.
- Samadi, S., L. Botton, E. Macpherson & M. Boisselier. 2006. Seamount endemism questioned by the geographic distribution and population genetic structure of marine invertebrates. *Mar. Biol.*, 1463-1475.
- Silva, N.: Algunas características físicas y químicas de las masas de agua alrededor de las Islas Robinson Crusoe y Santa Clara., in *Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández*, edited by P. Arana., 1985.
- Schwartz, R. 2005. The effect of deep seamount on zooplankton abundance and biodiversity. *Sea Cruise S199* 15 pp.
- Strickland, J. D. H. and Parsons, T. R.: *A Practical Handbook of Seawater Analysis*, The Alger., edited by J. C. Stevenson, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. [online] Available from: <http://books.google.cl/books?id=xxsIAQAIAAJ>, 1972.
- Stocks, K. 2002. Seamountonline, an online information system for seamount biology. In press, *Proceedings of the colour of Data Symposium*. Brussels, Belgium. 13 pp.
- Thompson, G.A., 2004. Tintinnid diversity trends in the southwestern Atlantic Ocean (29 to 60° S). *Aquatic Microbial Ecology* 35, 93-130.
- Thorpe, S.A., 2005. *The Turbulent Ocean*. Cambridge University Press, CB2 2RU, UK, 426 pp.

- Tomas, C., 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press. 858 pp.
- Tracey, D., B. Bull, M. Clark & K. Mackay. 2004. Fish composición de las especies de los montes submarinos y la pendiente adyacente en aguas de Nueva Zelanda. NZJ Fresh W. Res., 38: 163-182.
- Trasviña-Castro, A., G. Gutierrez de Velasco, A. Valle-Levinson, R. González-Armas, A. Muhlia & M.A. Cosío. 2003. Hydrographic observations of the flow in the vicinity of a shallow seamount top in the Gulf of California. Estuar. Coast. Shelf S., 57: 149-162.
- United States Board of Geographic Names. 1981. Gazetteer of Undersea Features, 3 rd edn. Defense Mapping Agency, Washington D.C.
- Verity, P. and Sieracki, M., 1993. Use of color image analysis and epifluorescence microscopy to measure plankton biomass. In: Kemp, P., Sherr, E. & Cole, J. (Eds.): Handbook of methods in aquatic microbial ecology. Lewis Publisher, Boca Raton. 327-338.
- Villafañe, V. and Reid, F., 1995. Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton. In: Alveal, K., Ferrario, M.E., Oliveira, E.C., Sar, E. (Eds.), Manual de métodos ecológicos. Editorial Aníbal Pinto, Universidad de Concepción, Chile. pp. 169–185.
- Rowden, A., J. F. Dower., T.A. Schlacher., Mireille Consalvey., M.R. Clark. 2010. Paradigms in seamount ecology: fact, fiction and future. Marine Ecology. ISSN 0173-9565.
- White, M. and Mohn, C.: Seamounts: a review of physical processes and their influence on the seamount Ecosystem, OASIS, EVK3-CT-20, 2002.
- White, M., Bashmachnikov, I., Arístegui, J. and Martins, A.: Physical Processes and Seamount Productivity, in Seamounts: Ecology, Fisheries & Conservation, pp. 62–84, wiley., 2007.
- Worm, B., H.K. Lotze & R.A. Myers. 2003. Predator diversity hotspots in the blue ocean. Proceedings of the National Academy of Sciences, 100 (17): 9884-9888.

Yáñez, E., C.Silva, R. Vega. , F.Espíndola , L Álvarez, N. Silva, S.Palma., S.Salinas., Eduardo Menschel., V.Häussermann., D.Soto., N.Ramírez. 2009.Seamounts in the southeastern Pacific Ocean and biodiversity on Juan Fernandez seamounts, Chile. *Latin. American Journal Aquatic Research* 37(3): 555-570, 2009

You, Y., 2002. A global climatological atlas of the Turner angle: implications for double-diffusion and water mass structure. *Deep-Sea Research I* 49, 2075-2093.

ANEXO 1. PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD



Nombre	Actividad	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total	
Samuel Hormazábal - PUCV	1. Reunión de inicio	15										15	
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico		20	20	20							60	
	3. Realización del Crucero												
	4. Análisis hidrográfico											0	
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto												
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado												
	7. Análisis de zooplancton												
	8. Análisis variabilidad de mesoescala												
	9. Análisis variabilidad de submesoescala												
	10. Análisis de series de tiempo							5	5				10
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO												
	12. Elaboración y entrega de informes							35	35	35	35	5	145
		15	10	10	20		40	40	35	35		230	
Isabel Andrade - PUCV	1. Reunión de inicio	15										15	
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico		10	10	10							30	
	3. Realización del Crucero												
	4. Análisis hidrográfico												
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto												
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado												
	7. Análisis de zooplancton												
	8. Análisis variabilidad de mesoescala												
	9. Análisis variabilidad de submesoescala							35	35	35	30		135
	10. Análisis de series de tiempo							30	30	30	30		120
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO												
	12. Elaboración y entrega de informes												
		15	10	10	10		65	65	65	60		300	
Marcela Cornejo - PUCV	1. Reunión de inicio												
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico			10	10							20	

	3. Realización del Crucero									
	4. Análisis hidrográfico									
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto			15	15	15	5			50
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado									
	7. Análisis de zooplancton									
	8. Análisis variabilidad de mesoescala									
	9. Análisis variabilidad de submesoescala									
	10. Análisis de series de tiempo									
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO									
	12. Elaboración y entrega de informes			20	15	20	10	5		70
		10	10	35	30	35	15	10	5	140
Marco Correa-Ramírez - PUCV	1. Reunión de inicio									
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico									
	3. Realización del Crucero									
	4. Análisis hidrográfico									
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto									
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado									
	7. Análisis de zooplancton									
	8. Análisis variabilidad de mesoescala									
	9. Análisis variabilidad de submesoescala			15	15	15	15			60
	10. Análisis de series de tiempo			15	15	15	10			55
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO			15	10	15	10			50
	12. Elaboración y entrega de informes			15	10	15	10	5		55
				30	50	60	45	5		220
Nelson Silva - PUCV	1. Reunión de inicio									

	2. Preparación del Crucero Oceanográfico	10	10						20
	3. Realización del Crucero								
	4. Análisis hidrográfico								
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto			15	15	10	5		45
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado								
	7. Análisis de zooplancton								
	8. Análisis variabilidad de mesoescala								
	9. Análisis variabilidad de submesoescala								
	10. Análisis de series de tiempo								
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO								
	12. Elaboración y entrega de informes			15	10	15	10	5	55
		10	10	30	25	25	15	5	120
Carmen Morales - U. Conce.	1. Reunión de inicio								
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico	10	10						20
	3. Realización del Crucero								
	4. Análisis hidrográfico								
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto								
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado			15	15	15	15		60
	7. Análisis de zooplancton								
	8. Análisis variabilidad de mesoescala								
	9. Análisis variabilidad de submesoescala								
	10. Análisis de series de tiempo								
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO								
	12. Elaboración y entrega de informes			15	15	15	5		50
		10	10	30	30	30	20		130

Claudio Silva - PUCV	1. Reunión de inicio							
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico							
	3. Realización del Crucero							
	4. Análisis hidrográfico							
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto							
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado							
	7. Análisis de zooplancton							
	8. Análisis variabilidad de mesoescala	20	15	15	15		65	
	9. Análisis variabilidad de submesoescala							
	10. Análisis de series de tiempo							
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO							
	12. Elaboración y entrega de informes	15	15	15	15	5	65	
		35	30	30	30	5	130	
Joaquim Bento - PUCV	1. Reunión de inicio						0	
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico	10	10	10			30	
	3. Realización del Crucero							
	4. Análisis hidrográfico	20	20	20	20		80	
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto							
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado							
	7. Análisis de zooplancton							
	8. Análisis variabilidad de mesoescala							
	9. Análisis variabilidad de submesoescala							
	10. Análisis de series de tiempo							
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO	20	20	20	20		80	
	12. Elaboración y entrega de informes	75	75	80	75	5	310	
		10	10	10	115	115	120	500

Jairo Gutiérrez - PUCV	1. Reunión de inicio								
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico	10	10	10					30
	3. Realización del Crucero								
	4. Análisis hidrográfico				10	10	10	10	40
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto								
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado								
	7. Análisis de zooplancton								
	8. Análisis variabilidad de mesoescala								
	9. Análisis variabilidad de submesoescala								
	10. Análisis de series de tiempo								
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO				10	10	10	10	40
	12. Elaboración y entrega de informes								0
		10	10	10	20	20	20	20	110
Paula Muñoz - PUCV	1. Reunión de inicio								
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico	10	10	10					30
	3. Realización del Crucero								
	4. Análisis hidrográfico				10	10	10	10	40
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto								
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado								
	7. Análisis de zooplancton								
	8. Análisis variabilidad de mesoescala								
	9. Análisis variabilidad de submesoescala								
	10. Análisis de series de tiempo								
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO				15	10	15	10	50
	12. Elaboración y entrega de informes								
		10	10	10	25	20	25	20	120

Luis Valencia - PUCV	1. Reunión de inicio								
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico	10	10	10					30
	3. Realización del Crucero								
	4. Análisis hidrográfico				10	10	10	10	40
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto								
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado								
	7. Análisis de zooplancton								
	8. Análisis variabilidad de mesoescala								
	9. Análisis variabilidad de submesoescala								
	10. Análisis de series de tiempo								
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO				10	10	10	10	40
	12. Elaboración y entrega de informes								
		10	10	10	20	20	20	20	110
Adrián Bustamante - PUCV	1. Reunión de inicio								0
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico	10	10	10					30
	3. Realización del Crucero								
	4. Análisis hidrográfico				10	10	10	10	40
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto								
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado								
	7. Análisis de zooplancton								
	8. Análisis variabilidad de mesoescala								
	9. Análisis variabilidad de submesoescala								
	10. Análisis de series de tiempo								
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO				10	10	10	10	40
	12. Elaboración y entrega de informes								
		10	10	10	20	20	20	20	110

Valeria Anabalón - U. Conce.	1. Reunión de inicio								0
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico	10	10	10					30
	3. Realización del Crucero								
	4. Análisis hidrográfico								
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto								
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado			10	10	10	10		40
	7. Análisis de zooplancton								
	8. Análisis variabilidad de mesoescala								
	9. Análisis variabilidad de submesoescala								
	10. Análisis de series de tiempo								
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO			10	10	10	10		40
	12. Elaboración y entrega de informes								
		10	10	10	20	20	20	20	110
Erika Sagardía - PUCV	1. Reunión de inicio								
	2. Preparación del Crucero Oceanográfico								
	3. Realización del Crucero								
	4. Análisis hidrográfico								
	5. Análisis químico de nutrientes y oxígeno disuelto								
	6. Análisis de fitoplancton fraccionado								
	7. Análisis de zooplancton								
	8. Análisis variabilidad de mesoescala								
	9. Análisis variabilidad de submesoescala								
	10. Análisis de series de tiempo								
	11. Sección de anomalías de perfiles de CTDO								
	12. Elaboración y entrega de informes			50	50	50	50	5	205
				50	50	50	50	5	205

